

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Сучасні технології
у промисловому виробництві**

**МАТЕРІАЛИ
та програма**

**IV Всеукраїнської міжвузівської
науково-технічної конференції
(Суми, 19–22 квітня 2016 року)**

ЧАСТИНА 1

Конференція присвячена Дню науки в Україні



**Суми
Сумський державний університет
2016**

ДИНАМІКА ШТАБЕЛЕРА

Панета А. О., студент; Жигилій Д. О., ст. викладач, СумДУ, м. Суми

Серед складського устаткування певне місце посідає штабелер (англ. stacker) – транспортний засіб, обладнаний механізмом підйому, штабелювання або переміщення інтермодальних транспортних одиниць. Він призначений для укладання вантажів у штабелі або стелажі в кілька ярусів. Безпека експлуатації та зберігання вантажу вимагає досліджень поведінки таких механізмів в неінерціальних системах відліку за відмови гальм, наприклад, при прискореному русі в ліфті чи автотранспорті.

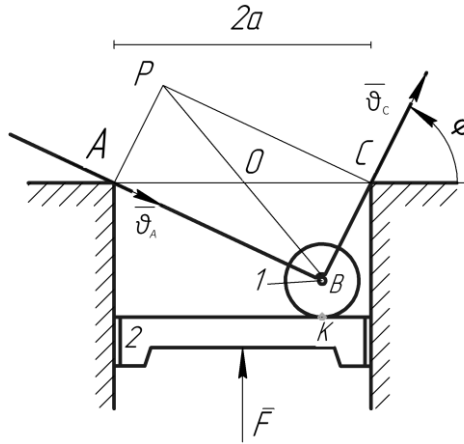


Рисунок – Розрахункова схема стрічкового штабелеру

Математична модель штабелеру розглядається у вигляді невагомий кутника, складеного з двох жорстко з'єднаних взаємно перпендикулярних стержнів, що спирається на гладкі опори однієї висоти. Відстань між опорами дорівнює $2a$. Однорідний диск, закріплений на шарнірі в кутовій точці, котиться по поверхні поршня, ковзаючого без опору в вертикальному напрямку. Маса диска m_1 в 3 рази більша за масу поршня m_2 . До поршня прикладена вертикальна сила $F = 10 m_2 g$. При $\phi = \phi_0$ система була в стані спокою.

Задача досліджена за допомогою рівняння Лагранжа 2-го роду.

$$\frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial T}{\partial \dot{\phi}} - \frac{\partial T}{\partial \phi} = Q;$$

$$T = \frac{m_1 v_B^2}{2} + \frac{I w_1^2}{2} + \frac{m_2 v_K^2}{2}.$$

К–точка дотику диска і поршня; $I = \frac{m_1 R^2}{2}$.

Кутові швидкості визначені, використовуючи миттєвий центр швидкостей

$$\begin{aligned} v_A &= 2a\dot{\varphi} \cos \varphi, \quad v_C = 2a\dot{\varphi} \sin \varphi \\ v_{B_x} &= v_{A_x} - AB\dot{\varphi} \sin(\varphi - \pi/2) = a\dot{\varphi} \sin 2\varphi + a\dot{\varphi} \sin 2\varphi = 2a\dot{\varphi} \sin 2\varphi, \\ v_{B_y} &= v_{A_y} - AB\dot{\varphi} \cos(\varphi - \pi/2) = -2a\dot{\varphi} \cos^2 \varphi + 2a\dot{\varphi} \sin^2 \varphi = \\ &= -2a\dot{\varphi} \cos 2\varphi; \end{aligned}$$

$$v_B = \sqrt{v_{B_x}^2 + v_{B_y}^2} = 2a|\dot{\varphi}|.$$

Кінетична енергія системи ($v_K = |v_{B_y}| = 2a|\dot{\varphi} \cos 2\varphi|$) має вигляд:

$$\begin{aligned} T &= \frac{m_1 v_B^2}{2} + \frac{I \omega_1^2}{2} + \frac{m_2 v_K^2}{2} = \\ &= \frac{m_1 4a^2 \dot{\varphi}^2}{2} + \frac{m_1 4a^2 \dot{\varphi}^2 \sin^2 2\varphi}{4} + \frac{m_2 4a^2 \dot{\varphi}^2 \sin^2 2\varphi}{4}. \end{aligned}$$

За умовою $m_1 = 3m_2$, звідси

$$\begin{aligned} T &= 2m_1 a^2 \dot{\varphi}^2 + m_1 a^2 \dot{\varphi}^2 \sin^2 2\varphi + 2m_2 a^2 \dot{\varphi}^2 \sin^2 2\varphi = \\ &= 8m_2 a^2 \dot{\varphi}^2 + m_2 a^2 \dot{\varphi}^2 \sin^2 2\varphi. \end{aligned}$$

Узагальнена сила

$$\begin{aligned} Q &= \frac{(m_1 g - m_2 g + F) v_{B_y}}{\dot{\varphi}} = \frac{2a\dot{\varphi} \cdot \cos 2\varphi \cdot (3m_2 g + m_2 g - 10m_2 g)}{\dot{\varphi}} = \\ &= -12a \cdot \cos 2\varphi \cdot m_2 g. \end{aligned}$$

З рівняння Лагранжа:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} (16m_2 a^2 \dot{\varphi} + m_2 a^2 \sin^2 2\varphi) - 2m_2 a^2 \dot{\varphi} 2 \sin 2\varphi \cos 2\varphi &= \\ = -12a \dot{\varphi} \cos 2\varphi m_2 g & \end{aligned}$$

або

$$a\ddot{\varphi} = -\frac{3}{4} g \cos 2\varphi$$

Це диференціальне рівняння дало розв'язок зворотної задачі динаміки.