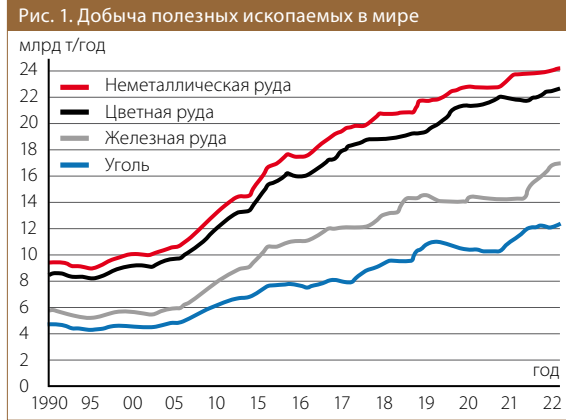


ВЛИЯНИЕ ГЛИНИСТЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ХВОСТОВ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК НА ФИЛЬТР-ПРЕССАХ

Текст: Алексей Цветнов, генеральный директор ООО «КемИнС»

Глины наряду с другими алюмосиликатами являются одним из наиболее распространённых компонентов рудных хвостов. Тип глины, её свойства и относительное содержание оказывают значительное влияние на процесс фильтрации в фильтр-прессе, при этом наибольшее влияние на обезвоживание оказывают монтмориллониты.



В связи с ростом мирового спроса на минеральное сырьё (рис. 1) и снижением среднего содержания полезных компонентов горнодобывающая промышленность всё чаще сталкивается с увеличением объёма образующихся хвостов, которые должны соответствовать определённым техническим условиям складирования, в частности по влажности.

Растущее количество хвостов всё чаще оказывает влияние на общую производительность обогатительных фабрик. Присутствие же глинистых включений в фильтруемом потоке, как правило, приводит к снижению пропускной способности кека и повышению влажности, что ведёт к удорожанию транспортировки, хранения и потере больших объёмов оборотной воды. Зачастую проблемы обезвоживания хвостов могут являться причиной снижения производительности всей фабрики. Поэтому анализ глинистых фаз имеет большое значение и может дать полезную информацию о фильтруемости суспензии и, следовательно, суточной производительности фильтр-пресса и его конструкции.

Глинистые минералы, сопровождающие руды, по кристаллохимии поверхности можно разделить на две основные группы. К первой относятся минералы монтмориллонита и гидрослюда, имеющие электрически неуравновешенные решётки. Минералы второй группы, к которым относятся каолинит и галлуазит, имеют электрически нейтральные решётки. Обычно глинистые минералы имеют размер частиц менее 2 мкм. В случае каолинита частицы представляют собой многоугольные чешуйки. Наибольшие размеры в плоскости чешуек колеблются от 0,3 до 4 мкм, а толщина — от 0,05 до 2 мкм. В случае монтмориллонита некоторые частицы могут иметь толщину порядка 0,002 мкм. При этом размеры поверхности чешуек примерно в 10-100 раз превышают толщину частиц.

СВЯЗАННАЯ ВОДА

Помимо геометрической формы, предвещающей плотные слои осадка, глины также обладают

способностью связывать воду на границе твёрдой минеральной частицы. Наличие связанной воды в глинах, обусловленное особенностями их кристаллической структуры, оказывает решающее влияние на проницаемость слоя кека, образованного ими. Чем больше связанной воды, тем ниже фильтрационные свойства и тем больше время цикла фильтрации. Прочносвязанная вода удерживается глинистыми частицами и не отжимается из глины даже при давлениях в несколько сотен мегапаскалей, что в принципе не достижимо в фильтр-прессе из-за прочностных характеристик фильтровальных плит. В каолиновых глинах прочносвязанной воды по объёму значительно меньше, чем в монтмориллонитовых глинах. Поэтому из всех типов глин наилучшую проницаемость имеет монтмориллонит. Такое различие может быть объяснено тем, что ёмкость катионного обмена (ЕКО) монтмориллонитовой глины в разы больше ЕКО каолинита.

Толщина слоя связанной воды на поверхности частиц обуславливает свободное поровое пространство (активную пористость), которое определяет проницаемость кека и, как следствие, скорость фильтрации и время цикла разгрузки фильтр-пресса.

ПОРИСТОСТЬ КЕКА И ЕГО ПРОНИЦАЕМОСТЬ

Если в концентратах пористость формируется за счёт пространства между частицами или агрегатами (межагрегатная пористость), то в глинистых осадках хвостов, наряду с межагрегатной пористостью, существует внутриагрегатная пористость. Под последней понимается пространство между пакетами (чешуйками) в кристаллической решётке (межпакетное пространство). Эти два вида пористости имеют разное значение для разных типов глин. В каолинитах основной является межагрегатная пористость. В монтмориллонитах со склонностью к набуханию и переменным по величине межпакетным расстоянием имеют значения оба вида пористости: межагрегатная и внутриагрегатная.

Размеры межагрегатных пор в глинах составляют от 1 до 100 мкм, преобладают до 5 мкм; межпакетная пористость существенно меньше 1 мкм, преобладают десятые и сотые доли микрона. В свою очередь, свободное движение жидкости происходит в порах размером более 1-2 мкм. Фильтрация воды происходит прежде всего по наиболее крупным порам, не полностью занятым связанной водой. И наоборот, через самые малые поры, полностью занятые прочносвязанной водой, фильтрация практически не происходит или очень мала.

