

9. РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ПРИВОДА ФОРМУВАЛЬНИХ МАШИН

О.А.Коваль, В.С.Гуць

Національний університет харчових технологій

Для формування харчових продуктів витрачається енергія. Розрахунок її оптимальної кількості – складна інженерна задача. Пов'язано це перш за все з різними структурно-механічними властивостями дисперсних систем що стискаються. За реологічними (структурно-механічними) властивостями подрібнене м'ясо, сирна маса, тісто та інші харчові дисперсні системи можна представити як реологічне тіло з в'язко-пружними властивостями. Механічна модель такого тіла має вигляд послідовно з'єднаного в'язкого елемента μ з пружним c . Під дією змінної у часі напруги $\tau(t)$ м'ясо деформується за законом який можна описати диференціальним рівнянням

$$\tau(t) + \frac{\mu}{c} \dot{\tau}(t) = \mu \dot{x}(t) = \mu \dot{x}(t) \quad ,$$

(1)

де x – відносна деформація (безрозмірна величина);

$\dot{x}(t) = \frac{dx}{dt}$ - швидкість деформування, 1/с;

$\dot{\tau}(t) = \frac{d\tau}{dt}$ - швидкість зміни напруги Пас⁻¹.

Коли формування відбувається періодичним повільним стисканням при $\tau(t) = \text{const}$, врахувавши початкові умови $t = 0 \Rightarrow x(0) = x_0$, та тривалість дії напруги $t = t_n$, розв'язок диференціального рівняння (1) буде:

$$x(t) = \frac{1}{\mu} \tau t + x_0$$

(2)

Виконавши диференціювання рівняння (2), отримаємо швидкість деформування

$$\frac{dx}{dt} = V = \frac{\tau}{\mu} \quad (3)$$

Енергія A (робота) та її витрати N (потужність) на деформування будуть:

$$A = A_1 + A_2 = \frac{\tau^2 t}{\mu} + \tau x_0 \quad (4)$$

$$N = \frac{A}{t} = \frac{\tau^2}{\mu} + \frac{\tau x_0}{t_1} \quad (5)$$

Тобто, коли відома тривалість t_2 стискання харчової дисперсної системи постійним навантаженням τ , з рівнянь (4), (5) можна визначити енергетичні параметри процесу формування.

Якщо помножити A і N на кількість одночасно працюючих робочих формуючих пристроїв, то можна розрахувати загальні (сумарні) енерговитрати і відповідно ефективність формування, пресування, стискання. Знаючи швидкість деформування можна визначити продуктивність машини.

Вибрана реологічна модель має свої особливості, а саме: миттєве початкове деформування пружини та поступове демпфера. Врахувавши це для практичних розрахунків швидкість деформування визначимо наступним чином

$$V(t) = \frac{F_n (c - \mu a)}{\mu c} e^{-at} + \frac{x_0}{t_1} \quad (6)$$

Робота деформування буде

$$A_2 = \frac{F_n^2 (c - \mu a)(e^{-2at_2} - 1)}{2\mu c a} + F_n x_0 \quad (7)$$

Витрати енергії (потужність)

$$N_2 = \frac{F_n^2 (c - \mu a)e^{-2at_2}}{\mu c} + \frac{F_n x_0}{t} \quad (8)$$

ВИСНОВОК. Отримані енергетичні характеристики робота деформування A і її реальні витрати дають можливість розрахувати оптимальну потужність N електродвигуна до формуючих машин. Підібрати його. А це в свою чергу приведе до економії енергоресурсів.