

Міністерство освіти і науки України  
Мирогощанський аграрний фаховий коледж

## ІНСТРУКЦІЙНА КАРТА

Для проведення лабораторно-практичних занять  
З курсу Інженерна механіка  
Тема заняття Робота і потужність  
Робоче місце Практична робота №3  
Назва роботи Визначення роботи і потужності при різних видах руху  
точки і тіла  
Тривалість заняття 80 хв

Викладач \_\_\_\_\_ Альона КОРНЕЛЮК

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічних дисциплін

Протокол № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Голова комісії \_\_\_\_\_ Ольга МЕЛЬНИК.

## Практична робота 3

### Визначення роботи і потужності при поступальному і обертальному русі тіла

**Мета.** Закріпити теоретичні знання та навчитись проводити розрахунки для визначення роботи і потужності при різних видах руху тіла.

**Навчально-методичне забезпечення:** інструкційна картка.

**Матеріально-технічне обладнання:** лінійка, олівець, додаткові таблиці.

**Література:** Ердеді О.О. та ін. Технічна механіка. - К.: Вища школа, 1983. -С. 36-43,107-111

#### Зміст і послідовність виконання роботи

1. Зобразити схему згідно з варіантом.
2. Вибрати вихідні дані згідно з варіантом.
3. Вибрати методику розв'язку задачі та провести розрахунок.
4. Відповісти на контрольні запитання.

#### Студенту необхідно знати:

- формули для визначення роботи постійної сили при прямолінійному переміщенні та прикладеної до обертового тіла;
- формули для визначення потужності при поступальному русі тіла та при обертальному русі тіла.

#### Необхідно вміти:

- класифікувати рухи тіла;
- визначати роботу і потужність при поступальному русі тіла;
- визначати роботу і потужність при обертальному русі тіла;

### Теоретичні відомості

Робота постійної сили при прямолінійному переміщенні точки її прикладання дорівнює добутку модуля сили на довжину шляху і на косинус кута між напрямком сили і напрямком переміщення:  $W = FScos \alpha$ , де  $\alpha$  - кут між напрямком дії сили і напрямком переміщення.

Робота сили тяжіння —  $W = \pm Gh$ , де  $h$  - різниця висот точок прикладання сили тяжіння в початковому і кінцевому положеннях.

Робота сталої сили, прикладеної до обертового тіла, дорівнює добутку обертаючого моменту на кутове переміщення тіла:  $W = M \times \varphi$ .

Потужність постійної сили дорівнює роботі, виконаній за одиницю часу:

$$P = \frac{W}{t} \text{ Вт.}$$

Потужність сили в даний момент часу дорівнює добутку відповідних цьому моменту часу модуля сили, модуля швидкості точки її прикладання і косинуса кута між напрямками сили і швидкості:  $P = Fscosa$ .

Потужність сили, прикладеної до обертового тіла, дорівнює добутку

обертального моменту цієї сили на кутову швидкість тіла:  $P = M\omega$ .

Коефіцієнт корисної дії дорівнює відношенню корисної роботи (потужності) до витраченої:  $\eta = W_k/W_z$ ,  $\eta = P_k/P_z$ ,

### Приклад задачі

Тіло  $M$  масою  $m = 120$  кг може переміщатися вздовж вертикального бруска (рис. 1). Під дією сили  $F$ , яка направлена під кутом  $\alpha = 30^\circ$  до вертикалі, тіло рівномірно піднімається на висоту  $h = 10$  м. Визначити роботу сили  $F$  і коефіцієнт корисної дії  $\eta$ , якщо коефіцієнт тертя ковзання  $f = 0,2$ .

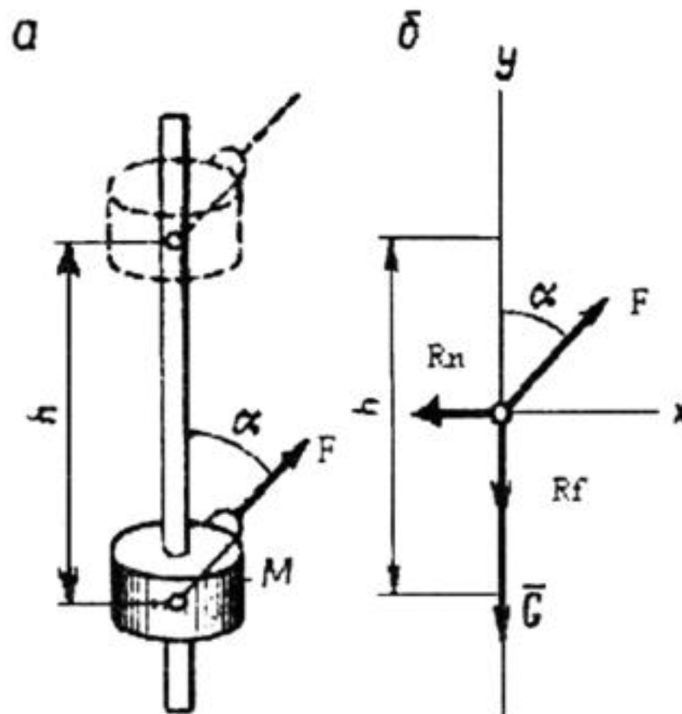


Рис. 1

#### Методика розв'язку

1. При рівномірному переміщенні вздовж бруска вгору на тіло окрім сили  $F$  діє ще три сили: сила тяжіння  $G$ ; сила тертя  $R_f$ ; нормальна реакція бруска  $R_n$ .
2. Сила  $F$  виконує роботу  $W = Fh \cdot \cos \alpha$ , щоб визначити роботу знайдемо силу  $F$ .

