

Л.В. Бешта ассист., Д.А. Бешта, ассист., Л.И. Цвиркун проф.

## ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ В АППАРАТЕ “FLOATEX”

Обогащение шлама является в настоящее время важной проблемой, решение которой позволит не только снизить потери топлива с отходами, но и улучшить технологию обогащения углей, увеличить выход ценных продуктов обогащения и снизить себестоимость концентрата.

Гравитационные технологии занимают ведущее место среди других методов обогащения, особенно в практике переработки угля, золотосодержащих, вольфрамовых и руд черных металлов [1]. Данные технологии имеют высокую экономическую эффективность, так как высокая производительность гравитационных машин позволяет упрощать технологические схемы обогатительных фабрик. В результате чего снижаются удельные капитальные затраты на их строительство, уменьшается число обслуживающего персонала и снижается себестоимость переработки.

Элементами технологии гравитационного обогащения являются аппарат “Floatex” и связанные через технологический процесс локальные системы автоматического управления.

Для повышения качества обогатительных процессов необходимо научно обосновать методы расчета, прогнозирования и управления процессами, происходящими в технологическом аппарате “Floatex” [2]. При этом следует обратить внимание на то, что практически не изучено разделение материала в восходящих потоках жидкости в верхней его части.

Аппарат “Floatex” представляет собой сепаратор с стесненным осаждением в восходящем потоке воды [3]. Аппарат является емкостью, которая сужается к низу (рис. 1).

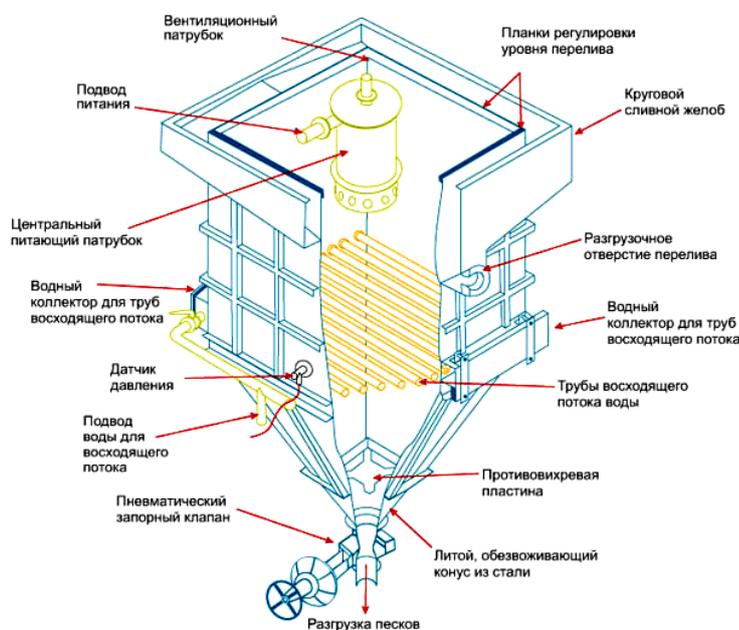


Рис. 1. Схема аппарата “Floatex”

По виду процессов, аппарат можно разделить на две части: отделения классификации (выше подачи воды) и отделения сбора и разгрузки тяжелых фракций (ниже подачи воды). Между ними располагается элемент (система трубок, установленных на определенном расстоянии друг от друга), образующий восходящие потоки жидкости. Через верхнюю часть в гидросепаратор непрерывно загружается

исходный минерал в виде пульпы, с содержанием 40-60% твердой фазы по массе. По мере поступления пульпы, минеральные частицы взаимодействуют с предварительно сформировавшейся пастелью, которая находится во взвешенном состоянии за счет восходящего потока воды, скорость которого определяется гранулометрией, плотнометрией питания и необходимой плотностью разделения пульпы. Потоки увлекают за собой легкие

минеральные фракции, и направляют их в сливной желоб. Тяжелые фракции опускаются вниз под действием силы тяжести и впоследствии удаляются через разгрузочное отверстие. Плотность взвешенного слоя поддерживается регулируемым сбросом избытка материала через разгрузочные клапана гидросепаратора. Крупные (тяжелые) частицы удаляются через клапана, которые управляются системой автоматического регулирования. Для бесперебойной работы гидросепаратора необходимо поддерживать постоянную подачу восходящего потока воды при постоянном давлении.

В национальном горном университете создана физическая модель “Floatex”, на которой проведены активные эксперименты по выявлению статических и динамических закономерностей разделения минерального сырья по крупности [4]. В качестве входных параметров использованы расход воды  $Q_в$ , расход перерабатываемого материала (песок)  $Q_n$ , средняя крупность песка  $D_{cp}$  и высота постели  $H$ , а в качестве выходных параметров – производительность и грансостав вымываемого продукта соответственно  $Q_p$ ,  $D_{p,cp}$  и  $\vec{\gamma}(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5)$ . Здесь  $\gamma_1$  – класс крупности, соответствующий  $0,2 \div 0,5$ ;  $\gamma_2$  –  $0,15 \div 0,2$ ;  $\gamma_3$  –  $0,1 \div 0,15$ ;  $\gamma_4$  –  $0,071 \div 0,1$ ;  $\gamma_5$  –  $0 \div 0,071$ .

Исследования проведены на основе полного факторного эксперимента с фиксированием кривых разгонов при ступенчатом изменении входных переменных в диапазонах их варьирования.

На основании проведенных экспериментов определялись дисперсии воспроизводимости опытов для каждой строки матрицы планирования. Проверка дисперсий на однородность выполнялась по критерию Кохерна [5]. Так как структуры искомым моделям априори неизвестны, то их вид определялся последовательным усложнением с одновременной проверкой на адекватность по критерию Фишера.

В результате обработки экспериментальных данных получены статические модели различной сложности. Так, например, зависимости  $D_{p,cp}(\gamma_3) = f_1(Q_в, D_{cp}, H)$  и  $Q_p = f_2(Q_в, Q_в Q_n, Q_в D_{cp}, Q_n D_{cp}, Q_n D_{cp})$  имеют вид:  $D_{p,cp}(\gamma_3) = 0,0005 + 0,0001 Q_в + 0,0001 D_{cp} + 0,0003 H$ , а зависимость от их сочетаний:  $Q_p = 15,276 + 2,415 Q_в + 2,587 Q_в Q_n + 1,569 Q_в D_{cp} + 3,458 Q_n D_{cp} - 1,58 D_{cp} H$ .

### Выводы

В результате анализа полученных закономерностей установлены степени влияния входных факторов на выходные величины и статистические закономерности разделения материала в восходящем потоке жидкости.

Полученные закономерности могут быть использованы при выборе алгоритмов управления аппаратом “Floatex”.

### Список литературных источников

1. А.К. Сокур. Обзор гравитационных технологий обогащения угольных шламов нефлотационной крупности. – Збагачення корисних копалин. №51, 2012. – с. 97-103.
2. Тихонов О.Н. Закономерности эффективного разделения минералов в процессах обогащения полезных ископаемых. – М.: Недра, 1984. – 200 с.
3. Кирнарский А.С., Иванченко А.Н. К вопросу эффективной работы гидросайзеров. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). № 8. 2002. – 54 – 62.
4. Д.О. Бешта, М.М. Трипутень, А.Ю. Мостика. Исследование процесса разделения на физической модели гравитационного классификатора. – Збірник наукових праць НГУ. № 32 – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2008. – с. 141-146.
5. Барский Е. Барский М. Оптимальные скорости потока воздуха в гравитационных процессах разделения и их соотношение со скоростями витания и осаждения частиц. – “Обогащение руд”. №2 2002