

САМОФУТЕРОВКА ЛОПАСТЕЙ В УДАРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ МЕЛЬНИЦЕ

В ударно-центробежных мельницах основным рабочим органом является ускоритель, представляющий собой два диска, между которыми закреплены лопасти с некоторой формой контактной поверхности.

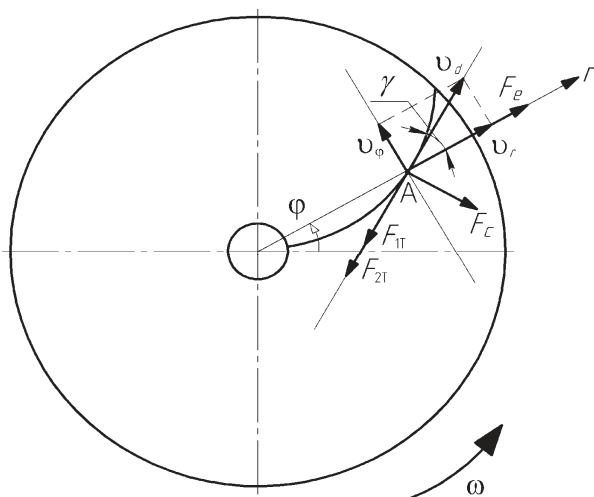


Рисунок 1 – Схема движения

На срок службы последних оказывает сильное влияние абразивность измельчаемого материала, скорость вращения и геометрические параметры лопастей. Одним из способов повышения их износоустойчивости является использование самофутеровки. Для определения условий, при которых возможно это явление, было рассмотрено движение по поверхности лопасти, выполненной в форме логарифмической спирали, частицы измельчаемого материала (т. А).

На нее действуют переносная F_e и кориолисова F_c силы инерции, силы трения о диск F_{1T} и лопасть F_{2T} (рисунок 1) [1].

Уравнение относительного движения частицы измельчаемого материала по поверхности лопасти имеет вид:

$$m\vec{a}_d = \vec{F}_{1T} + \vec{F}_{2T} + \vec{F}_e + \vec{F}_c. \quad (1)$$

Условия «залегания» (неподвижного расположения) частицы материала на лопасти, при которых обеспечивается принцип самофутеровки, можно записать следующим образом:

$$\vec{F}_{1T} + \vec{F}_{2T} \geq \vec{F}_e + \vec{F}_c. \quad (2)$$

Спроецировав все силы выражения (2) на направление движения r частицы материала по лопасти (см. рисунок 1) получим:

$$F_{1T} + F_{2T} \geq F_e \cos \gamma. \quad (3)$$

Наихудшим условием для залегания частицы материала на поверхности лопасти является отсутствие контакта с диском ($F_{1T} = 0$). Т. е. формула (3) может быть записана следующим образом:

$$F_{2T} = fN = f(F_c + F_e \sin \gamma) = f(2m\omega v_d + m\omega^2 r \sin \gamma) \geq F_e \cos \gamma = m\omega^2 r \cos \gamma, \quad (4)$$

где f – коэффициент трения частицы по поверхности лопасти; N – нормальная реакция связи, Н; m – масса частицы материала, кг; ω – угловая скорость ускорителя, рад/с; v_d – относительная скорость движения частицы, м/с; r – текущий радиус частицы на лопасти, м.

Синус и косинус угла γ можно рассчитать по формулам:

$$\sin \gamma = \frac{v_\phi}{v_d} = \frac{r\dot{\phi}}{\sqrt{\dot{r}^2 + (r\dot{\phi})^2}}; \quad \cos \gamma = \frac{v_r}{v_d} = \frac{\dot{r}}{\sqrt{\dot{r}^2 + (r\dot{\phi})^2}}. \quad (5)$$

где v_ϕ и v_r – соответственно окружная и радиальная составляющие относительной скорости движения частицы по поверхности лопасти, м/с.

Лопастей ускорителя ударно-центробежной мельницы рекомендуется выполнять в виде логарифмической спирали, которая в полярной системе координат описывается следующими уравнениями:

$$r = a^\phi; \quad \phi = \log_a r; \quad \dot{\phi} = \frac{\dot{r}}{r \ln a}; \quad r\dot{\phi} = \frac{\dot{r}}{\ln a}, \quad (6)$$

где a – параметр кривизны логарифмической спирали.

С учетом формул (5) и (6) условие (4) было преобразовано к виду:

$$\dot{r} \geq \frac{\omega r \ln a (\ln a - f)}{2f (\ln^2 a + 1)}. \quad (7)$$

Результаты расчетов по выражению (7) показали, что «граничная» скорость v_r , при которой начинается эффект самофутеровки, возрастает при повышении a и/или ω . Причем после образования на лопастях ускорителя первого защитного слоя из частиц материала дальнейшее залегание последних способно осуществляться при угловых скоростях примерно в 3...3,5 раза меньших, чем граничная. Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать, что при неправильном подборе конструктивных и технологических параметров ударно-центробежной мельницы ее эксплуатация может осуществляться в неэффективном режиме работы, когда движение частиц вдоль лопастей будет сильно затруднено. Однако использование предложенной методики расчета самофутеровки лопастей позволяет правильно выбрать кинематические характеристики и геометрические размеры помольного агрегата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайтехович П.Е., Гребенчук П.С., Таболич А.В. Модель движения материала в роторе-ускорителе центробежно-ударной дробилки // Труды БГТУ, № 3 (167). Химия и технология неорганических веществ. – 2014. – С. 102–104.