

УДК 621.8

С.О. ПАВЛОВ,

А.І. СОКОЛЕНКО, доктор технічних наук

Національний університет харчових технологій

КІНЕМАТИКА І ДИНАМІКА СТВОРЕННЯ ЗБІЛЬШЕНИХ ВАНТАЖНИХ ОДИНИЦЬ

Виконано аналіз особливостей скріплення пакет-піддонів розтягуваною плівкою.

Ключові слова: кінематика, динаміка, геометричні зв'язки, навантаження.

Выполнен анализ особенностей скрепления пакет-поддонов растягиваемой пленкой.

Ключевые слова: кинематика, динамика, геометрические связи, нагрузка.

The analysis is conducted of features of clamping of package-pallets by protractile tape.

Keywords: kinematics, dynamics, geometrical communications, loading.

Аналіз обладнання для обгортання пакет-піддонів розтягуваною плівкою приводить до висновку про те, що його конструктивне виконання є причиною кінематичних збурень системи "ведуча маса – пружний елемент – ведена маса", які проявляються у змінній швидкості змотування плівки з бобіни. Результатом останнього є змінна кутова швидкість обертання бобіни і змінні натяги плівки. Теоретичне підґрунтя динаміки машин на рівні двомасових моделей цілком відповідає вказаному випадку, але слід вказати на додаткове застереження, що стосується швидкоплинної зміни довжини ведучої ділянки плівки, а рівно і такої ж швидкоплинної зміни жорсткості. Таким чином, сама система за своїми конструктивними особливостями генерує в собі у кінцевому результаті динамічні збурення. З врахуванням маси пакет-піддону його кутова швидкість може вважатися наближеною до сталої, що дає підстави в розрахунковій моделі швидкість руху ведучої маси розраховувати на основі геометричних зв'язків [1, 2].

Необхідність виконання досліджень динаміки саме такої схеми машини для

скріплення збільшених вантажних одиницю підкреслюється практикою її використання, оскільки стійкість і міцність одержуваних збільшених вантажних одиниць явно не відповідають вимогам.

Експлуатаційні недоліки є наслідком проявів вибігу бобіни з плівкою в ті періоди часу, коли швидкість змотування починає зменшуватися. При цьому конструкція встановлення бобіни передбачає її примусове гальмування, але воно діє у всякий момент часу і тому динамічні явища не зникають, хоча і відбуваються на більш високих рівнях натягів. Це означає, що рівномірність натягу плівки не досягається, хоча нульового значення можливо уникнути.

Наведена інформація говорить про доцільність і необхідність виконання досліджень, кінцевою метою яких є забезпечення міцності і стійкості пакет-піддонів, що у значній більшості випадків відповідають харчовим виробництвам.

Геометричні зв'язки системи "пакет-піддон – пружний зв'язок – бобіна" по-

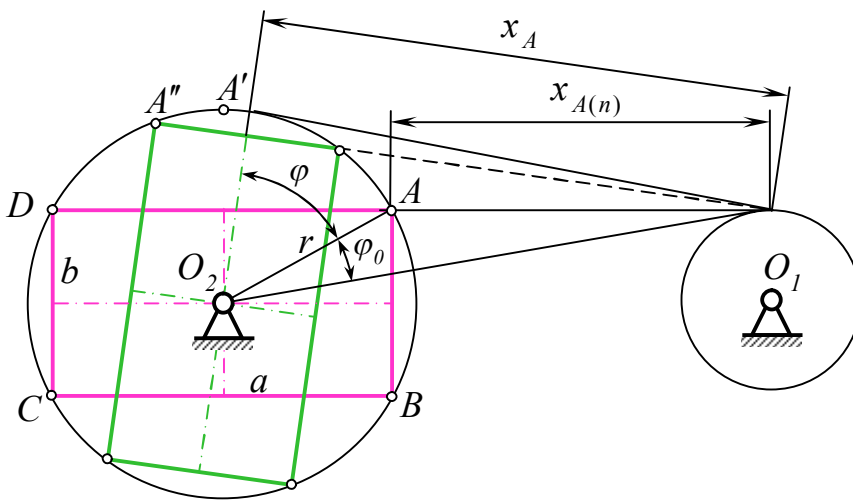


Рис. 1. Схема (в плані) розташування пакет-піддона і бобіни

казані на рис. 1. Мінімальна довжина плівки $x_{A(n)}$ відповідає початковому положенню ребра А. Точці А' відповідає проміжне положення, а точці А'' – положення, за якого ведучим стає ребро В.

