УДК 66.067

О.В.ЗИЯЗИТДИНОВА, И.Н.БЕЛОГЛАЗОВ, В.О.ГОЛУБЕВ, И.В.ПАНТЮШИН
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕСС-ФИЛЬТРОВ НА СТАДИИ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Описана работа и система управления современных пресс-фильтров на примере фильтров Larox PF, установленных в цехе обжига комбината «Печенганикель». Выделены основные задачи улучшения и оптимизации работы пресс-фильтров и предложен способ их решения путем составления регрессионных зависимостей для основных характеристик работы фильтров на основании экспериментальных данных.

The paper contains the specification statement of operation and management system of modern presses – screens on an example of screens Larox PF, established in shop of a calcination of combine «Pechenganicel». The primal problems of meliorating and optimization of operation of presses – screens, and also method of their solution are reduced by compiling regression of dependences for basic performances of operation of screens on a foundation of experimental data.

В ходе модернизации и внедрения новой технологии получения файнштейна в печи Ванюкова в цехе обжига комбината «Печенганикель» происходит постепенная замена старых вакуумных дисковых фильтров на более современные пресс-фильтры компании «Larox». Главными их достоинствами по сравнению с вакуум-фильтрами являются высокая эффективность обезвоживания пульпы, небольшая остаточная влажность кека, низкие энергозатраты, возможность автоматизации всего фильтрационного передела.

Автоматизированный пресс-фильтр с горизонтальными камерами Larox PF – это фильтр периодического действия, работающий под давлением. В нем обеспечены более благоприятные условия для фильтрования, так как направления силы тяжести и движения фильтрата совпадают, что способствует оседанию частиц суспензии в гравитационном поле и, следовательно, образованию однородного одинаковой толщины кека на всей фильтрационной поверхности всех камер, что улучшает показатели как диафрагменного прессования кека, так и его промывки и сушки воздухом.

Все пресс-фильтры Larox PF имеют по четыре колонны, связывающие нижнюю раму основания с верхней рамой. Между рамами располагается пакет фильтровальных пластин с нижней и верхней пресс-плитами. Фильтровальные камеры образуются при закрытии и уплотнении пакета пластин между верхней и нижней фильтровальными плитами с помощью гидравлических цилиндров.

Фильтрация рудных концентратов как рабочий цикл состоит из четырех стадий: питание пульпой, диафрагменное прессование, сушка продувкой воздухом, выгрузка кека.

Пульпа с максимальным содержанием твердого подается питающим насосом под давлением 5-7 ат через распределительный трубопровод по резиновым шлангам одновременно во все фильтрационные камеры, образовавшиеся после закрытия и уплотнения пакета фильтрационных пластин. Кек начинает формироваться с момента появления фильтрата на выходе из камеры. Питание камер автоматически прекращается по команде управляющей программы при их максимальном заполнении образовавшимся влажным кеком.

Напорный воздух из компрессора под давлением до 16 ат одновременно автоматически заполняет наддиафрагменное пространство в каждой камере. Диафрагма растягивается и прижимает кек к поверхности фильтровальной ткани, что способствует удалению фильтрата из кека. Использование высокого давления при диафрагменном прессовании позволяет применять плотные фильтроткани, тем самым, исключая возможность проскока твердой фазы в фильтрат.

Сушка осуществляется продувкой кека сжатым воздухом под давлением 6-10 ат. Сжатый воздух, поступающий по шлангам подачи пульпы из распределительного трубопровода, заполняет пространство над кеком, поднимая резиновую диафрагму. Одновременно, двигаясь с высокой скоростью и равномерно распределяясь по каналам и порам в массе кека, сжатый воздух вытесняет влагу, снижая остаточную влажность кека до минимума и освобождая ванну под решеткой от остатков фильтрата. Остаточная влажность кека может регулироваться как изменением давления сжатого воздуха, так и изменением продолжительности продувки.

Автоматическая разгрузка кека начинается после раскрытия пакета фильтровальных пластин. С помощью быстродействующих гидравлических цилиндров пластины переводятся в висячее положение с равными расстояниями между ними, что обеспечивает свободное перемещение фильтровальной ткани с кеком, который выводится как на конвейерной ленте. Фильтроткань, переходя из камеры в камеру зигзагообразно, переворачивается, поэтому кек поочередно формируется на разных сторонах фильтроткани, а фильтрат обеспечивает автоматическую очистку ткани путем выноса мелкодисперсных частиц из ячеек ее обратной стороны через каждый цикл. Кроме того, фильтроткань подвергается тщательной двухсторонней промывке водой, подаваемой насосом под высоким давлением через специальные сопла при движении фильтроткани в период разгрузки пресс-фильтра. Перечисленные особенности очистки от тонкодисперсных частиц существенно повышают работоспособность фильтроткани и сохраняют технологические показатели процесса фильтрации постоянными в течение длительного времени.

