

4. Витрати енергії на фізичну роботу

Марія Жолдощ, Віктор Гуць

Національний університет харчових технологій

Вступ: Діяльність людини носить найрізноманітніший характер. Незважаючи на це, її можна розмежувати на основні групи за характером виконуваних людиною функцій. Фізичною працею (роботою) називають виконання людиною енергетичних функцій у системі «людина - знаряддя праці».

Матеріали і методи[^] Фізична робота потребує значної м'язової активності. Вона підрозділяється на два види: динамічну і статичну. Динамічна робота пов'язана з переміщенням тіла людини, його рук, ніг, пальців у просторі; статична - з впливом навантаження на верхні кінцівки, м'язи корпусу і ніг при утриманні вантажу, при виконанні роботи стоячи або сидячи. Динамічна фізична робота, при якій в процесі трудової діяльності задіяно більше $2/3$ м'язів людини, - називається загальною, при участі в роботі від $2/3$ до $1/3$ м'язів людини (м'язи тільки корпусу, ніг, рук) - регіональної, при локальній динамічній фізичній роботі задіяно менше $1/3$ м'язів (наприклад, набір тексту на комп'ютері).

Фізичні роботи класифікують за енергетичними витратами і поділяють на наступні категорії: легкі, середньої важкості та важкі фізичні роботи.

Легкі фізичні роботи (категорія I) поділяються на дві категорії: 1а, при якій енерговитрати складають до 139 Вт, і 1б, при якій енерговитрати становлять 140-174 Вт. До категорії 1а належать роботи, що проводяться сидячи і супроводжуються незначним фізичним зусиллям. До категорії 1б відносяться роботи, що проводяться сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою і супроводжуються деяким фізичним зусиллям.

Фізичні роботи середньої важкості (категорія II) поділяються на дві категорії: На, при якій енерговитрати становлять 175-232 Вт, і Пб, при якій енерговитрати становлять 233-290 Вт. До категорії Па відносяться роботи, пов'язані з постійною ходьбою, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певних фізичних зусиль. До категорії Пб належать роботи, пов'язані з ходьбою, переміщенням і перенесенням тягарів масою до 10 кг і супроводжуються помірним фізичним зусиллям.

Важкі фізичні роботи характеризуються витратою енергії понад 290 Вт. До цієї категорії належать роботи, пов'язані з постійними переміщеннями, переміщенням і перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів і потребують великих фізичних зусиль. Витрати енергії на м'язову роботу в праці (понад рівень спокою і незалежно від

впливу емоцій, пов'язаних з роботою, впливу температури повітря тощо) можуть бути розраховані для середнього робітника як сума витрат на підтримання робочої пози і на виконувану м'язами механічну роботу.

Результати

Робота, що витрачається на піднімання вантажу розраховують використавши математичну модель:

$$P = m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + k_1 \frac{dy}{dt} + mg, \quad (1)$$

де m – маса вантажу; k_1 – коефіцієнт опору; y – відстань, на яку піднімають вантаж; P – зусилля, яке треба прикласти для піднімання вантажу; t – тривалість піднімання вантажу.

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

$$y(t) = \frac{m^2 g + \left(kt + me \left(-\frac{kt}{m} \right) \right) (P - mg) - mP}{k^2} \quad (2)$$

Виконавши диференціювання. рівняння (2) отримаємо швидкість піднімання вантажу:

$$V(t) = \frac{\left(k + ke \left(-\frac{kt}{m} \right) \right) (P - mg)}{k^2} \quad (3)$$

Витрата енергії (потужність), при підніманні вантажу будуть:

$$N = \int_0^y P \frac{dy}{dt}$$

Висновки

Запропонована математична модель дає можливість розрахувати витратити енергії необхідної для піднімання вантажу.

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., Зацюрский В.М. Эргономическая биомеханика. – М.: Машиностроение, 1988 – 256 с.