

1. Изменяя технологические параметры, предоставляется возможность обеспечить устойчивую работу любой выемочной машины с любыми вариантами ее компоновочных решений.

2. Выемочные машины с одним исполнительным органом, расположенным впереди корпуса, требуют для устойчивой работы до 35° наклон очистной линии забоя относительно линии падения пласта.

3. На пластах крутонаклонного падения целесообразно применение очистных комбайнов с разнесенными по концам корпуса барабанами, более устойчивых в плоскости пласта при выемке угля.

4. Применение очистного комбайна нового технического уровня, со сближенными барабанами, расположенными впереди корпуса и опережающим верхним, возможно на крутых и крутонаклонных выбросоопасных пластах.

5. Весьма перспективным является применение машины МНГ, позволяющей в безлюдном варианте производить подготовку восстающей выработки по углю на всю высоту этажа по предварительно пробуренной скважине.

УДК 622.75(075.8)

А.М. Туркенич, В.И. Федоров

ТЕЧЕНИЕ ПУЛЬПЫ ПО НАКЛОННЫМ ВПАДИНАМ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ПЛАСТИН РОТОРНЫХ ГРАВИТАЦИОННЫХ СЕПАРАТОРОВ

В статті приведено приблизне рішення задачі течії рідини уздовж похилих западин еліптичного профілю. Приведені формули дозволяють визначити середню швидкість та продуктивність течії рідини. Отримані результати можуть бути використані для розрахунку технологічних параметрів роботи роторних гравітаційних сепараторів із штампованими пластинами. Бібліогр.: - 1 найм.

Для гравитационного обогащения тонкозернистых материалов фирмой "Магнитные и гидравлические технологии" разработан роторный сепаратор, в котором течение пульпы осуществляется по вертикальным пластинам, имеющим на своих поверхностях наклонные выступы и впадины. Тяжелые частицы оседают во впадинах, а легкие уносятся стекающей с пластин пульпой. После прекращения подачи питания тяжелые частицы удаляют с пластин под действием смывной воды.

Ширина зазоров между пластинами составляет 4-5 мм. Пульпа в зазоры подается в виде отдельных струй. Благодаря постоянному смещению

пластин относительно друг друга струи обязательно касаются стенок пластин и пульпа растекается по ним в виде пленки. Дальнейшее течение пульпы вниз происходит по наклонным впадинам пластин. Пульпа во впадинах удерживается за счет поверхностного натяжения. Свободная поверхность пульпы ограничена мениском устойчивой формы. По данным различных авторов диаметр такого мениска составляет от 3,75 до 10 мм. Наши исследования течения пульпы вдоль наклонных впадин прямоугольного профиля показали, что при ширине впадины более 4 мм мениск вдавливаются вглубь впадины под действием атмосферного давления. Следовательно, эта ширина впадины равна диаметру мениска устойчивой формы. Исходя из изложенного, при любом профиле впадины ее глубина должна быть такой, чтобы ширина свободной поверхности пульпы, текущей вдоль впадины, не превышала 4 мм. Например, впадина треугольного профиля с углом при вершине 90° , имеет глубину 2 мм, а глубина впадины эллиптического профиля будет еще меньше. Течение пульпы под действием силы тяжести вдоль наклонных впадин с такими размерами поперечного сечения осуществляется только в ламинарном режиме. Благодаря гарантированному отсутствию турбулентности происходит осаждение и накопление во впадинах тяжелых тонкозернистых частиц.

Пульпу на пластинах необходимо подавать с такой производительностью, при которой она будет течь только вдоль впадин. Если производительность превышает этот предел, то возникает течение пульпы вкrest простираения впадин и технологический процесс гравитационного обогащения нарушается. В то же время, именно такой режим течения смывной воды необходим для удаления с пластин осевшего во впадинах тяжелого продукта. Для определения требуемых производительностей по пульпе и смывной воде нами выполнено решение задачи течения жидкости вдоль наклонной впадины, расположенной на боковой поверхности пластины.

В результате изготовления пластин методом штамповки внутренняя поверхность впадин имеет скругленный профиль, который достаточно точно может быть описан уравнением эллипса. Такой профиль впадины и ламинарное течение в ней пульпы позволяют использовать в качестве первого приближения Лойцянским [1] решение задачи течения жидкости по трубе эллиптического профиля.

Известно, что при установившемся ламинарном течении жидкости по цилиндрической трубе распределение скорости v в поперечном сечении Оху описывается уравнением Пуассона

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = \frac{\Delta p}{\mu Z} \quad (1)$$

где Δp - постоянная вдоль трубы падения давления на произвольно выбранном участке длиной Z ; μ - динамическая вязкость жидкости.

