

ПРЕСС–ФИЛЬТР «LAROX PF» КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

На рынке фильтрационных технологий в последние годы произошли заметные изменения. Как показывает статистика, широкое применение в различных отраслях промышленности приобретают фильтры типа ФПАКМ, известные также под марками Larox PF, FPM и др. Они выдерживают жесткую конкуренцию с вакуумными фильтрационными системами и постепенно заменяют их. Главными их достоинствами являются высокая эффективность обезвоживания пульпы, небольшая остаточная влажность кека, низкие энергозатраты, возможность полной автоматизации всего фильтрационного передела.

Система автоматизации пресс–фильтров была разработана финской компанией Larox и первоначально предназначалась для установки на новые пресс-фильтры марок Larox M (Metallurgy) и Larox C (Chemical), но позже она была адаптирована и для работы на других марках оборудования.

Структурно автоматическая система управления пресс-фильтрами состоит из отдельных блоков, каждый из которых отвечает за отдельный параметр или группу параметров и может быть подключен к общей системе или отключен от нее по желанию. В их состав входит как аппаратура (датчики, контроллеры, шины), так и программное обеспечение. На данный момент разработано 11 модулей-оптимизаторов, контролирующих: подачу суспензии, воды и воздуха; массу, объем, электропроводность, мутность и температуру фильтрата; давление диафрагменной воды; давление и температуру продувочного воздуха, толщину образующегося кека.

Данная система самостоятельно осуществляет управление всеми операциями фильтра по программе, закладываемой оператором или поставщиком оборудования. Кроме того, она автоматически отслеживает стабильность работы всех блоков и узлов фильтра, сообщает обо всех возникающих неисправностях или отклонениях от нормальной работы. Встроенный в программу модуль работы со статистикой, вдобавок, позволяет без вмешательства оператора собирать сведения обо всех параметрах процесса и формировать статистический журнал. Впоследствии этот журнал может использоваться для вывода пресс-фильтра на оптимальный режим работы, устранения возникших неисправностей и снижения риска их повторного появления.

Благодаря многоуровневой системе вывода, контроль оператора над ходом фильтрации может осуществляться непосредственно в помещении, где установлен пресс-фильтр по сенсорному дисплею, на специальном пульте, расположенном в операторской кабине, также может быть организован вывод данных на центральный пульт управления цехом или всем производством. Продвинутая система диагностики и информирования о работе предоставляет операторам получать в реальном масштабе времени данные относительно производительности, тоннажа, влажности и других параметров процесса.

В дополнение к системе диагностики и информирования, по желанию заказчика пресс-фильтр комплектуется системами SCADA, PLCs и IOUs и иными компонентами. Они позволяют производить автоматическую оптимизацию процесса, передавать данные о состоянии процесса и работоспособности фильтра по Internet, управлять пресс-фильтром дистанционно. Дополнительные функции могут быть полезны заказчикам, чьи предприятия располагаются на большом удалении от сервисных центров компании–производителя. Возможности Internet позволяют осуществлять сервисное обслуживание (управление, настройку, модернизацию программного обеспечения и др.) прямо со своих рабочих мест без выезда на место.

На кафедре печей, контроля и автоматизации металлургического производства Санкт–Петербургского государственного горного института в настоящее время ведутся исследования, направленные на дальнейшее совершенствование системы автоматизации пресс–фильтров. Работы посвящены разработке системы адаптивного управления.

При составлении математического описания разделительных процессов [1, 2] и экспериментальной проверке адекватности математической модели реальным условиям, были выявлены значимые факторы, влияющие на процесс и получены регрессионные зависимости позволяющие рассчитать оптимальные условия обезвоживания пульпы.

