

УДК 622.2

Б.А. Блюсс, Н.А. Головач

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ РОССЫПЕЙ

Повышение эффективности производства в горной промышленности связано с широкой механизацией горных работ и, как правило, с увеличением содержания тонких и глинистых фракций в добываемом материале.

Возрастающее значение обогащения мелких классов руд приводит к расширению мощности флото-фильтровальных отделений на обогатительных фабриках. Это отражается на применяемом оборудовании для обезвоживания продуктов флотации: интенсифицируется работа среднеметражного вакуум-фильтровального оборудования, создаются крупнометражные дисковые, барабанные и ленточные вакуум-фильтры. Применение нового оборудования существенно изменяет всю технологию вакуумного фильтрования суспензий концентратов и необогащенных шламов.

Еще большие изменения происходят в области фильтрования отходов обогащения руд. Новые требования, предъявляемые к производству в связи с защитой окружающей среды от промышленных загрязнений, привели к необходимости создания и освоения ранее мало применявшегося в обогащении фильтровального оборудования, работающего под давлением.

Поэтому в последнее время значительное развитие получили теоретические основы разделения и обезвоживания суспензий на фильтрах, в особенности вопросы анализа и оптимизации этих процессов. Рассмотрим некоторые общие вопросы расчета процесса фильтрования.

Фильтрование - процесс разделения неоднородных систем при помощи пористых перегородок, которые задерживают одни

фазы системы и пропускают другие. К этим процессам относится разделение суспензий на чистую жидкость и влажный осадок.

Фильтрация является гидродинамическим процессом, скорость которого прямо пропорциональна разности давлений (ΔP), создаваемой по обеим сторонам фильтровальной перегородки (движущая сила процесса), и обратно пропорциональна сопротивлению, испытываемому жидкостью при ее движении через поры перегородки и слой образовавшегося осадка. Разность давлений создают при помощи компрессоров, вакуум-насосов и т.п.

В процессе фильтрации $\Delta P = \text{const}$, то есть процесс протекает при постоянной разности давлений с образованием несжимаемого осадка на недеформируемой перегородке. В этом случае объем жидкости, получаемый за малый промежуток времени с единицы поверхности фильтра, прямо пропорционален ΔP и обратно пропорционален вязкости фильтрата, общему сопротивлению осадка и фильтровальной перегородки, то есть:

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{fn})} \quad (1)$$

где V - объем фильтрата, м^3 ; F - поверхность фильтрата, м^2 ; τ - продолжительность фильтрации, с; ΔP - разность давлений, Н/м^2 ; μ - вязкость жидкой фазы суспензии, $\text{Н}\cdot\text{с/м}^2$; R_{oc} - сопротивление слоя осадка, $1/\text{м}$; R_{fn} - сопротивление фильтровальной перегородки, $1/\text{м}$.

Величина

$$\frac{dV}{Fd\tau} = W \quad (2)$$

представляет собой переменную скорость фильтрации (м/с). Величину R_{fn} в период фильтрации, с известным допущением, можно считать постоянной, сопротивление слоя осадка увеличивается от 0 в начале до максимального значения в конце процесса.

При постоянной концентрации твердой фазы в суспензии между объемом полученного фильтрата и количеством отложившегося осадка существует определенное соотношение, то есть:

$$x_0 = h \frac{F}{V}, \quad (3)$$

где x_0 - отношение объема осадка к объему фильтрата; h - толщина осадка, м.

Следовательно:

$$h = x_0 \frac{V}{F} \quad (4)$$

Поскольку сопротивление осадка R_{oc} - это произведение его удельного объемного сопротивления r_0 , оказываемого потоку фильтрата равномерным слоем толщиной 1 м, на h , то

$$R_{oc} = x_0 r_0 \frac{V}{F}, \quad (5)$$

следовательно

$$\frac{dV}{F d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu \left(r_0 x_0 \frac{V}{F} + R_{\phi n} \right)} \quad (6)$$

Для несжимаемых осадков и перегородок при достаточно продолжительном фильтровании, узком диапазоне крупности частиц дисперсной фазы и относительно небольшом размере ячеек сетки величины r_0 , x_0 , $R_{\phi n}$ можно считать постоянными и независимыми от ΔP .

