

УДК 621.798

## ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОЇ ТЕОРІЇ ТЕРТЯ РУХУ ТАРНИХ ВАНТАЖІВ ПО ШОРСТКІЙ ПОВЕРХНІ

О. Гавва

Професор, д-р техн. наук

Л. Кривопляс-Володіна

Доцент, канд. техн. наук

Національний університет  
харчових технологій,  
м. Київ

*О ітотетатед ерзуо гадтаеаіу оадтео ааіоааа іадаааа-аіт чапінпоааіу дсціед еітподоооаі ео поаі іадаааіоааоааеіу ео ідеподіа. І аа аап аеетіаіу ііадао<sup>е</sup> іадаааіоааоааіу оаді<sup>3</sup> ааіоаа<sup>3</sup> чаа<sup>3</sup>еіуоіаі ці іррроу ід<sup>3</sup>іоао<sup>3</sup>р а<sup>3</sup>аітніт іт-аоетіаіаі іаідуі о ооо. Ці іа ід<sup>3</sup>іоао<sup>3</sup>; ааіоаао іа іапо-ео іетіаіао ча<sup>3</sup>енір<sup>о</sup>оуу іде пееаіт і о іетіеті о дон<sup>3</sup> ааіоаао іт іаі<sup>е</sup> ааі е<sup>3</sup>еіеті іапо-ео іетіаіао іаіт-аіт. Аеу аеціа-аіу да<sup>3</sup>іаеіу ео іадаі аод<sup>3</sup>а іадаааіоааоааеіу ео ідеподіа аіо<sup>3</sup>еіт чапінпоааоде іадаі аде-іа іааеірааіу ооо ааіоаао. І пгаеа<sup>3</sup>поі оаеіа і іааеірааіу ° аеетдепаіу і адаі аде-іі; оаі<sup>3</sup>; оадоу оадіед ааіоаа<sup>3</sup>а іт оідо<sup>3</sup>е і іаадо<sup>3</sup>. Ве ідеееаа даа<sup>3</sup>чао<sup>3</sup>; і аоіаіетіа; і адаі аде-іа і іааеірааіу ііадао<sup>е</sup> іадаааіоаааіу оадіед ааіоаа<sup>3</sup>а іааааіт да<sup>3</sup>оіуоаде аіне<sup>3</sup>ааіу ііадао<sup>е</sup> ід<sup>3</sup>іоаааіу оадіаі ааіоаао а пепоаі<sup>3</sup> іодеіуіо еі іаа<sup>3</sup>о<sup>3</sup>а.*

**вантаж, перевантажувальний пристрій, складний плоский рух, математичне моделювання, теорія тертя**

Сьогодні пакування та механізація завершальних операцій у галузі виробництва харчових продуктів стає однією з найактуальніших задач, де важливе значення мають операції перевантаження. На багатьох харчових підприємствах вже працюють високопродуктивні автоматизовані лінії імпортного виробництва, налагоджується випуск і вітчизняного обладнання. В потокових лініях з оброблення тарних продовольчих вантажів передбачено застосування різних конструктивних схем перевантажувальних пристроїв, які охоплюють не тільки конвеєри, а й різні допоміжні робочі органи [1].

Недостатня висвітленість питань, пов'язаних з дослідженнями процесів оброблення тарних вантажів у потокових лініях, використання невипробованого й недосконалого обладнання призводить до зайвих витрат на тривалі його налагоджування, використання великої кількості енергії і металу. Тривалі технічні прості обладнання

обумовлюють виникнення заторів у перевантажувальних пристроях, пошкодження готової продукції тощо.

Для великої кількості потоково-транспортних систем (ПТС) харчових виробництв перевантаження вантажів доцільно виконувати у місцях стикування конвеєрів одного або різного просторового рівня.

Вибір типу перевантажувальних і орієнтувальних пристроїв залежить від: виду тарних вантажів; типу транспортувальних пристроїв, з яких і на які здійснюється перевантаження; вантажопотоку, що проходить через перевантажувальний пристрій; продуктивності технологічної лінії; довжини шляху переміщення вантажу; допустимих габаритних розмірів перевантажувального пристрою; дотримання вимог техніки безпеки під час виконання зазначених операцій; економічної ефективності та інше.