Влияние таких свойств глины, как взаимодействие с водой, снижение пористости кека и его проницаемости, доказывает, что при оценке фильтруемости суспензии, содержащей глину, нельзя полагаться

Рис. 2. На фотографиях приведены примеры полноты формирования кека внутри камеры фильтр-пресса в зависимости от глубины. На фотографии слева видна прослойка необезвоженной суспензии, справа — полностью однородный осадок, посередине — промежуточное качество кека.



только на фракционный состав и некий средний размер ячейки фильтровальной ткани.

Две суспензии, имеющие одинаковый фракционный состав, но разные глинистые примеси в количестве всего лишь нескольких процентов, но сильно меняющих общую картину распределения по размерам частиц, могут принципиально отличаться по фильтруемости: более долгий цикл фильтрации (от десятков минут до нескольких часов) и разная итоговая влажность осадка (от 15 до 45 % по влаге).

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛИНИСТЫХ КОМПОНЕНТОВ

Для понимания влияния различных характеристик процесса фильтрации в фильтр-прессе на скорость фильтрации приведём формулу Рута-Кармана:

$$v = \frac{dV}{Adt} = \frac{\Delta P(1-ms)A}{\mu \alpha_{av}(V+V_m)\rho s}$$

где v — скорость фильтрации, V — объём фильтрата, V_m — эквивалентный объём фильтрата, t — время фильтрации, A — эффективная площадь фильтрации, μ — вязкость фильтрата, ΔP — давление подающего насоса, m — соотношение твёрдого вещества и жидкости, s — концентрация твёрдого вещества, ρ — плотность фильтрата (kg/m^3), α_{av} — удельное сопротивление осадка.

Как видно из вышеприведённой формулы, скорость фильтрации (как результат — суточная производительность узла обезвоживания) обратно пропорциональна удельному сопротивлению осадка.

Для наглядного примера приведём данные испытаний фильтрации суспензии угля с примесью каолинита и монтмориллонита (табл.1). Из приведённых данных видно, что при некоторых концентрациях глинистых компонентов в зависимости от их типа сопротивление слоя осадка может достигать некоторых критических па-

Таблица 1. Среднее удельное сопротивление осадка при фильтрации угля в зависимости от содержания глины и её типа.

Образец суспензии	Компоненты твёрдого вещества в пульпе (удельная масса)	Средне удельное сопротивление осадка (м/кг)	Кратность снижения скорости фильтрации, раз
1	без глины	$1,98 \cdot 10^7$	-
2	содержание каолина — 10%	$2,35 \cdot 10^8$	12
3	содержание каолина — 20%	$3,68 \cdot 10^8$	18,5
4	содержание каолина — 30%	$4,51 \cdot 10^8$	23
5	содержание монтмориллонита — 2%	$9,80 \cdot 10^7$	5
6	содержание монтмориллонита — 5%	$4,28 \cdot 10^9$	216
7	содержание монтмориллонита — 15%	$8,05 \cdot 10^9$	407

раметров с нулевой проницаемостью по фильтрату. В таких случаях процесс фильтрации на фильтр-прессе невозможно провести до конца, когда всё пространство камеры занято обезвоженным продуктом (рис. 2).

Таким образом, тесты показывают, что даже небольшое количество глины приводит к значительному снижению скорости фильтрации, а также к значительному увеличению среднего удельного сопротивления кека и, как следствие, его влажности.

Фильтр-пресс по определению — оборудование периодического действия, в котором критерием завершения процесса обезвоживания является камера, заполненная относительно сухим кеком. Если данного критерия не достигать в промышленном масштабе, то это приведёт к проблемам выгрузки осадка вместе с большим количеством жидкой фазы, что особенно критично в зимний период. В подобных случаях важной характеристикой фильтровальных плит является глубина камеры, которая определяет толщину осадка. Чем толще осадок, тем выше его сопротивление. Необходимую глубину камеры, гарантирующую полное протекание процесса фильтрации в фильтр-прессе, определяют в рамках пилотных испытаний, ориентируясь на максимальное значение глубины фильтровальной камеры при отсутствии в ней суспензии по факту разгрузки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ глинистых примесей играет большую роль в правильном подборе размеров и конструкции фильтр-пресса при проектировании узла обезвоживания, позволяет снизить риски невыхода узла на проектные показатели.

Присутствие таких глин, как каолинит и монтмориллонит, значительно снижает эффективность процесса обезвоживания за счёт снижения активной пористости и проницаемости кека. При этом монтмориллонит оказывает гораздо большее негативное влияние, чем каолинит. Даже небольшое количество монтмориллонита (2-5 %) способно существенно снизить скорость фильтрации и увеличению влажности осадка.

Выбор конструкции фильтровальной камеры и фильтровальной ткани не может производиться только на основании фракционного состава твёрдой фазы. Во внимание должны приниматься тип глин и их концентрации. Проверка фильтруемости суспензии обязательно должна сопровождаться пилотными испытаниями с применением плит с различной глубиной фильтровальной камеры.



Тел.: +7 (495) 989-22-69,
8 (800) 200-21-63
office@cesolutions.ru
cesolutions.ru



На правах рекламы

КЛАДОВАЯ ЗЕМЛИ

На правах рекламы