За сталого значення кутової швидкості

обертання пакет-піддона $\omega = \text{const}$ маємо

$$x_A = l_{O_1O_2} \cos \arctg \frac{r \sin(\omega t + \varphi_0)}{l_{O_1O_2} - r \cos(\omega t + \varphi_0)} -$$

$$r \cos \left(\varphi_0 + \arctg \frac{r \sin(\omega t + \varphi_0)}{l_{O_1O_2} - r \cos(\omega t + \varphi_0)} + \omega t \right). \quad (1)$$

На момент завершення першого етапу в контакт з плівкою ввійде ребро В, яке

і стане ведучим на другому етапі.

Час завершення першого і другого етапів визначається умовами

$$t_{(к)}^I = \frac{\varphi_{(к)}^I}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{b}{2\ell_{O_1O_2}} - \arcsin \frac{a}{2\ell_{O_1O_2}}}{\omega}; \quad (2)$$

$$t_{(к)}^{II} = \frac{\varphi_{(к)}^{II}}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{b}{2\ell_{O_1O_2}} + \arcsin \frac{a}{2\ell_{O_1O_2}}}{\omega}. \quad (3)$$

Диференціюванням залежності (1) отримаємо швидкості $\dot{x}_A = \dot{x}_A(t)$ і прискорення $\ddot{x}_A = \ddot{x}_A(t)$. Розрахунки, виконані для стандартних розмірів пакет-піддона

800×1200 мм за значення

$\omega = 1,57 \text{ c}^{-1}$ та $\ell_{O_1O_2} = 1,2 \text{ м}$

відображені на рис. 2. З нього видно, що швидкості змінюються від мінімальних значень до максимальних і знову до мінімальних. При цьому кожного разу на момент початку нового етапу відбувається стрибкоподібна зміна прискорення. Такий

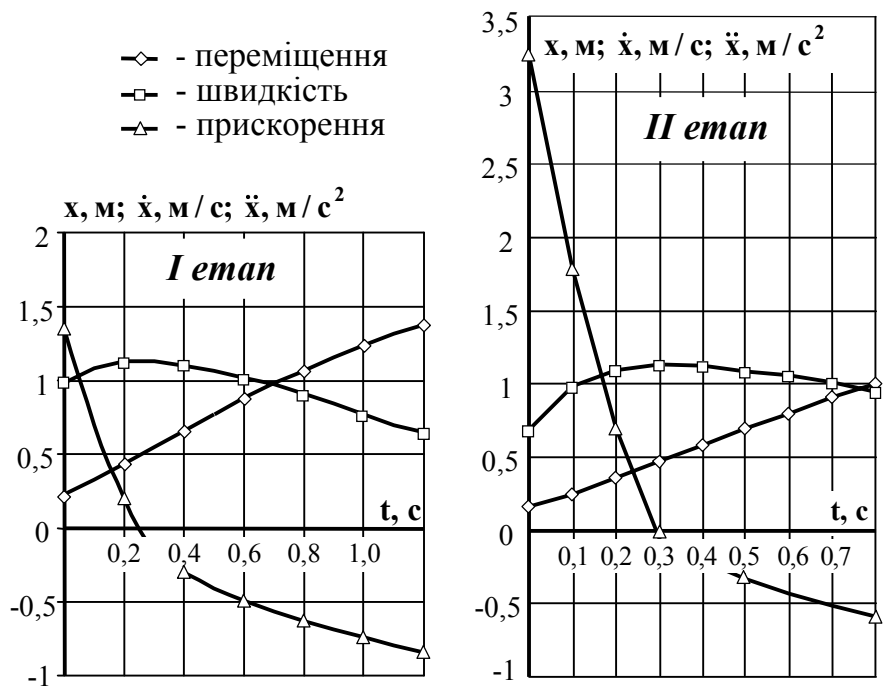


Рис. 2. Графіки зміни кінематичних параметрів

випадок у динаміці машин відповідає м'якому удару.

Як витікає з геометричних зв'язків та одержаних графічних залежностей, початкове значення $x_{A(n)}$ з переходом на нове ведуче ребро миттєво змінюється. Розриви одержано на графіках прискорень, що вказує на важкі умови з точки зору інтересів динаміки.

Одержані дані стосуються особливостей кінематики переміщення умовної ведучої маси в системі, зображених на рис. 3. Оскільки визначено $x_A = x_A(t)$, то вихідне рівняння руху веденої маси

$$m_2 \ddot{x}_2 = c(x_A - x_2) - P_{оп}, \quad (4)$$

відповідною підстановкою перетворюється до виду

$$m_2 \ddot{x}_2 = c \left(\ell_{O_1 O_2} \cos \arctg \frac{r \sin(\omega t + \varphi_0)}{\ell_{O_1 O_2} - r \cos(\omega t + \varphi_0)} \right) - \\ - r \cos \left(\varphi_0 + \arctg \frac{r \sin(\omega t + \varphi_0)}{\ell_{O_1 O_2} - r \cos(\omega t + \varphi_0)} + \omega t - x_2 \right) - P_{оп}, \quad (5)$$

де c – жорсткість ведучої ділянки плівки.