При організації виконання операцій доцільно проводити порівнювальний аналіз можливих конструктивних

варіантів пристроїв для обрання найефективнішого способу перевантаження, або орієнтування при заданих умовах. Для уникнення можливого пошкодження тарного вантажу слід проаналізувати характерні силові параметри процесу переміщення [2].

У процесах переміщення й орієнтування тарні вантажі перебувають під дією активних чи пасивних робочих органів і пристроїв машин. У деяких випадках вантажі перебувають одночасно як під дією активних, так і пасивних робочих органів, і здійснюють при цьому складний плоский рух [3]. У процесі взаємодії вантажів з конструктивними елементами пристроїв і машин на них діють такі навантаження [4]: статичні, динамічні, ударні (визначаються характером зміни навантаження у часі); сила тяжіння та інерції (розподілені по об'єму вантажу); поверхневі та зосереджені (залежать від розміру площі дотику вантажу з конструктивними елементами технічної системи).

Зміна значень цих навантажень впливає на кінематичні параметри переміщення, орієнтування вантажу. Взаємодію вантажів з робочими органами пристроїв доречно проаналізувати за такими параметрами: сили і моменти сил тертя ковзання; сили ударної взаємодії; статична і динамічна стійкість вантажів під час їх руху; реакції взаємодії вантажу з елементами робочих органів.

При математичному моделюванні руху вантажів у перевантажувальних пристроях виникають складності, пов'язані з розв'язанням у явному вигляді складних систем з нелінійними диференціальними рівняннями [2, 4, 5]. За математичну модель при дослідженні таких операцій доцільно приймати систему математичних залежностей, отриманих на основі аналізу діючих сил на вантаж. Специфіка розв'язування подібних інженерних задач полягає у поетапному дослідженні руху вантажу в таких перевантажувальних пристроях.

Проаналізуємо складний плоский рух вантажу у горизонтальній площині, характерний для пристроїв, в

яких змінюється не тільки положення вантажу на рухомій несучій площині, а й напрям руху. В такому разі вантаж підпадає під дію сил інерції, реакцій з боку робочих поверхонь напрямних пристроїв, сил тертя, що діють у зоні контакту між опорною гранню вантажу і несучою площиною. Для дослідження операцій перевантаження і переорієнтування вантажів на рухомих несучих площинах використаємо спеціальні методичні прийоми, обгрунтовані в наукових працях [1 — 4, 6, 7], а також приймемо до уваги деякі особливості складного плоского руху (багатоетапність і потреба в пошуку додаткових рівнянь — кінематичних або голономних в'язей). Аналіз і синтез кінцевих рівнянь дадуть змогу отримати повну інформацію про якісні й кількісні зміни кінематичних і силових параметрів руху вантажу. Найхарактернішими прикладами пристроїв перевантаження на одному просторовому рівні можуть бути такі конструкції (рис. 1) [8]:

— пристрій складається з двох конвеєрів, розташованих під кутом  $90^\circ$ , і прямолінійної нерухомих напрямної (рис. 1,а);

— пристрій складається з двох конвеєрів, розташованих під кутом  $90^\circ$ , і криволінійної нерухомих напрямної (рис. 1,б);

— пристрій складається з двох конвеєрів, розташованих під кутом  $180^\circ$ , і прямолінійної нерухомих напрямної (рис. 1,в);

— пристрій складається з двох конвеєрів, розташованих під кутом  $180^\circ$  (несучі площини рухаються назустріч), криволінійної нерухомих напрямної та нерухомого упора (рис. 1,г);

— пристрій для орієнтування вантажів, який складається з чотирьох горизонтальних конвеєрів (рис. 1,д).

Під час дослідження таких та інших операцій перевантажування можна прийняти таку методологічну послідовність: приймаємо вихідні дані — компоновка системи, основні геометричні параметри, продуктивність, типорозміри і маса тарного вантажу (включаючи фізико-механічні властивості як тари, так і фасованого продукту); розробляємо розрахункові схеми характерних етапів операції перевантаження вантажу; визначаємо види та кількість сил, діючих на вантаж у процесі його руху; визначаємо вихідні й кінцеві умови існування кожного етапу; розроблення математичної моделі для кожного етапу руху тарного вантажу; розв'язування аналітичних залежностей та оцінювання отриманих значень параметрів переміщення вантажу.

