

### 3. Енерговитрати при переміщенні вантажу

**Манефа Іванова, Віктор Гуць**

*Національний університет харчових технологій*

**Вступ:** Одним з шляхів підвищення продуктивності праці і зменшення травматизму на підприємствах харчової промисловості, громадського харчування є механізація важкої фізичної праці. Ручне переміщення вантажу часто призводить до його падіння, або падіння працівника і, як наслідок, до травмування останнього та матеріальних збитків від пошкодження вантажу.

**Матеріали і методи:** В державах СНГ нормується максимальна вага вантажу, що піднімається, та енерговитрати при його переміщенні на відстань. При переміщенні вантажу вручну напольним транспортом або без конвеєрним підвісним шляхом, рекомендоване максимальне зусилля не повинно перевищувати 300 Н.

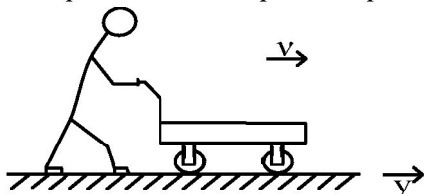
Для впровадження необхідного для забезпечення оптимального фізичного навантаження на працівника засобу механізації при ручному переміщенні вантажу, атестації робочих місць вантажників, підсобних та інших робітників, які виконують важку фізичну роботу, треба вміти, в кожному конкретному випадку, розраховувати енерговитрати.

**Результати:** При транспортуванні вантажу напольним транспортом зусилля  $P$ , яке прикладає робітник, розраховуємо, склавши диференціальне рівняння руху:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + T = P, \quad (1)$$

де  $m$  – маса вантажу з візком;  $T$  – сила опору руху.

Розглянемо спрощений інженерний підхід до розрахунку енергії, необхідної для переміщення вантажу по горизонтальній твердій поверхні.



Сила опору  $T$ , яка виникає при пересуванні вантажу залежить від конструкції візка. Якщо візок обладнано колесами, які обертаються на цапфах, тоді сила опору:

$$T = T_1 + T_2, \quad (2)$$

де  $T_1$  – сила опору, яка виникає від кочення ролика по поверхні  $T_1 = \frac{2\lambda}{D} mg$ ,  $T_2$  – сила опору, яка виникає від тертя в цапфі ролика. Якщо використовується підшипник ковзання  $T_2 = \frac{\mu d}{D} mg$ . В рівняннях  $\lambda$  – коефіцієнт тертя кочення ролика по поверхні;  $\mu$  – умовно прийнятий коефіцієнт тертя ковзання (при встановленні шарикопідшипника  $\mu = 0,03 \div 0,05$ ; для підшипника ковзання при наявності змащення  $\mu = 0,1 \div 0,15$ ).

З урахуванням опору руху повітря диференціальне рівняння (1) запишемо:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + k \frac{dy}{dt} + T = P \quad (3)$$

де  $k$  – коефіцієнт опору повітря ( $k = 0,05 \div 0,1$ ).

Розв'язок рівняння (3) при початкових умовах:  $t = 0 \Rightarrow y(0) = 0; \frac{dy}{dt} = 0$ .

$$y = \frac{P - T}{k^2} \left( m e^{-\frac{kt}{m}} + kt - m \right) \quad (4)$$

Виконавши диференціювання рівняння (4) отримаємо швидкість руху візка:

$$v = \frac{dy}{dt} = \frac{P - T}{k} \left( 1 - e^{-\frac{kt}{m}} \right) \quad (5)$$

Енерговитрати на транспортування вантажу розраховуємо, підставивши в рівняння  $N = P \cdot v$  значення величин  $P$ ,  $T$ ,  $k$ ,  $m$ ,  $t$ ,  $y$ . Трудовим законодавством рекомендовано роботу, яка виконується протягом робочої зміни за одну годину робочого часу не більше  $2 \cdot 10^4$  Н·м. Ця норма є орієнтовною і залежить від метеорологічних умов в яких виконується ручне транспортування вантажу.

**Висновки:** Результати досліджень дозволять розрахувати енерговитрати на транспортування вантажу, здійснювати проектування виробничих приміщень з оптимальними транспортними схемами, що зменшить використання важкої фізичної праці.

### **Література**

1. Енергетика піднімання вантажів у пакувальному обладнанні / А.І. Соколенко, М.М. Хваста, І.Ф. Максименко і інші – Упаковка, № 5, 2010, с.37-39
2. Аруин А.С., Зациорский В.М. Эргономическая биомеханика. – М.: Машиностроение, 1988 – 256 с.