Важнейшее значение при фильтрации под давлением имеет толщина слоя, образующегося на перегородке кека, поскольку она является основным фактором, от которого зависит гидравлическое сопротивление осадочного слоя, качество получаемого продукта и производительность фильтра. Как правило, рост толщины слоя кека приводит к увеличению удельной производительности установки, но одновременно и к повышению остаточного влагосодержания кека. Более толстый слой кека способствует сокращению амплитуды колебаний влагосодержания сухого продукта, получаемого в ходе следующих циклов. Напротив, стремление к стабилизации влагосодержания кека при растущей толщине осадочного слоя вызывает спад производительности. Зависимость этих двух параметров от толщины слоя кека в большинстве случаев носит нелинейный характер и индивидуальна для каждой суспензии.

При разделении пульпы на пресс-фильтрах на толщину слоя кека можно повлиять, меняя продолжительность стадии подачи пульпы, давление при диафрагменном прессовании и продолжительность стадии продувки. На современных пресс-фильтрах (Larox PF) устанавливается система автоматического контроля толщины слоя кека, которая является лишь частью сложной автоматической системы управления, регулирования, контроля и статистической обработки данных комбинированного фильтрационного процесса.

Эта система самостоятельно осуществляет управление всеми операциями фильтра при помощи программируемого логического контроллера. Ее функциями являются также автоматическое отслеживание стабильности работы всех блоков и узлов фильтра, отображение всех возникающих неисправностей или отклонений от нормальной работы в реальном времени, ведение статистического журнала событий, который может использоваться для вывода пресс-фильтра на оптималь-

ный режим работы и устранения неисправностей.

Практика эксплуатации пресс-фильтров Larox PF, оснащенных современной АСУ, в цехе обжига комбината «Печенганикель» показывает, что при всех колебаниях свойств фильтруемой пульпы пресс-фильтры обеспечивают стабильные технологические показатели. Работая с цикличностью 15 мин, две установки Larox PF, имеющие площадь фильтрации 96 м^2 каждая, достигают производительности 65-70 т/ч по сухому продукту при влажности получаемого кека 9,5-10,5 %.

Для поиска возможных направлений повышения эффективности автоматических пресс-фильтров с горизонтальными камерами при обезвоживании металлургических пульп, в том числе и медно-никелевой пульпы комбината «Печенганикель», на базе кафедры печей, контроля и автоматизации металлургического производства и кафедры обогащения полезных ископаемых Санкт-Петербургского горного института была создана инициативная группа, занимающаяся вопросами интенсификации, совершенствования математического описания и аппаратурного оформления многостадийных фильтрационных процессов. Главной целью работы является экспериментальная проверка адекватности и адаптации обобщенной математической модели реальным условиям протекания процесса и отображение полученных закономерностей на программном уровне.[*] В рамках исследования были проведены статистическая обработка экспериментальных данных по фильтруемости пульп различных концентратов на пресс-фильтрах Larox PF для выявления множественных корреляций между характеристиками исходной пульпы (влагосодержание и плотность), параметрами процесса (длительность фильтрации, прессования и сушки, диафрагменное давление на стадиях фильтрации, промывки и сушки) и показателями обезвоживания (остаточное влагосодержание кека, производительность по сухому продукту, объем полученного фильтрата), служащими функциями отклика. Статистическая обработка позволила выявить значимые факторы и синтезировать регрессионные зависимости, описывающие комбинированный процесс обезвоживания пульпы на пресс-фильтре. Было установлено, что экспериментальные результаты фильтрации под давлением могут быть аппроксимированы регрессионными зависимостями вида

$$\left.\begin{matrix} W_{\text{к}} \\ V_{\text{ф}} \end{matrix}\right\} \text{e}^{a_0} \rho_{\text{п}}^{a_1} (T_{\text{ф}} P_{\text{ф}})^{a_2} (T_{\text{пр}} P_{\text{пр}})^{a_3} (T_{\text{с}} P_{\text{с}})^{a_4} \Pi^{a_5},$$

где $W_{\text{к}}$ – остаточное влагосодержание кека, % по массе; $V_{\text{ф}}$ – объем собранного фильтрата, м^3; $\rho_{\text{п}}$ – плотность пульпы, кг/м^3; $T_{\text{ф}}$, $T_{\text{пр}}$ и $T_{\text{с}}$ – длительность фильтрации, прессования и сушки соответственно, мин; $P_{\text{ф}}$, $P_{\text{пр}}$ и $P_{\text{с}}$ – давление фильтрации, воды прессования и воздуха при сушке соответственно, бар ($1 \cdot 10^5$ Па); П – производительность, кг/(м^2·ч).

На основе экспериментальных данных были получены значения коэффициентов регрессионных зависимостей для медно-никелевого флотационного концентрата комбината «Печенганикель»:

Коэффициент	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
$W_{\text{к}}$	505	–63,8	–1,39	–1,45	–0,48	–2,07
$V_{\text{ф}}$	76,6	–9,94	0,0092	–0,36	0,182	–0,019

На основе полученных регрессионных зависимостей можно производить расчет оптимальных параметров работы пресс-фильтра из расчета минимальной остаточной влажности кека, а также проанализировать влияние продолжительности и диафрагменного давления на стадиях фильтрации и прессования на эффективность последующего процесса сушки и оценить долю, удаляемой из кека на каждой стадии.

[*] Фильтрование технологических пульп / И.Н.Белоглазов, В.О.Голубев, О.Н.Тихонов, Ю.Куукка, Э.Яскеляйнен. М.: Руда и металлы, 2003. 370 с.