Як приклад реалізації наведеної методологічної послідовності розглянемо рух вантажу в пристрої, до складу якого входять (рис. 2): подавальний конвеєр 1, два орієнтувальних конвеєри 3 і 4 та відвідний конвеєр 5. По несучих площинах цих конвеєрів переміщуються і одночасно орієнтуються тарні вантажі 2 відносно свого попереднього напрямку руху. Важлива перевага застосування такого пристрою полягає в тому, що є можливість переміщення тарних вантажів безперервним потоком на конвеєрах 1, 5, а на конвеєрах 3 і 4 переміщення суміщується з операцією орієнтування вантажу. Щоб не створювалися перешкоди в безперервній роботі такої системи, потрібно забезпечити таке співвідношення швидкостей стрічок подавального і орієнтувальних конвеєрів:

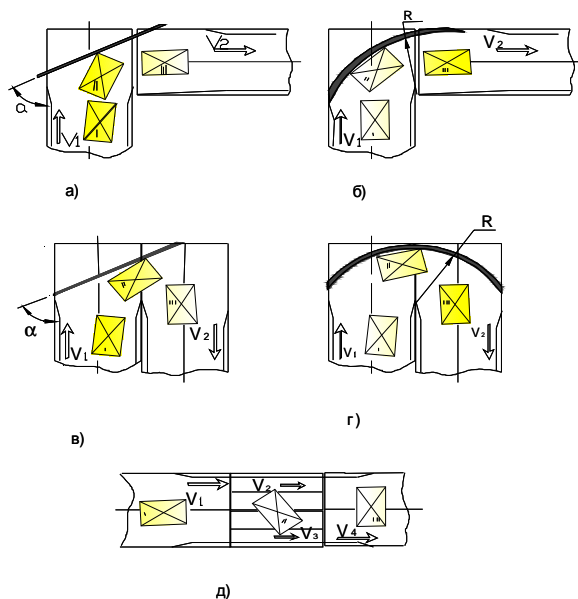


Рис. 1. Схеми характерних перевантажувальних і орієнтувальних пристроїв ПТС, в яких вантаж здійснює складний плоский рух одночасно на кількох несучих площинах конвеєрів

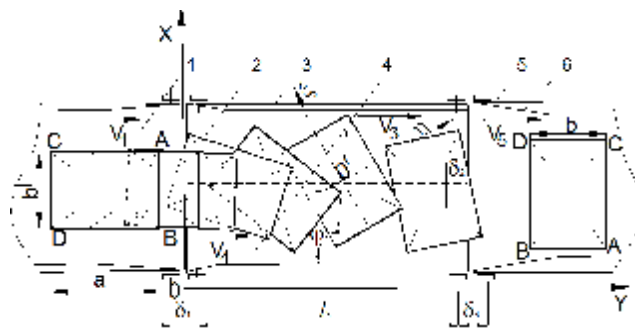


Рис. 2. Схема поетапного орієнтування тарного вантажу в системі чотирьох горизонтальних конвеєрів

$V_3 > V_1 < V_4$ . При цьому швидкість відвідного конвеєра може погоджуватись зі швидкістю подавального конвеєра:  $V_1 < V_5$ . Швидкості орієнтувальних конвеєрів  $V_3, V_4$  повинні бути підібрані так, щоб забезпечувалося розвертання вантажу 2 на кут  $90^\circ$  відносно попереднього напрямку руху за час проходження ним віддалі  $l_3$ .

Виконання подібної операції супроводжується складним плоским рухом вантажу по декількох несучих площинах. Для знаходження геометричних і кінематичних параметрів, які характеризують рух вантажу за заданих вихідних даних, використовуємо теорію руху твердого тіла по шорсткій поверхні. Щоб дещо спростити вигляд математичної моделі, яка описує рух вантажу в орієнтувальній пристрої, прийнемо низку припущень, які не змінюють істотно фізичну суть і характер розглянутого процесу: вантажі є пружно-пластичними тілами, мають форму паралелепіпеда, рівномірно заповнені однорідною продукцією і центр ваги вантажу збігається з його геометричним центром; значення коефіцієнтів тертя ковзання  $f_1, f_3, f_4$  не є однаковими:  $f_1 < f_3 > f_4$ , де  $f_1$  — коефіцієнт тертя між вантажем і стрічкою подавального конвеєра 1;  $f_3, f_4$  — коефіцієнти тертя між вантажем і стрічками орієнтувальних конвеєрів 3 і 4.

