**ТМ-9 частина 2**

Для заданої механічної системи визначити швидкість *v*1 та прискорення *a*1 тіла 1, коли його переміщення дорівнюватиме *S*1 = 1 м. Відомо, що маса *m*1 = 10 кг, *m*2 = 20 кг, *m*3 = 30 кг, зовнішній радіус тіла 2 *R*2 = 1 м, внутрішній радіус тіла 2 *r*2 = 0,5 м, радіус тіла 3 *R*3 = 0,75 м, радіуси інерції тіл 2 та 3 *i*2 = *i*3 = 0,75 м, коефіцієнт тертя тіла 1 *f* = 0,1, крутний момент *M*2 = 10 Н·м, сила *F* = 50 Н, кут *α* = 45°. Механічна система знаходиться у стані спокою у момент часу *t*0 = 0, тертям ниток на шківах знехтувати.



Рисунок 1 – Вихідна схема

**Розв’язання**

|  |  |
| --- | --- |
| Дано: *S*1 = 1 м*m*1 = 10 кг*m*2 = 20 кг*m*3 = 30 кг*R*2 = 1 м*r*2 = 0,5 м*R*3 = 0,75 м*i*2 = *i*3 = 0,75 м*f* = 0,1*M*2 = 10 Н·м*F* = 50 Н*α* = 45°Знайти:*v*1, *a*1 |  |
|  | Рисунок 2 – Розрахункова схема |

Скористаємося теоремою про зміну кінетичної енергії системи (1).

, (1)

де *T* та *Т*0 – кінетичні енергії системи у поточному та початковому положеннях, відповідно, та – суми робіт зовнішніх та внутрішніх сил, що прикладені до системи, на переміщенні із початкового положення у поточне, відповідно.

Для даної системи, що складається із абсолютно твердих тіл (АТТ), що з’єднані нитками, що не розтягуються, сума робіт внутрішніх сил .

Також з вихідних даних відомо, що у початковому положенні система знаходиться у стані спокою, тобто *Т*0 = 0. Тоді формулу (1) можна представити у наступному вигляді

. (2)

Для того, щоб визначити кінетичну енергію *T* та суму робіт зовнішніх сил , складемо розрахункову схему (рис. 2) та позначимо на ній дану систему у поточному положенні штриховою лінією. На схемі позначимо допоміжні точки *A*, *B*, *C*, *D*, *P*, *O*2 та напрямки руху тіл 2 та 3. Також позначимо всі зовнішні сили, що діють на систему, тобто сили тяжіння тіл *m*1*g*, *m*2*g*, *m*3*g*, силу тертя тіла 1 по поверхні *F*тр, нормальну реакцію опори *N*.

Складемо кінематичні співвідношення між швидкостями та переміщеннями точок системи, тобто рівняння в’язей. В рівняннях виразимо швидкості та переміщення точок системи через параметри тіла 1 (*S*1, *v*1).

,

,

звідки отримаємо

, (3)

, (4)

, (5)

. (6)

Відповідно

, (7)

, (8)

. (9)

Кінетична енергія системи

. (10)

Тоді кінетичні енергії тіл з урахуванням залежностей (7-9)

, (11)

, (12)

, (13)

де моменти інерції тіл 2 та 3 дорівнюють відповідно

,

.

Підставимо (11-13) у (10)

та винесемо за скобку

 (14)

де величина у дужках – приведена маса, кг.

Визначимо роботу всіх зовнішніх сил

. (15)

Роботу сили тяжіння тіла 1 визначаємо як добуток модуля сили тяжіння, переміщення точки, до якої вона прикладена (тобто переміщення тіла 1) та косинуса кута між переміщенням тіла 1 та вектором сили тяжіння. За аналогією визначаємо роботи інших сил та моментів з урахуванням залежностей (3-6).

.

Робота сили тертя

,

де ,

та з рівняння рівноваги на вісь, перпендикулярну поверхні .

Робота нормальної реакції опори

.

Робота сили тяжіння тіла 2 дорівнює 0 через відсутність переміщень точки *О*2.

.

Робота моменту *М*2

.

Робота сили тяжіння тіла 3

.

Робота сили *F*

Підставимо роботи усіх сил в (15)

,

винесемо *S*1 за скобку

, (16)

де – приведена сила, Н.

Прирівняємо (14) та (16), що фактично є виразом (2)

, (17)

звідки отримаємо

,

куди підставимо з вихідних даних *S*1 = 1 м і отримаємо

.

Диференціюємо (17) за параметром часу

,

,

.

**Відповідь:** *v*1 = 1,01 м/с, *a*1 = 0,51 м/с2.