

Міністерство освіти та науки України
Національний університет харчових технологій

**Міжнародна наукова конференція,
присвячена 130-річчю
Національного університету
харчових технологій**

**«Нові ідеї в харчовій
науці – нові продукти
харчовій промисловості»**

13-17 жовтня 2014 року

Київ НУХТ 2014

Математичні методи в розрахунках енерговитрат на транспортування вантажу

В.С. Гуць, С.І. Резніков

Національний університет харчових технологій

Важливим фактором атестації робочих місць працівників проєктування технологічних ліній є мінімізація енерговитрат на транспортні операції. Якщо вантаж пересувається по шорсткій похилій площині, то диференціальне рівняння руху має такий вигляд:

$$m \frac{d^2s}{dt^2} = P(t) - fmg \cos\alpha + mg \sin\alpha \quad (1)$$

де $P(t)$ – рушійна сила, m – маса вантажу, α – кут нахилу площини, f – коефіцієнт тертя, s – переміщення вантажу.

Витрати енергії A на переміщення вантажу обчислюється за формулою

$$A = \int_0^t P(t_1) ds(t_1).$$

Виходячи із рівняння (1)

$$ds(t) = \left[\frac{1}{m} \int_0^t P(t_1) dt_1 - (f \cos\alpha - \sin\alpha)gt_1 + v(0) \right] dt,$$

де $v(0)$ – початкова швидкість руху.

Випадки, коли рушійна сила стала $P = const = a$ або змінюється у часі за лінійним $P(t) = a + bt$ чи нелінійним $P(t) = a + bt^2$ законами, які можна практично реалізувати.

При виконанні інженерних розрахунків необхідно визначати витрати енергії A за одиницю часу:

$$N = \frac{dA}{dt},$$

Для випадку, коли рушійна сила постійна:

$$\begin{aligned} N_1 &= a \left[\frac{a}{m} - (f \cos\alpha - \sin\alpha)g \right] t + v(0); \\ N_2 &= \frac{b^2}{2m} t^3 + b \left[\frac{3a}{2m} - (f \cos\alpha - \sin\alpha)g \right] t^2 + \\ &+ \left[\frac{a^2}{m} - (f \cos\alpha - \sin\alpha)g + bv(0) \right] t + av(0); \\ N_3 &= \frac{b^2}{3m} t^5 + b \left[\frac{4a}{3m} - (f \cos\alpha - \sin\alpha)g \right] t^4 + bv(0) t^2 - \\ &- a(f \cos\alpha - \sin\alpha)g t + av(0). \end{aligned}$$

Результати аналітичних досліджень запропонованої математичної моделі, дають можливість розрахувати переміщення вантажу по шорсткій поверхні, швидкість його руху, енергетичні витрати у розглянутих випадках сталої та змінної за лінійним і нелінійним законами рушійної сили. Більш точний результат можна отримати, якщо врахувати вплив сторонніх факторів та вітрових потоків на переміщення вантажу, які функціонально пов'язані зі швидкістю руху за лінійним законом $P_{\text{ш}} = k \frac{ds}{dt}$ при відносно невеликих швидкостях та квадратичним

$P_{\text{ш}} = k_1 \left(\frac{ds}{dt} \right)^2$ – при великих швидкостях, які мають місце при швидкісному фракціюванні та пакуванні вантажів.