Залежно від співвідношення силових чинників, що діють на вантаж, і характеру руху одиничних вантажів на несучих площинах, умовно подамо операцію орієнтування в обраній орієнтувальній системі сукупністю таких етапів: перший етап — переміщення вантажу з подавального конвеєра 1 на несучі площини конвеєрів 3 і 4 зі швидкістю  $V_1$ ; другий етап — перехід вантажу зі збільшенням швидкості від  $V_1$  до  $V_3$  зі стрічки подавального конвеєра на несучі площини орієнтувальних конвеєрів 3 і 4; третій етап — розворот вантажу навколо його центра мас  $O$  з одночасним рухом вантажу вздовж осі  $OY$  з проковзуванням точок прикладання рівнодійних сил ваги частин вантажу, що перебувають одночасно на конвеєрах 3 і 4; четвертий етап — переміщення вантажу з орієнтувальних конвеєрів 3 і 4 на відповідний конвеєр 5 з одночасною зміною швидкості вантажу до  $V_5$ .

Докладно розглянемо третій етап, що характеризується складним плоским рухом вантажу на двох несучих площинах конвеєрів 3 і 4. При цьому приймаємо що центр ваги вантажу  $O'$  рухається прямолінійно по осі  $OY$ , а вантаж обертається навколо центра  $O$ . Вихідними даними можуть бути:

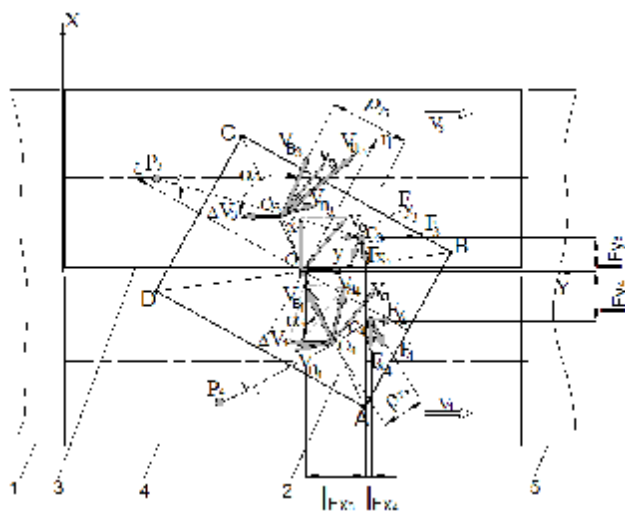


Рис. 3. Схема силового навантаження на третьому етапі

$$t_{3n} = 0; f_3 > f_4; V_3 > V_4, L'_3 > L'_4; y_{3n} = 0,5a; \varphi_{3n} = \varphi_{2k}.$$

Схема силового навантаження на цьому етапі подана на рис. 3. Рівняння руху вантажу запишемо у такому вигляді:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = F_{y_3} - F_{y_4}; \\ I\ddot{\varphi} = F_{x_3}l_{F_{x_3}} + F_{y_3}l_{F_{y_3}} - F_{x_4}l_{F_{x_4}} + F_{y_4}l_{F_{y_4}}. \end{cases} \quad (1)$$

Оскільки  $F_{x_3} = F_{x_4}$ , то  $\ddot{\varphi} = 0$ . Тут  $x, y$  — координати центра мас вантажу;  $m$  — маса тарного вантажу;  $\varphi$  — кутова координата вантажу;  $F_{x_3}, F_{x_4}, F_{y_3}, F_{y_4}$  — проекції на осі  $X$  і  $Y$  результуючих векторів  $F_3$  і  $F_4$  сил тертя, що діють на опорну площину вантажу з боку стрічок подавального і магістрального конвеєрів. Вони визначаються за такими формулами:

$$\begin{aligned} F_{x_3} &= F_3 \sin \alpha_1; F_{x_4} = F_4 \sin \alpha_2; \\ F_{y_3} &= F_3 \cos \alpha_1; F_{y_4} = F_4 \cos \alpha_2, \end{aligned} \quad (2)$$

