

4. РАСЧЁТ МОЛОТКОВЫХ ДРОБИЛОК

Исходными данными при проектировании дробилок должны быть: производительность дробилки q_p , кг/с, потребная степень измельчения материала λ , а также характеристика его физико-механических свойств.

Основными параметрами дробилки, которые подлежат расчёту, являются: размеры барабана, показатели кинематического режима, размеры молотков и порядок их размещения, а также энергетические показатели.

Основные размеры дробильного барабана – диаметр D и длина L обуславливают рабочий объём дробильной камеры. Эти размеры должны быть достаточными, чтобы обеспечить пропускную способность дробилки, равную заданной производительности.

Промышленность выпускает дробилки с барабанами двух типов: I тип – $k_1 = D/L = 1...2$ и II тип $k_2 = D/L = 4...7$.

У барабанов I типа до 50% массы сосредоточено в пакетах молотков, пальцев и шайб, но эти массы расположены близко от оси вращения, в результате чего момент инерции барабана относительно невелик и они имеют эллипсоид инерции, близкий к шару, а отсюда легче поддаются балансировке. У барабанов II типа только до 18% массы сосредоточено в пакетах молотков, они менее металлоёмки, но требуют тщательной балансировки.

Связь между размерами барабана и заданной производительностью выражается через показатель q' удельной нагрузки. Удельной нагрузкой дробилки называется отношение секундной расчётной производительности q_p к площади диаметральной проекции DL барабана, т.е. $q' = q_p/DL$.

В существующих кормодробилках значения удельной нагрузки $q' = 2...3$ кг/(с·м²) при скорости молотков $v_m = 45...55$ м/с или $q' = 3...6$ кг/(с·м²) при $v_m = 70...80$ м/с и средней крупности дерти (решето в камере с отверстиями диаметром 6 мм).

Исходя из вышеизложенного, определяется диаметр ротора

$$D = \sqrt{\frac{kq_p}{q'}}. \quad (2.28)$$

Расстояние от оси подвеса до наружной грани молотка находим из соотношения $l = 0,145D$.

При диаметре барабана меньше 0,4 м значение l следует выбирать больше, например $l = 0,2D$, иначе молотки получаются недостаточной длины.

Длину a и ширину b молотка ориентировочно выбирают по соотношениям: $a = 1,5l \approx 0,23D$, $b \approx (0,4 \dots 0,5)a \approx 0,1D$. Диаметр отверстия под палец принимают $d = 18 \dots 20$ мм. Радиус подвеса молотков определяют по формуле $R_{\text{п}} = D/2 - l$.

Устойчивость движения молотков проверяют по условию (2.27), после чего уточняют размеры барабана.

Число молотков z барабана определяют по формуле

$$z = \frac{(L - \Delta L)k_z}{\delta}, \quad (2.29)$$

где ΔL – суммарная толщина дисков, не перекрываемая молотками, м; k_z – число молотков, идущих по одному следу ($k_z = 1 \dots 6$); δ – толщина молотков, принимается 0,002; 0,004; 0,01 м.

Молотки размещают на барабане по развёртке двух- или трёхзаточного винта или «след в след» (рядовое расположение). По опытным данным оба способа одинаковы, но второй проще в эксплуатации.

Скорость молотков v_m определяется по выражению (2.21), после чего определяется частота вращения барабана n (мин^{-1}), $n \geq 60v_m / \pi D$.

Исходя из полученных конструктивных размеров, определяют производительность дробилки

$$Q = \frac{k_1 \rho D^2 L n}{60}, \quad (2.30)$$

где k_1 – эмпирический коэффициент, зависящий от типа и размеров отверстий сита (для сит с отверстиями диаметром до 3 мм), $k_1 = (1,3 \dots 1,7) \cdot 10^{-4}$, для чешуйчатых сит с отверстиями диаметром 3...10 мм, $k_1 = 2,2 \cdot 10^{-4}$, причём меньшее значение k_1 принимают для отверстий меньшего диаметра); ρ – объёмная масса измельчённого продукта, кг/м^3 (см. прил. Б).

При $Q \leq q_p$ необходимо увеличивать частоту вращения n .

Распределение затрат энергии по отдельным элементам рабочего процесса дробилки характеризуется уравнением баланса мощности

$$N = N_{\text{н}} + N_{\text{ц}} + N_{\text{х.х}}, \quad (2.31)$$

где $N_{\text{н}}$ – мощность, расходуемая непосредственно на разрушение (измельчение) материала, кВт; $N_{\text{ц}}$ – мощность, расходуемая на циркуляцию материала в камере дробилки, кВт; $N_{\text{х.х}}$ – мощность холостого хода, кВт.

Расход мощности на измельчение

$$N_{\text{и}} = QA_{\text{и}}, \quad (2.32)$$

где $A_{\text{и}}$ – работа, расходуемая на измельчение 1 кг материала, Дж/кг.

Расход мощности на циркуляцию

$$N_{\text{ц}} = k_{\text{в}}(1 + k_{\text{ц}}\mu_{\text{ц}}) v_{\text{м}}^3, \quad (2.33)$$

где $k_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий конструкцию и режим работы измельчающего барабана как вентилятора; $k_{\text{ц}}$ – кратность циркуляции материала; $v_{\text{м}}$ – окружная скорость молотков, м/с.

Мощность холостого хода $N_{\text{х.х}}$ выбирают по опытным данным в размере 15...20% от мощности измельчения $N_{\text{и}}$.

Часовая производительность дробилки

$$Q = \frac{360\pi DLh_{\text{с}}\mu_{\text{ц}}}{t}, \quad (2.34)$$

где $h_{\text{с}}$ – толщина слоя материала, м; t – продолжительность пребывания корма в камере дробления, с.

Удельный расход энергии на процесс измельчения

$$N_{\text{уд}} = \frac{N}{Q}. \quad (2.35)$$