В наших умовах у зв'язку зі змінною довжиною ведучої ділянки маємо

$$c = \frac{c_{пит}}{\ell_{O_1 O_2} \cos \arctg \frac{r \sin(\varphi + \varphi_0)}{\ell_{O_1 O_2} - r \cos(\varphi + \varphi_0)} - r \cos(\varphi + \varphi_0) + \arctg \frac{r \sin(\varphi + \varphi_0)}{\ell_{O_1 O_2} - r \cos(\varphi + \varphi_0)}}, \quad (6)$$

де $c_{пит}$ – питома жорсткість (жорсткість 1 погонного метра плівки); $\varphi = \omega t$.

Початкові умови рівняння (5) записуємо у формі:

$$t_{(п)} = 0; \quad x_{2(п)} = x_{A(п)}; \quad \dot{x}_{2(п)} = \frac{\dot{x}_{Amax} + \dot{x}_{Amin}}{2}. \quad (7)$$

Навантаження плівки знайдемо за виразом

$$P_{пр} = c(x_A - x_2). \quad (8)$$

Розрахунки виконувалися за значень: $m_2 = 30$ кг; $P_{оп} = 150$ Н; $\ell_{O_1 O_2} = 1,2r$; $\omega = 1,57$ с⁻¹; $c_{пит} = 5000$ та 20000 Н/м.

Результати розрахунків представлені на рис. 4. Як бачимо, пружне зусилля

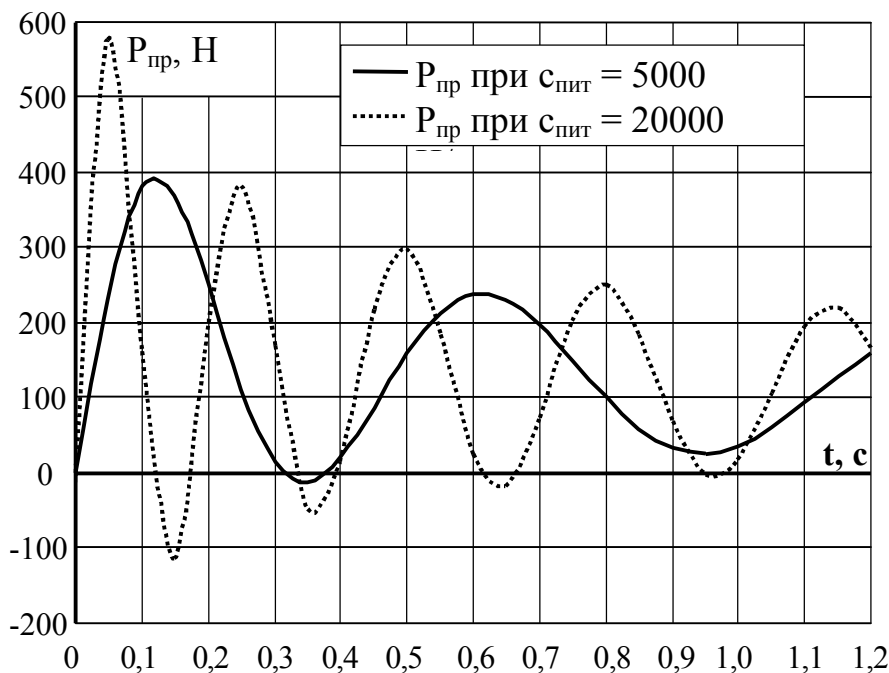


Рис. 4. Графіки пружних навантажень плівки

змінюється за величиною і можливими є від'ємні значення навантажень. В нашому випадку мають місце навантаження розтягування плівок, а навантаження стискання тут неможливі. Перехід до значень $P_{пр} \leq 0$ в математичних моделях означає, що останні стають неадекват-

ними до суті явищ.

Висновки. Розв'язання рівнянь руху приводить нас лише до числового результату, проте аналіз подібних систем дозволяє вказати на напрямки досягнення позитивного результату.

Статичні складові навантажень залишаються незмінними, а динамічні мають їх за вісь симетрії. У зв'язку з цим пошук задовільних вирішень доцільно спрямовувати у напрямку підвищення приведеної сили опору переміщення веденої маси. Таке підвищення має привести до зникнення від'ємних значень навантажень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Комаров М.С. Динаміка механізмів и машин. М.: Машиностроение. – 1969. – 296 с.
2. Соколенко А.І., Васильківський К.В., Шевченко О.Ю. та ін. Моделювання процесів пакування. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 272 с.