де  $\alpha_1, \alpha_2$  — кути між абсолютною і відносною швидкостями частини вантажу, що розташована відповідно на конвеєрах 3 і 4:

$$\alpha_1 = \arcsin\left(\frac{V_{n_3} \cos \beta}{V_{e_3}}\right); \alpha_2 = \arcsin\left(\frac{V_{n_4} \cos \beta}{V_{e_4}}\right), \quad (3)$$

$V_{n_3}, V_{n_4}$  — нормальні складові колової швидкості центра мас частин вантажу з центрами  $O_3, O_4$ , що визначаються з рівнянь:

$$\begin{aligned} V_{n_3} &= \omega_{OO_3}; \\ l_{OO_3} &= \frac{(y_{O_3} - y)}{\cos \beta} = \frac{x_{O_3}}{\sin \beta}; \end{aligned} \quad (4)$$

$$\beta = \arctg \left( \frac{x_{O_3} - y}{y_{O_3}} \right); \quad (5)$$

$$V_{n_3} = \frac{y_{O_3} - y}{\cos \left( \arctg \left( \frac{x_{O_3}}{y_{O_3} - y} \right) \right)}.$$

Тоді

$$V_{n_4} = \frac{y_{O_4} - y}{\cos \left( \arctg \left( \frac{x_{O_4}}{y_{O_4} - y} \right) \right)}, \quad (6)$$

або

$$V_{n_4} = \frac{y_{O_4} - y}{\cos \left( \arctg \left( \frac{x_{O_4}}{y_{O_4} - y} \right) \right)}, \quad (7)$$

де  $x_{O_3}, x_{O_4}, y_{O_3}, y_{O_4}$  — координати центрів ваги частин вантажу, які перебувають на орієнтувальних конвеєрах 3 і 4;  $l_{O_3}, l_{O_4}$  — віддалі між розташуванням центрів ваги вантажу  $O_3, O_4$ ;  $\beta$  — кут між  $l_{O_4}$  і координатною віссю  $Y$ .

Слід зазначити, що оскільки площі частин вантажу, які перебувають на конвеєрах 3 і 4, завжди рівні між собою (виходячи з прийнятих припущень), то  $V_{n_3} = V_{n_4}$ .

Відносні швидкості центрів ваги частин вантажу визначимо з рівнянь:

$$\Delta V_3 = V_3 - V_{n_3}, \quad \Delta V_4 = V_4 - V_{n_4}, \quad (8)$$

Використавши теорему косинусів, знаходимо значення відносних швидкостей  $V_{e_3}, V_{e_4}$ , тобто швидкостей точок  $O_3, O_4$  відносно нерухомої системи координат:

$$V_{e_3}^2 = V_{n_3}^2 + \Delta V_3^2 - 2V_{n_3} \Delta V_3 \sin \beta, \quad (9)$$

Оперуючи рівняннями (6) і (7), знаходимо:

$$V_{e_3} = \sqrt{\left( \frac{y_{O_3} - y}{\cos \left( \arctg \left( \frac{x_{O_3}}{y_{O_3} - y} \right) \right)} \right)^2 + \dots - (V_3 - V_{n_3})^2 - 2(V_3 - V_{n_3})x_{O_3}};$$

$$V_{e_4} = \sqrt{\left( \frac{y_{O_4} - y}{\cos \left( \arctg \left( \frac{x_{O_4}}{y_{O_4} - y} \right) \right)} \right)^2 + \dots - (V_4 - V_{n_4})^2 - 2(V_4 - V_{n_4})x_{O_4}}. \quad (10)$$

Віддалі від точок прикладання проекції сил  $F_{3,4}$  до центра ваги вантажу  $O'$  визначаємо за залежностями:

$$l_{F_{33}} = y - y_{O_3} + \rho_{T_3} \sin \alpha_1; \quad l_{F_{33}} = x_{O_3} + \rho_{T_3} \cos \alpha_1;$$

$$l_{F_{34}} = y + y_{O_4} + \rho_{T_4} \sin \alpha_2; \quad l_{F_{34}} = -x_{O_4} + \rho_{T_4} \sin \alpha_2. \quad (11)$$

Тут  $\rho_{T_{3,4}}$  — радіуси тертя ковзання відповідно для частин вантажу, які розташовані на орієнтувальних конвеєрах 3 і 4, що визначаються за формулами:

$$\rho_{T_3} = \frac{M_3}{F_3}; \quad \rho_{T_4} = \frac{M_4}{F_4}, \quad (12)$$

де  $M_{3,4}$  — момент тертя ковзання вантажу по опорних поверхнях конвеєрів 3 і 4.

