

В.Д. ВЕРНИГОРА,

А.Н. КОРОБОЧКА, д-р техн. наук

ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ ИЗ ШЛАМОВ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Запропонована технологія й комплексна система технологічного обладнання дозволить підвищити ефективність переробки металовмісних відходів незалежно від ступеня їхнього забруднення рідкими домішками (мастилом, водою, МОР, та ін.) і підвищити рівень екологічного захисту навколишнього середовища.

Ключові слова: шлам, миття, розподіл, металеві частинки, частинки абразиву, сушіння.

Предложенная технология и комплексная система технологического оборудования позволит повысить эффективность переработки металлосодержащих отходов независимо от степени их загрязнения жидкими примесями (маслом, водой, СОЖ и т.д.) и повысить уровень экологической защиты окружающей среды.

Ключевые слова: шлам, моющий раствор, разделение, металлические частицы, частицы абразива, сушка.

Шлам абразивной обработки металлов представляет собой влажную связанную массу. Металлические частицы такого шлама имеют форму неправильного многогранника, сегментов, чешуек, оплавленных шариков диаметром 25...70 мкм и длиной 470...530 мкм [1].

При обработке шаров и опилке деталей подшипников образуется шлам с размерами частиц от 60 мкм до 450...530 мкм, форма которых близка к чешуйчатой. Такой шлам представляет собой влажную текущую массу.

На заводских шламосборниках накапливается смесь шламов, образующихся в результате отливок и шлифования деталей подшипников качения, обкатки и доводки шаров и других подобных операций. Внешний вид шлама зависит от места его отбора и может меняться от влажной сыпучей до связанной массы. Для извлечения металлического порошка из шламов абразивной обработки металлов необходимо выполнять следующие операции:

1. Произвести процесс мойки шлама от остатков СОЖ и смазочных масел.

Для этого необходимо, чтобы твердые частицы шлама в процессе мойки в специальном моющем растворе находились во взвешенном состоянии. Моющий раствор, омывая движущиеся твердые частицы шлама, смывает с их поверхности остатки СОЖ и смазочных масел, растворяет спеченную масляную корку, связывающую металлические и абразивные частицы между собой. Это способствует разделению общей массы шламов абразивной обработки на отдельные отмытые от СОЖ и масел твердые частицы (металлические и абразивные) и моющий раствор, насыщенный остатками СОЖ и смазочными маслами.

2. Разделить металлические частицы и частицы абразива по плотности.

Находясь во взвешенном состоянии, твердые металлические частицы и абразивные частицы из-за различной плотности в моющем растворе будут находиться на разных горизонтальных уровнях в потоке моющего раствора.

Для разделения частиц по плотности необходимо придать им определенную горизонтальную скорость движения и установить горизонтальный разделитель таким образом, чтобы он смог разделить движущийся поток жидкости на два потока:

- поток, несущий металлические частицы;
- поток, несущий абразивные частицы.

3. Отделить металлические частицы от моющего раствора.

4. Отделить абразивные частицы от моющего раствора.

После разделения потоков необходимо отделить твердые частицы от моющего раствора.

95...98%. На рис.1. представлен один из вариантов комплекса непрерывно действующего оборудования, обеспечивающего водооборотный цикл эксплуатации моющего раствора.

Система оборудования для извлечения металлических частиц состоит из прямоугольного моющего жёлоба 1, разделителя 6, фильтровальных установок 7 и 10, маслоотделителей 9 и 12, насосов Н1, Н2 и Н3, резервуаров для перекачивания моющего раствора Б1, Б2, Б3, Б4 и Б5.