Если сечение трубы в плоскости Oxy представляет собой эллипс с полуосями a и b , то решение уравнения Пуассона, удовлетворяющее условию "прилипания" жидкости к стенкам, будет

$$v = \frac{\Delta p}{2\mu Z} \cdot \frac{a^2 b^2}{a^2 + b^2} \left(1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}\right) \quad (2)$$

В нашем случае, по впадине эллиптического профиля течет жидкость с открытой поверхностью. Следовательно, кроме условия "прилипания" жидкости на стенках должно удовлетворяться еще условие равенства нулю градиента скорости по нормали к этой поверхности. Однако, производная по x правой части уравнения (2) такому условию не удовлетворяет.

В связи с этим, нами было получено уравнение распределения скорости по сечению потока жидкости во впадине эллиптического профиля.

$$v = A \left\{ n + \frac{2Lx}{a} + \frac{2Lx}{a^2} + \frac{2Ly}{ab} - \frac{x^2}{a^2} - \frac{my^2}{b^2} - P(x-L)^2 \right\}, \quad (3)$$

где L - координата открытой поверхности жидкости во впадине при ее максимальном заполнении, P - коэффициент, подбираемый таким образом, чтобы свести к минимуму скорость жидкости на стенках впадины.

$$n = \frac{a - 2L}{a}; \quad m = \frac{b^2(L^2 - 3 \cdot 10^{-6}) + a^2 y_0^2}{a^2 y_0^2},$$

где y_0 - координаты точки касания поверхности впадины открытой поверхностью жидкости при $x = L$.

$$A = \frac{\rho g \sin \alpha}{2\mu} \cdot \frac{a^2 b^2}{b^2 + a^2 m}$$

где ρ и μ - плотность и динамическая вязкость жидкости, g - ускорение силы тяжести, α - угол наклона впадины.

Полученное уравнение (3) точно удовлетворяет условию отсутствия градиента скорости на поверхности жидкости, приближенно удовлетворяет условию "прилипания" жидкости к стенкам впадины, а его вторая

производная правой части является постоянной и, следовательно, удовлетворяет уравнению Лапласа (1).

Секундный объемный расход жидкости по впадине эллиптического профиля

$$Q = \iint_S v \, dx \, dy$$

где S - площадь сечения эллипса.

Произведя двойное интегрирование, получаем

$$\begin{aligned} Q = & 2A \left\{ C \left[a^2 \left(1,57 - \arcsin \frac{L}{a} \right) - L(a^2 - L^2)^{1/2} \right] - \right. \\ & - dL(a^2 - L^2)^{3/2} + \frac{2Lb}{3a^3}(a^2 - L^2)^{3/2} + \frac{Lb}{a}(a - L) - \frac{Lb}{3a^3}(a^3 - L^3) - \\ & - P \left[0,2b^3a - 0,67bLa^2 + 1,8bL^2a - \frac{b^3L}{12a^3}(a^2 - L^2)^{3/2} - \right. \\ & \left. \left. - \frac{b^3L + 4bL^3}{8a}(a^2 - x^2)^{1/2} - \frac{b^3a + 4bL^2a}{8} \arcsin \frac{L}{a} - \frac{bL^4}{3a} \right] \right\}, \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{где } C = \frac{nb}{2a} - \frac{b}{8a} - \frac{mb}{8a}; \quad d = \frac{b}{4a^3} - \frac{mb}{12a^3}.$$

Средняя скорость течения жидкости вдоль впадины равна отношению секундного объемного расхода Q к площади сечения потока

$$S = ab \arccos \frac{L}{a} - \frac{Lb}{a}(a^2 - L^2)^{1/2}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{Q}{ab \arccos \frac{L}{a} - \frac{Lb}{a}(a^2 - L^2)^{1/2}} \quad (5)$$

Например, течение воды осуществляется по впадине эллиптического профиля с параметрами $a = 10 \cdot 10^{-3}$ м; $b = 3 \cdot 10^{-3}$ м; $L = 8,2 \cdot 10^{-3}$ и угле наклона впадины $\alpha = 15^\circ$. Подставляя приведенные данные в уравнении (4), получаем, что при $P = 60$, производительность, с которой вода течет по впадине, $Q = 120$ см³/мин. Значение параметра P принято в данном случае из условия равенства рассчитанной производительности и определенной экспериментальным путем. Средняя скорость течения воды во впадине $v_{\text{ср}} = 0,47$ м/с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1973. - 847 с.