За апроксимаційними залежностями знаходимо [2, 4]:

$$M_3 = \frac{S_3}{S} L_0 [1 - \exp(-k_2 r_3)];$$

$$M_4 = \frac{S_4}{S} L_0 [1 - \exp(-k_2 r_4)];$$

$$F_3 = \frac{S_3}{S} mgf_3 [1 - \exp(-k_1 r_3 - A_0)];$$

$$F_4 = \frac{S_4}{S} mgf_4 [1 - \exp(-k_1 r_4 - A_0)], \quad (13)$$

де  $S$  — площа опорної поверхні вантажу;  $S_3, S_4$  — площі частин опорної поверхні вантажу, розташованих на конвеєрах 3 і 4 відповідно;  $k_1, k_2$  — апроксимаційний коефіцієнт;  $r_3, r_4$  — радіус-віддалі від центрів ваги до миттєвих центрів обертання вантажу;  $L_0$  — момент тертя вантажу при  $r=0$ ;

$$A_0 = \ln \left( 1 - \frac{F_0}{mgf_{3(4)}} \right),$$

$F_0$  — значення головного вектора сил тертя, яке визначається при  $r=0$ .

Координати центрів ваги частин вантажу у випадку, коли вантаж повністю перемістився на орієнтувальні конвеєри 3, 4, можна визначити за формулами:

$$x_{O_3} = \xi_{O_3} \sin \varphi + \eta_{O_3} \cos \varphi; \quad x_{O_4} = -\xi_{O_4} \sin \varphi - \eta_{O_4} \cos \varphi;$$

$$y_{O_3} = y - \xi_{O_3} \cos \varphi + \eta_{O_3} \sin \varphi;$$

$$y_{O_4} = y + \xi_{O_4} \cos \varphi - \eta_{O_4} \sin \varphi, \quad (14)$$

де  $\xi_{O_3}, \eta_{O_3}, \xi_{O_4}, \eta_{O_4}$  — координати центрів ваги частин вантажу, розташованих на конвеєрах 3 і 4 в системі  $\xi$  і  $\eta$ .

Третій етап завершиться при досягненні вантажем конвеєра 5, тобто, де  $\gamma = \arctg(a/b)$ ;  $a, b$  — геометричні параметри опорної поверхні тарного вантажу.

При виконанні заданої умови наступить четвертий етап, який також характеризується складним плоским рухом до моменту виконання умови  $L'_3 \leq L'_4 + L'_5$ , де  $L'_3, L'_4, L'_5$  — моменти сил тертя частин вантажу, що перебувають відповідно на конвеєрах 3, 4 і 5.

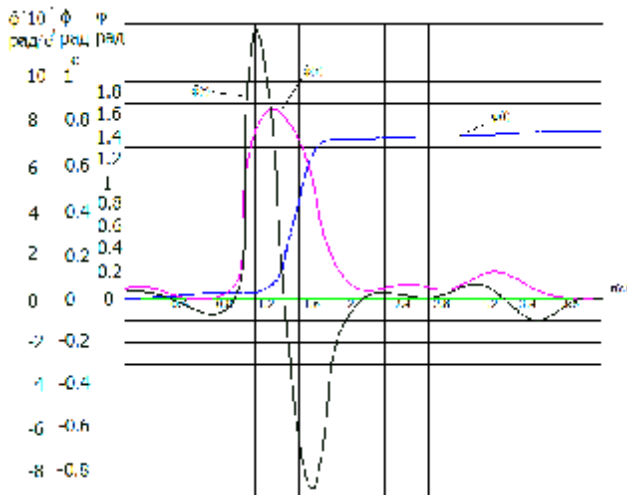


Рис. 4. Графіки зміни куткових параметрів руху вантажу під час операції переорієнтування його на  $90^\circ$  відносно попереднього руху перевантажувальною системою з чотирьох конвеєрів

Отримавши потрібні залежності та вихідні дані, можна розв'язати систему рівнянь відносно  $u$  і  $\varphi$  за допомогою прикладного пакету Mathcad.

