

ВЫБОР ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНУЮ РАБОТУ ТОНКОСЛОЙНЫХ ОСВЕТИТЕЛЕЙ

Несвитей Е. А.

Научный руководитель доцент Самойлик В. Г.

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР

Добыча и переработка полезных ископаемых связана с использованием водных ресурсов. Шахтные воды, шламовые воды обогатительных фабрик содержат большое количество твёрдых частиц, которые при сбросе их в отстойники загрязняют окружающую среду. Одним из эффективных способов их очистки является операция осветления, которая осуществляется при помощи различных аппаратов: радиальных сгустителей, сгустителей со взвешенным слоем, цилиндрических сгустителей, тонкослойных осветлителей.

Широкое применение тонкослойных осветлителей для очистки шахтных вод и отходов обогащения от твёрдых частиц объясняется их высокой удельной производительностью и малыми габаритами [1]. Основным рабочим элементом тонкослойных осветлителей являются пластины или трубки, собранные в блоки. Расстояние между полками составляет 25-50 мм, длина полок изменяется в пределах 1,0-2,0 м. Разделение осветляемого потока на тонкие слои наклонными пластинами существенно снижает турбулентность потока и уменьшает путь осаждения частиц, что благоприятно сказывается на процессе осветления [2].

Для тонкослойного осветления, в основном, принята противоточная схема движения жидкости и дисперсных частиц, когда отделяемые частицы движутся против движения рабочего потока. В отличие от прямоточных, противоточные осветлители работают, в основном, на плотных пульпах и дают более чистый слив при большем расходе пульпы.

Конструктивные особенности тонкослойных осветлителей накладывают определенные ограничения на технологические параметры процесса. С увеличением объёмного содержания твёрдого в питании скорость процесса осветления замедляется в степенной зависимости вплоть до полного прекращения процесса по достижении пульпой агрегативно устойчивого состояния. Поэтому, наиболее приемлемыми значениями объёмной концентрации твёрдого в питании осветлителей является диапазон от 4 до 10%.

Конструктивные особенности тонкослойных осветлителей также накладывают определенные ограничения на минимальный рабочий объём аппарата. Он должен составлять более половины от часового объёма пульпы, поступающей в аппарат. Это ограничение связано с необходимостью гашения энергии потока поступающего питания и обеспечения условия ламинарности потоков на входе в каналы. В случаях, когда к влаге шлама предъявляются определенные требования по её содержанию, объём аппарата необходимо увеличить из условия возможности выдержки шлама в аппарате для его сгущения до требуемой кондиции. Время выдержки определяется из кривых кинетики осаждения пульпы по величине скорости сгущения шлама.

Гидравлическая крупность частиц твёрдой фазы оказывает существенное влияние на эффективность процесса осветления. С увеличением крупности эффективность осаждения частиц увеличивается. Практические расчеты показали, что при гидравлической крупности частиц более 10 м/ч экономически целесообразнее применение для процесса радиальных сгустителей. Стоимость аппаратов в этом случае будет в два и более раза ниже, чем при применении тонкослойных осветлителей при равных площадях, требуемых для размещения оборудования. Для скоростей свободного осаждения частиц менее 5 м/ч, как правило, предпочтительнее тонкослойное сгущение.

Гидравлическая крупность частиц твёрдой фазы также важна при определении производительности осветлителя по пульпе. При расчете производительности, кроме сведений о геометрии блоков, необходимо располагать данными о максимально возможной скорости движения пульпы в канале, при которой достигается полное выделение в осадок частиц заданной гидравлической крупности.

Время осаждения частицы в канале определяется из условия прохождения частицей максимально возможного расстояния от верхней стенки канала до поверхности осаждения по формуле:

$$t_q = H/v_r \cdot \cos\alpha, \quad (1)$$

где t_q – время осаждения, с;
 v_r – гидравлическая крупность выделяемых частиц, м/с;
 H – высота канала, м;
 α – угол наклона пластин к горизонту, град.

Максимально возможная скорость движения пульпы в единичном канале, v_n , м/с, определится в этом случае из выражения

$$v_n = k_r L/t_q, \quad (2)$$

где k_r – поправочный коэффициент гидравлической неустойчивости потока в канале, связанный с гидравлическими сопротивлениями на входе и выходе из канала и принимаемый $\sim 0,9$ при длине канала более 2 м, и $\sim 0,75$ при длине канала 1,5-1 м. Отстойники с длиной единичного канала менее 1 м не рекомендуются к использованию ввиду малой их эффективности, обуславливаемой нестабильностью линий тока жидкости в канале.

Производительность осветлителя по пульпе, Q_{cr} , м³/с определяется выражением

$$Q_{cr} = k_{set} v_n S, \quad (3)$$

где k_{set} – коэффициент полезного объема блока или доля общей площади свободного сечения блока, зависящая от конструктивных параметров блока: количества и толщины пластин, перегородок между ними и т.п.

Пользуясь зависимостями 1-3, можно решать и обратную задачу: по имеющейся потребной производительности по питанию и гидравлической крупности питания рассчитать необходимые геометрические размеры осветлителя.

Общая формула, связывающая все параметры для расчетной производительности осветлителя м³/с, запишется в виде

$$Q_{cr} = k_{set} k_r L S v_r \cos \alpha / H. \quad (4)$$

Как следует из зависимостей 1-4, конструктивными факторами, определяющими производительность аппарата, являются, прежде всего, высота единичного канала, длина пластин и свободное сечение блока.

Следовательно, на эффективную работу тонкослойных осветлителей существенное влияние оказывают объемное содержание твёрдого в питании, гидравлическая крупность частиц и конструктивные факторы: рабочий объём аппарата, высота единичного канала, длина пластин и свободное сечение блока. Учёт всех этих факторов даст возможность получать слив с тонкослойных осветлителей с минимальным содержанием твёрдой фазы. Эффективное удаление твёрдого из промышленных стоков даст возможность повторного их использования в технологическом процессе, что благоприятно скажется на состоянии окружающей среды.

Список литературы

1. Бауман, А. В. Тонкослойные отстойники. Пластинчатые сгустители и блоки. – Новосибирск, 2014. – 18 с.
2. Обезвоживание продуктов обогащения полезных ископаемых : учеб. пособие для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования / В. Г. Науменко, В. Г. Самойлик, Н.А. Звягинцева, Е. И. Назимко ; ГОУВПО «ДОННТУ». – Донецк : ДОННТУ, 2019. – 183 с.