Принцип действия системы оборудования заключается в следующем. Шлам вместе с остатками СОЖ и моющим раствором поступает в жёлоб 1. Для того чтобы не происходило накопления твёрдых частиц на дне жёлоба 1, в донной части, по всей его длине на определённом расстоянии друг от друга расположены форсунки 2, подающие в вертикальном направлении моющий раствор. Благодаря этому твёрдые частицы в моечном растворе будут находиться во взвешенном состоянии. В начале жёлоба 1 установлена форсунка 3, подающая моющий раствор в горизонтальном направлении. Твёрдые частицы, находясь во взвешенном состоянии, перемещаются по жёлобу 1.

В процессе перемещения по жёлобу 1 через очередной ряд форсунок, подающих моющий раствор вертикально, твёрдые частицы приобретают вращательное движение. В результате этого твёрдые частицы, омываемые моющим раствором, будут освобождаться от оставшихся на их поверхностях масел и остатков СОЖ. Твёрдые частицы металла и частицы абразива, входящие в состав шлама, имеют различную плотность. Поэтому в процессе движения по жёлобу 1 происходит их разделение по плотности. Разделению твёрдых частиц способствует также конструкция разделителя 6. Данный разделитель имеет два отвода 5 и 6, расположенные в верхней и нижней его частях. Поток моющего раствора разделяется на две части и отводится в соответствующие резервуары Б1 и Б2.

Металлические частицы вместе с моющим раствором, СОЖ и смазочными маслами подают в резервуар Б1, а затем перекачивают насосом Н1 в фильтровальную установку 7. После фильтрации металлические частицы просушиваются в сушилке 8, а моющий раствор поступает в маслоотделитель 9, где происходит отделение смазочных масел. Отделенные масла накапливаются в ёмкости Б3, а моющий раствор поступает в бак Б5, откуда подаётся в жёлоб 1 для повторного использования.

Таким же образом происходит извлечение абразивных частиц из моющего раствора. После разделителя 6 абразивные частицы с моющим раствором, остатками СОЖ и маслами поступают в резервуар Б2. Моющий раствор подаётся в фильтровальную установку 10. После фильтрации абразивные частицы направляются на сушку в сушилку 11, а моющий раствор поступает в маслоотделитель 12 для удаления из него смазочных масел. Из маслоотделителя 12 смазочные масла удаляются в ёмкость Б4 для дальнейшей обработки, а моющий раствор поступает в бак Б5. Из бака Б5 с помощью насоса Н3 моющий раствор направляется в жёлоб 1.

Рассмотрим распределение скоростей движения жидкости в потоке моющего раствора при подаче его в донной части желоба. Расход моющего раствора вдоль оси X обозначим Q_x , а вдоль оси Y – Q_y .

В этом случае в донной части желоба скорость движения жидкости не равна нулю, а имеет вертикальную составляющую:

$$v_{py} = \frac{Q_y}{L \cdot d}, \text{ м/с.} \quad (1)$$

Расход моющего раствора вдоль оси X имеет переменную величину и изменяется по длине желоба:

$$Q_x = Q_{x0} + \frac{Q_y}{L} \cdot X$$

$$\cos \beta = \frac{v_{PX}}{v_P} ; \quad \sin \beta = \frac{v_{PY}}{v_P} .$$

Рассмотрим движение твердой частицы в потоке моющего раствора, когда распределение скоростей движения жидкости удовлетворяет уравнению:

$$v_P = \frac{2Q}{H^2 \cdot d} \cdot y , \text{ м/с.} \quad (6)$$

Применим подход Эйлера, считая неподвижной частицу, на которую набегаёт поток жидкости. На частицу действует поток жидкости F_c , сила тяжести mg , сила Архимеда F_A .