3. Складаємо рівняння рівноваги:

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = F \sin \alpha - R_n = 0$$

$$\sum_{i=1}^n F_{iy} = F \cos \alpha - R_f - G = 0$$

Ці рівняння мають три невідомі, тому  $R_f$  можна визначити із закону тертя;  $R_f = f \cdot R_n$ , тоді підставивши в останнє рівняння вираз  $R_n = F \cdot \sin \alpha$  із першого отримаємо  $R_f = f \cdot F \cdot \sin \alpha$ .

Розв'язуючи відносно  $F$  разом із другим рівнянням отримаємо:

$$F = \frac{G}{\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha}$$

4. Підставивши значення  $F$  у формулу роботи, отримаємо:

$$W = \frac{G}{\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha} \cdot h \cdot \cos \alpha,$$

тоді робота буде дорівнювати:

$$W = \frac{Gh}{1 - f \cdot \tan \alpha} = \frac{mgh}{1 - f \cdot \tan \alpha} = \frac{120 \cdot 9,81 \cdot 10}{1 - 0,2 \cdot \tan 30^\circ} = 13308 \text{ Дж} = 13,308 \text{ кДж}.$$

5. Визначаємо коефіцієнт корисної дії при рівномірному підніманні тіла  $M$ .

$$\eta = W_k / W_z,$$

$W_z$  – вся затрачена робота =  $W$ ;

$W_k$  – корисна робота, яка витрачена на піднімання тіла  $M$  на висоту  $h$ ;

$$W_k = G \cdot h = mgh = 120 \cdot 9,81 \cdot 10 = 11772 \text{ Дж} = 11,772 \text{ кДж}.$$

$$\text{Отже, } \eta = W_k / W = 11772 / 13308 = 0,885.$$

$$\text{Відповідь: } W = 13,308 \text{ кДж, } \eta = 0,885.$$

### Задача

Тіло масою  $m$  може переміщуватись вздовж вертикального бруска (рис. 1). Під дією сили  $F$ , яка напрямлена під кутом  $\alpha$  до вертикалі, тіло рівномірно піднімається на висоту  $h$ . Визначити роботу сили  $F$  і коефіцієнт корисної дії, якщо коефіцієнт тертя ковзання  $f = 0,2$ .

#### Розв'язок задачі

1. Зображаємо схему згідно з варіантом
2. Вибираємо вихідні дані згідно з варіантом.
3. Вибираємо методику розв'язку задачі та проводимо розрахунки.
4. Записуємо відповідь:

#### Завдання до практичної роботи №3

| Варіант | Маса тіла<br>$m$ , кг | Висота<br>$h$ , м | Кут<br>$\alpha$ , град | Коефіцієнт<br>тертя $f$ |
|---------|-----------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|
| 1       | 140                   | 3,2               | 25                     | 0,12                    |
| 2       | 155                   | 4,5               | 30                     | 0,14                    |
| 3       | 215                   | 5,7               | 35                     | 0,18                    |
| 4       | 160                   | 6,9               | 45                     | 0,15                    |
| 5       | 200                   | 7,2               | 40                     | 0,20                    |
| 6       | 130                   | 8,4               | 55                     | 0,13                    |
| 7       | 185                   | 5,3               | 60                     | 0,17                    |
| 8       | 215                   | 9,6               | 45                     | 0,19                    |
| 9       | 190                   | 4,0               | 70                     | 0,16                    |
| 0       | 250                   | 7,8               | 65                     | 0,21                    |

|    |     |     |    |      |
|----|-----|-----|----|------|
| 11 | 145 | 3,3 | 30 | 0,13 |
| 12 | 160 | 4,6 | 35 | 0,15 |
| 13 | 220 | 5,8 | 40 | 0,19 |
| 14 | 165 | 7,0 | 50 | 0,16 |
| 15 | 205 | 7,3 | 55 | 0,19 |

|    |     |     |    |      |
|----|-----|-----|----|------|
| 16 | 135 | 8,5 | 60 | 0,14 |
| 17 | 190 | 5,4 | 65 | 0,18 |
| 18 | 220 | 10  | 50 | 0,18 |
| 19 | 195 | 4,1 | 75 | 0,17 |
| 20 | 255 | 7,9 | 70 | 0,20 |

|    |     |     |    |      |
|----|-----|-----|----|------|
| 21 | 150 | 3,4 | 15 | 0,11 |
| 22 | 165 | 4,7 | 25 | 0,13 |
| 23 | 225 | 5,9 | 30 | 0,17 |
| 24 | 170 | 7,1 | 40 | 0,14 |
| 25 | 210 | 7,4 | 35 | 0,21 |
| 26 | 140 | 8,6 | 50 | 0,14 |
| 27 | 195 | 5,5 | 55 | 0,16 |
| 28 | 225 | 9,8 | 40 | 0,18 |
| 29 | 190 | 4,0 | 70 | 0,17 |
| 30 | 250 | 7,8 | 65 | 0,20 |

#### Контрольні запитання

1. Як визначається робота постійної сили при прямолінійному русі тіла, якщо напрям сили співпадає з напрямком руху? :
2. Що називається потужністю? Одиниці вимірювання.:
3. Записати формулу для визначення обертового моменту через потужність та кутову швидкість.
4. Що називається механічним коефіцієнтом корисної дії?