Результати числових розрахунків аналітичних залежностей, що описують рух вантажу на всіх етапах, подано у вигляді графіків (рис. 4). Проаналізувавши їх, можна стверджувати, що керувати операцією орієнтування тарного вантажу можна за рахунок зміни значень основних геометричних, фізичних і кінематичних параметрів самої перевантажувальної системи.

Поряд з цим, можна також рекомендувати що під час проведення розрахунків довжину орієнтувальних конвеєрів приймати такою, щоб  $\varphi=90^\circ$ .

Для запобігання додатковому обертанню вантажу відносно його центра ваги на конвеєрі 5 слід встановити додаткові напрямні. Перехідний режим тоді характеризуватиметься досягненням вантажем швидкості  $V_5$ .

**Висновки.** 1. Проведений аналіз силової взаємодії вантажу з робочими органами перевантажувальних пристроїв дав можливість встановити, що основними зовнішніми навантаженнями на тарний вантаж у таких пристроях є: сили і моменти сил тертя; реакції сил від взаємодії вантажу з поверхнями робочих органів та сили інерції.

2. Характерним стримувальним чинником підвищення продуктивності перевантажувальних пристроїв є обмеження силової дії на тарні вантажі, а тому для забезпечення заданого ритму виробництва потрібно конструктивно передбачити мінімізацію таких сил.

3. Виконані аналітичні дослідження операції орієнтування тарних вантажів у системі з чотирьох конвеєрів

реалізували методологію застосування математичної теорії тертя під час руху вантажу по шорсткій поверхні, а також дали змогу інтенсифікувати операцію перероблення вантажопотоків у ПТС.

## Література

1. Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О. Перевантаження вантажів у потоково-транспортних системах одного рівня // Наукові праці НУХТ. — 2004. — №2. — С. 17—21.
2. Кривопляс А.П. Разработка теоретических основ перемещения штучных грузов в поточных линиях укрупнения грузовых единиц пищевых производств и их практическое приложение. — Дис. ... докт. техн. наук. — К., 1988. — 500 с.
3. Кривопляс А.П. Пакетоформирующие машины / Кривопляс А.П., Кукибный А.А., Беспалько А.П., Буров А.А. — М.: Машиностроение, 1982. — 239 с.
4. Гавва О.М. Наукові основи розрахунку параметрів потоково-транспортних систем харчових виробництв. — Дис. докт. техн. наук. — Киев, 1996. — 376 с.
5. Ивановский К.Е. Перегрузочные устройства конвейеров штучных грузов / Ивановский К.Е., Оболенский А.С. — М.: Машиностроение, 1966. — 208 с.
6. Жуковский Н.Е. Условие равновесия твердого тела, опирающегося на неподвижную плоскость некоторой площадью и могущего перемещаться вдоль этой площадки с трением. — М. — Л.: собр. соч. — 1948. — Т. 2. — 65бс.
7. Жураховский В.А., Кривопляс А.П. Расчет оптимальных законов движения штучных грузов под воздействием толкателя при ограничении динамических нагрузок // Вестник машиностроения. — 1974. — №9. — С. 49—52.
8. Дашенко А.И. Проектирование автоматических линий / Дашенко А.И., Белоусов А.П. — М.: Высшая шк., 1983. — 328 с.

Отримана 22.05.09

Alexandr Gavva, Lyudmila Krivoplyas-Volodina  
**Applied aspects of the mathematical theory of friction at movement of tare cargoes on a rough surface**  
*National university of food technologies*

*In product lines of processing of tare cargoes use of different constructive schemes of reloading devices is stipulated. Tare cargoes change orientation concerning initial movement during operation of an overload. Change of orientation of a cargo occurs at complex flat movement on bearing planes. Rational parameters reloading devices it is possible to find at use of mathematical modelling. Use the mathematical theory of friction of tare cargoes on a rough surface is feature of the given modelling. The example of realization of methodology mathematical modelling for operations of an overload in given clause is research of the reloading device from four horizontal conveyors.*