Уменьшение скорости фильтрования при $\Delta P = \text{const}$ обусловлено увеличением сопротивления увеличивающегося осадка. При этом все величины в (6), за исключением V и τ , постоянны. После разделения переменных, интегрирования в пределах $0-\tau$ и $0-V$ и простейших преобразований, уравнение фильтрования с образованием несжимаемого осадка на недеформируемой фильтровальной перегородке при $\Delta P = \text{const}$ приобретет вид:

$$V^2 + 2V \frac{R_{\phi n}}{r_0 x_0} F = 2\Delta P \frac{F^2}{\mu r_0 x_0} \tau \quad (7)$$

Когда R_{ϕ} -мало, то

$$V^2 = 2\Delta P \frac{F^2}{\mu r_0 x_0} \tau \quad (8)$$

Изложенное объясняет лишь общие закономерности процесса, протекающего в промышленных аппаратах. В реальных условиях

на процесс воздействует ряд возмущающих факторов (расслоение фильтруемой суспензии, неоднородность отлагающихся слоев осадка, непрерывно изменяющиеся технологические условия и др.), оказывающие значительное влияние на общие закономерности фильтрования.

Несмотря на ряд эксплуатационных достоинств, даже наиболее совершенные вакуум-фильтры непрерывного действия не могут удовлетворить возросшим в последние годы требованиям производства. Дальнейшее снижение плотности разделяемой пульпы, повышение содержания тонких классов и твердой части приводят к ухудшению технологической эффективности вакуум-фильтров.

Изменившиеся условия производства, возросшие санитарные требования к содержанию твердых взвесей в промышленных стоках выдвинули новые требования к фильтровальным аппаратам. Они должны обеспечивать значительное увеличение перепада давления и возможность применения более плотных фильтровальных сеток.

Приведенные уравнения дают лишь общее представление о взаимосвязи отдельных параметров процесса, но не выражают всей сложности и динамичности явлений, сопровождающих фильтрование концентрированных быстро расслаивающихся суспензий. Изменение параметров иногда носит нелинейный характер, поэтому средние величины, вычисленные путем интерполирования значений, полученных за большие промежутки времени, дают значительную ошибку. Для наглядности рассмотрим параметры уравнения (8), которые с учетом (4) для единицы поверхности приобретают вид:

$$V = \frac{2\Delta P}{\mu} \tau \frac{1}{hr_0} \quad (9)$$

В конкретных условиях при постоянном режиме работы каждый из членов правой части уравнения с некоторым допущением можно считать постоянным. Однако изменение любого из них влечет за собой увеличение или уменьшение всех других. Например, постепенное накопление в водно-шламовой системе фабрики тонких иловых частиц обуславливает повышение плотности и вязко-

сти суспензии, а также дисперсности и смачиваемости ее твердой фазы. Это, в свою очередь, вызывает рост сопротивления осадка, изменение перепада давления и расхода воздуха, обеспечиваемых вакуум-насосами с постоянной характеристикой, повышение зашламленности фильтрата и так далее.

Таким образом, для более полного представления о процессе фильтрационного обезвоживания продуктов обогащения углей необходимы дальнейшие исследования кинетики фильтрования, образования осадка и зашламливания фильтрата.

УДК 622.741.2.001.6

А.М. Сокил, В.М. Герусов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СХЕМ ГРОХОЧЕНИЯ И ОБЕСШЛАМЛИВАНИЯ

В настоящей работе приведены результаты промышленных испытаний новой технологической схемы подготовки рудных песков к обогащению в условиях Вольногорского горно-металлургического комбината. Работа выполнялась совместно с участком гравитации.

Испытания усовершенствованной схемы, приведенной на рис. 1, проводились в течение нескольких смен. Вначале была испытана схема с одной контрольной операцией обесшламливания (оп. 1-3), а затем с двумя (оп. 4-12). Испытаниям предшествовала наладка и регулировка процесса. Нагрузка по пескам определялась по показаниям расходомера пульпы, установленного на пульпоприготовительном участке рудника. Количество и качество надрешетного продукта контрольного грохота и сливов струйных зумпфов определялось по наполнению мерной емкости с интервалом 30 минут, слив контрольных гидроциклонов опробовался на содержание зернистой фракции щелевым трубчатым пробоотборником, установленным в сливном гидроциклоне, в первых шести опытах через 20 минут, затем по мере появления повышенного содержания зернистой фракции в сливе. Велось также наблюдения за характером разгрузки песков основных и контрольных гидроциклонов и при