

УДК 664.61

В.І. Бадишук, канд. техн. наук, Д.І. Паньків

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СУМІЩЕННЯ РІЗНИХ ТИПІВ БОРОШНА

V. Badyschuk, Ph. D., D. Pankiv

SIMULATION PROCESS AUTOMATION AND COMBINATION DIFFERENT TYPES OF FLOUR

Враховуючи те, що принцип побудови роботи безлопатевої тістомісильної машини є циклічним, то коливальні процеси, які її супроводжують, мають вимушений гармонійний характер. Коли маса тіста рухається із швидкістю V_t (м/с) між місильним барабаном і пластифікатором відбувається рух пластифікатора під дією тіста, тобто з деяким тиском на важіль пружини. Важіль є поверхня пластифікатора, що рухається шарнірно. Отже на поверхню діє невривноважена рушійна сила рухомого тіста. Відповідно дії тіста, діє сила опору пружини, що хоче повернути пластифікатор в попереднє положення.

Величина деформації пружного зв'язку $x(t)$ змінюється з часом, а сила пружного зв'язку (x, X) представлена у вигляді системи: $(x, X) = F(x) + (x)$, де, $F(x)$ - відновлююча пружна сила; $F_a(X)$ - непружна сила дисипації.

Напружена сила дисипації $F_d(x)$ визначає незворотне розсіювання енергії у навколишнє середовище, у матеріалі пружних елементів.

На тісто діють: сила тяжіння G , сила внутрішнього тертя F_t , сила прилипання до пластифікатора (адгезійна) F_{np} , сила ковзання до пластифікатора F_{me} , сила нормальної реакції з боку пластифікатора N , а також сила з боку маси тіста (рушій) F_r , що виникає внаслідок дії місильного барабана. Диференціальні рівняння руху елемента середовища в проєкціях на координатні осі: $m \ddot{x} + a \dot{x} + kx = fN \cdot \sin \alpha + F_p \cdot \cos \omega t$

Тоді рівняння руху буде:

$$m \ddot{x} + ax + kx = f(G \sin \alpha - F_m \cos \alpha - F_p \cos \alpha) \sin \alpha + F \cos \omega t$$

Диференціальне рівняння коливної системи має вигляд:

$$m \ddot{x} + b \cdot \pi \cdot \eta \cdot R \cdot (1 + f \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha) \cdot \dot{x} + k \cdot (1 + f \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha) \cdot x = m \cdot g \cdot f \cdot \sin^2 \alpha + \frac{\Delta P}{m \cdot \rho \cdot \beta} \cdot \left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 \cdot \frac{\cos \omega \tau}{\tau}$$

$$\ddot{x} + \frac{b \cdot \pi \cdot \eta \cdot R}{m} \cdot (1 + f \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha) \cdot \dot{x} + \frac{k}{m} \cdot (1 + f \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha) \cdot x = g \cdot f \cdot \sin^2 \alpha + \frac{\Delta P}{m \cdot \rho \cdot \beta} \cdot \left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 \cdot \frac{\cos \omega \tau}{\tau}$$

Зробивши цілий ряд перетворень та розрахунків, шукане рівняння можна представити у вигляді:

$$X = \bar{X} + \dot{X} = e^{-a\tau} [c_1 \cdot \cos \beta \tau + c_2 \sin \beta \tau] + [D_1(\tau) \cos \beta \tau + D_2(\tau) \sin \beta \tau] e^{-a\tau},$$

$$D_1(\tau) = \frac{1}{\beta} \int_0^{\tau} e^{-a\tau} \sin \beta \tau (A + B e^{-\theta \tau} \cos \omega \tau) d\tau$$

$$D_2(\tau) = \frac{1}{\beta} \int_0^{\tau} e^{-a\tau} \cos \beta \tau (A + B e^{-\theta \tau} \cos \omega \tau) d\tau$$

$$X = a e^{-a\tau} [(c_1 + D_1(\tau)) \cos \beta \tau + (c_2 + D_2(\tau)) \sin \beta \tau] \sin \beta \tau$$

$$\dot{X} = -a e^{-a\tau} [c_1 \cdot \cos \beta \tau + c_2 \sin \beta \tau] + e^{-a\tau} [D_1' \cos \beta \tau - D_1 \beta \sin \beta \tau + D_2' \sin \beta \tau + \beta (c_2 + D_2(\tau) \cos \beta \tau)]$$