Величина силы Архимеда равна:

$$F_A = \rho_{жс} g \cdot v = \frac{\rho_{жс}}{\rho} mg , \text{ н} \quad (7)$$

Пусть вектор абсолютной скорости движения частицы \vec{v} наклонен к оси X под углом α . Тогда проекции скоростей потока жидкости относительно неподвижной частицы на оси X и Y будет иметь вид:

$$v_x^p = v_P - v \cos \alpha = v_P - v_x , \text{ м/с;} \quad (8)$$

$$v_y^p = v \cdot \sin \alpha = v_y , \text{ м/с.} \quad (9)$$

Учитывая (9), получим:

$$v_x^p = \frac{2Q}{H^2 \cdot d} \cdot y - \dot{x} , \text{ м/с,} \quad (10)$$

$$v_y^p = \dot{y} , \text{ м/с.}$$

Тогда величина скорости v^p равна:

$$v^p = \sqrt{(v_x^p)^2 + (v_y^p)^2} , \text{ или} \quad (11)$$

$$v^p = \sqrt{\left(\frac{2Q}{H^2 d} \cdot y - \dot{x}\right)^2 + \dot{y}^2} . \quad (12)$$

Вектор силы \vec{F}_c направлен вдоль вектора \vec{v}^p под углом γ к оси X (рис.3).

$$\cos \gamma = \frac{v_x^p}{v^p} ; \quad \sin \gamma = \frac{v_y^p}{v^p} .$$

$$F_{cy} = -c \dot{y} \sqrt{\left(\frac{2Q}{H^2 d} y - \dot{x}^2\right)^2 + y^2} \quad (16)$$

Далее пользуясь подходом Лагранжа, рассмотрим движение частицы относительно неподвижных осей X и Y. Дифференциальные уравнения движения частицы в проекциях на эти оси имеет вид:

$$m \ddot{x} = F_{cx}(y, \dot{x}, y); \quad (17)$$

$$m \ddot{y} = F_A - mg + F_{cy}(y, \dot{x}, y) \quad (18)$$

Подставив выражения, входящие в правые части уравнений, и разделив на массу m частицы, получим систему:

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= \frac{c}{m} \left(\frac{2Q}{H^2 d} y - \dot{x} \right) \sqrt{\left(\frac{2Q}{H^2 d} \cdot y - \dot{x} \right)^2 + y^2}; \\ \ddot{y} &= cg + \frac{c}{m} \cdot y \sqrt{\left(\frac{2Q}{H^2 d} \cdot y - \dot{x} \right)^2 + y^2}, \end{aligned} \quad (19)$$

$$c = \frac{\rho_{жс}}{\rho} - 1$$

где

Данная система двух нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка определяет движение частицы в движущемся потоке моечного раствора. Используя эти уравнения, можно для каждой конкретной частицы получить величину координаты Y при выходе из желоба путем численного интегрирования этих уравнений с помощью ЭВМ.

Выводы. Созданная таким образом комплексная система извлечения металлических частиц из шламов абразивной обработки металлов обеспечивает повышение эффективности переработки металлосодержащих шламовых отходов независимо от степени их загрязнения жидкими примесями (маслом, водой, СОЖ и т.д.) и высокого содержания в них частиц абразива больше 10% от общей массы шлама, позволяет многократно использовать моющий раствор в процессе переработки металлосодержащих шламов и даст возможность повысить уровень экологической защиты окружающей природной среды.

Список литературы

1. А.М. Тихонцов, В.И. Нечипоренко, А.Н. Коробочка и др. Механизация трудоемких и вспомогательных процессов в механических цехах. Справочник /Под общ. ред. А.М.Тихонцова. –К.: Техніка, 1979. -№4, -15с.
2. А.с. 694216 СССР, МКИ² В 03 С 1/24. Способ разделения жидкости, содержащей металлические включения.
3. Акопов М.Г. Основы обогащения углей в гидроциклонах. –М.: Недра, 1967, - 178с.
4. А.М. Тихонцов, А.Н. Коробочка. Технологическая очистка СОЖ // Технология и организация производства. – 1979. - №4, - 15с.

Рис.3. Проекция скоростей потока относительно неподвижной частицы на оси X и Y.

Рис.3. Проекция скоростей потока относительно неподвижной частицы на оси X и Y.

Рис.2. Эпюра скоростей при наличии подачи моющего раствора в донной части желоба