Как показали исследования, пульпам медного концентрата Учалинского ГМК и цинкового концентрата Гайского ГМК, по которым была отмечена наивысшая степень адекватности, регрессионные уравнения имеют вид:

медный концентрат Учалинского ГМК (фильтроткань полипропиленовая 71-2106-L1 с воздухопроницаемостью $2,7 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{мин})$)

$$W_{kek} = e^{28.832} \cdot W_{pulp}^{-1.225} \cdot RO_{pulp}^{-3.511} \cdot T_{filtr}^{-0.018} \cdot T_{press}^{0.089} \cdot T_{dry}^{0.202} \cdot P_{filtr}^{0.135} \cdot P_{press}^{0.086} \cdot P_{dry}^{-0.947} \cdot PR^{0.811} \quad (1)$$

$$R^2 = 0.926$$

$$V_{filtrate} = e^{-14.871} \cdot W_{pulp}^{1.84} \cdot RO_{pulp}^{1.197} \cdot T_{filtr}^{0.315} \cdot P_{filtr}^{0.333} \quad (2)$$

$$R^2 = 0.997$$

цинковый концентрат Гайского ГМК (фильтроткань полиэстеровая 71-2215-K3L1 с воздухопроницаемостью $6,0 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{мин})$)

$$W_{kek} = e^{8.05} \cdot W_{pulp}^{0.024} \cdot RO_{pulp}^{-0.868} \cdot T_{filtr}^{-0.219} \cdot T_{press}^{-0.464} \cdot T_{dry}^{0.198} \cdot P_{filtr}^{-0.412} \cdot P_{press}^{-0.182} \cdot P_{dry}^{0.471} \cdot PR^{0.294} \quad (3)$$

$$R^2 = 0.949$$

$$V_{filtrate} = e^{-36.107} \cdot W_{pulp}^{0.701} \cdot RO_{pulp}^{4.279} \cdot T_{filtr}^{-0.312} \cdot T_{press}^{0.592} \cdot P_{dry}^{1.378} \quad (4)$$

$$R^2 = 0.782$$

где W_{kek} – остаточное влагосодержание кека, % по массе; W_{pulp} – плотность пульпы, $\text{кг}/\text{м}^3$; T_{filtr} – длительность фильтрации, мин; T_{press} – длительность прессования, мин; T_{dry} – длительность стадии сушки, мин; P_{filtr} – давление фильтрации, бар; P_{press} – диафрагменное давление прессования, бар; P_{dry} – давление воздуха при сушке, бар; PR – производительность, $\text{кг}/(\text{м}^2\text{час})$; $V_{filtrate}$ – объем собранного фильтрата, м^3 ; R – среднеквадратичное отклонение.

Важнейшее значение при фильтрации под давлением играет толщина образующегося на перегородке кека, поскольку она является важнейшим фактором, от которого зависит гидравлическое сопротивление осадочного слоя, а в конечном итоге получаемого продукта и производительность фильтра. При разделении суспензий на пресс-фильтрах на толщину коржа можно повлиять тремя способами: продолжительностью стадии подачи смеси (фильтрования); величиной давления, развиваемого при диафрагменном прессовании и продолжительностью стадии продувки. Как показывают исследования, наиболее ощутимый результат достигается при изменении длительности стадии подачи суспензии.

На основе регрессионных зависимостей (1-4) был проведен расчет оптимальных параметров работы пресс-фильтра из расчета минимальной остаточной влажности кека. Оптимизация проводилась отдельно по каждому из опытов. В результате было установлено, что остаточная влажность кеков, получаемых в комбинированном фильтрационном процессе может быть существенно снижена без ущерба для производительности в 1,5 – 2 раза по сравнению с достигавшейся в этих опытных сериях.

Полученные результаты планируется использовать в разрабатываемом модуле адаптации пресс–фильтра типа ФПАКМ.

Литература

1. Белоглазов И.Н., Голубев В.О. Основы расчета фильтрационных процессов. М.: ФГУП ИД «Руда и металлы», 2002. – 200 с.
2. Белоглазов И.Н., Голубев В.О., Тихонов О.Н., Кузукка Ю., Яскеляйнен Эд. Фильтрование технологических пульп. М.: ФГУП ИД «Руда и металлы», 2003. – 320 с.