

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КРИВОПЛЯС – ВОЛОДИНА ЛЮДМИЛА ОЛЕКСАНДРІВНА



УДК 663/664.04.3

**НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ
ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ
ПОТОКОВО-ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

05.18.12 – процеси й обладнання харчових, мікробіологічних і фармацевтичних
виробництв

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2006

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор

Гавва Олександр Миколайович, Національний університет харчових технологій, професор кафедри технічної механіки і пакувальної техніки

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

Пушанко Микола Миколайович, Національний університет харчових технологій, професор кафедри технологічного обладнання харчових виробництв

доктор технічних наук, професор

Маламен Георгій Дмитрович, Одеська національна академія харчових технологій, професор кафедри інженерної та комп'ютерної графіки

Провідна установа: Національний університет «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України, м. Львів

Захист відбудеться “ 18 ” жовтня 2006 року о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.02 Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ, вул.Володимирська, 68, аудиторія А – 311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ, вул.Володимирська, 68.

Автореферат розісланий “ 14 ” _____ 09 _____ 2006 року.

Вчений секретар

Спеціалізованої вченої ради, к.т.н., доц.



Зав'ялов В.Л.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На сьогодні пакування і механізація заключних операцій в галузі виробництва харчових продуктів є однією із актуальних задач, де своє чинне місце мають і операції перевантаження вантажів.

Незважаючи на широке застосування перевантажувальних пристроїв в потоково-транспортних системах харчових виробництв, а також на існуючі результати теоретичних досліджень, недостатня, а інколи і відсутня інформація з питань дослідження операцій перевантаження в пристроях, в яких вантаж здійснює складний плоский рух одночасно на кількох несучих площинах конвеєрів, призводить до: значних матеріальних енергетичних і часових витрат під час виготовлення і експлуатації обладнання, а також на його налагодження; виникнення заторів вантажів в транспортних системах; ушкодження та псування готової продукції.

Завданням даної роботи є встановлення повної інформації про якісні і кількісні зміни кінематичних і силових параметрів руху тарних продовольчих вантажів у перевантажувальних пристроях, що буде основою для наукового обґрунтування визначення раціональних параметрів операції перевантаження.

У зв'язку з цим подальше дослідження операцій перевантаження тарних продовольчих вантажів є актуальною науково-технічною задачею, рішення якої має важливе народногосподарське значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконувалась в рамках пріоритетного напрямку робіт НУХТ кафедри технічної механіки і пакувальної техніки "Розробка наукових основ технологічних процесів харчових виробництв, в тому числі з урахуванням впливу фізичних полів, з метою створення нового високоефективного обладнання, засобів механізації та автоматизації для переробних галузей", а також у зв'язку з виконанням господарчих робіт №205ц та №207ц з НВО УкрНДІсіль.

Виконана робота відповідає Закону України від 11 липня 2001 р. № 2623-З "Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки".

Автором особисто проведено аналіз літературних джерел, розроблено математичні моделі руху вантажу в перевантажувальних пристроях, проведено лабораторні дослідження та аналіз отриманих результатів.

Мета і задачі дослідження. Встановлення закономірностей змін кінематичних, силових і геометричних параметрів руху продовольчих вантажів у перевантажувальних пристроях та шляхів інтенсифікації операцій перевантаження. Для досягнення поставленої мети вирішені такі задачі:

- проаналізовано стан технологічних та технічних рішень операцій перевантаження вантажів, їх наукове обґрунтування і відповідність сучасним вимогам;
- встановлено види силової взаємодії вантажу з елементами робочих поверхонь перевантажувальних пристроїв;
- виконано математичне моделювання складного плоского руху вантажу одночасно на кількох несучих площинах в перевантажувальних пристроях з пасивними робочими органами, одержано інформацію про якісні і кількісні зміни кінематичних і силових параметрів руху;

- виконано математичне моделювання операції орієнтування вантажу в пристрої, що складається із чотирьох конвеєрів;
- обґрунтовано основні способи інтенсифікації складного плоского руху вантажу в перевантажувальних пристроях;
- розширено теоретичні положення про удар рухомого вантажу об рухому поверхню робочого органа;
- виконано математичне моделювання складного плоского руху вантажу одночасно на кількох несучих площинах в перевантажувальних пристроях з активними робочими органами;
- підтверджено адекватність математичних моделей реальним процесам перевантаження;
- розроблено загальні положення методики вибору і застосування перевантажувальних пристроїв в ПТС харчових виробництв.

Об'єктом досліджень є операції і пристрої перевантаження вантажів у ПТС харчових виробництв.

Предметом досліджень є математичні моделі, що відображають рух вантажу в перевантажувальних і орієнтувальних пристроях.

Методи досліджень. Аналітичні дослідження геометричних, кінематичних і силових параметрів процесу перевантаження вантажів проведені з використанням нелінійних диференціальних рівнянь.

Для створення математичних моделей використовували теорію удару, математичну теорію тертя та динаміку руху твердого тіла.

Експерименти були проведені під керівництвом і за участю автора в лабораторії кафедри “Технічна механіка і пакувальна техніка” НУХТ, в дослідно-експериментальній лабораторії НВЧП “Госпродукт”, та науково-дослідній лабораторії УкрНДІ “Артемсіль”.

Результати аналітичних та експериментальних досліджень оброблено за допомогою математичного редактора MathCAD і графічних редакторів AutoCAD 2005, Mechanical Desktop 6.0 і прикладного пакету ACD See 4.0.

Наукова новизна одержаних результатів.

Визначено і науково обґрунтовано раціональні параметри перевантажувальних пристроїв в ПТС харчових виробництв, в тому числі:

- вперше виконано математичне моделювання складного плоского руху вантажу одночасно на кількох несучих площинах конвеєрів;
- розроблено методи дослідження операцій перевантаження вантажів за допомогою прямолінійної або криволінійної нерухомої напрямної у пристроях, несучі площини конвеєрів яких розташовані поряд або під прямим кутом до вихідного положення вантажу;
- вперше отримано аналітичні залежності для визначення кінематичних і силових параметрів косоного нецентрального удару вантажу по рухомій поверхні напрямної і упора;
- розроблено математичні моделі руху вантажів у перевантажувальних пристроях з активними робочими органами;

- розроблено методи вибору раціональних параметрів пристроїв для орієнтування вантажів у системі із чотирьох конвеєрів.

Практичне значення одержаних результатів.

Результати проведених аналітичних і експериментальних досліджень реалізовані за наступними напрямками.

Проведений аналіз взаємодії вантажу з робочими органами перевантажувальних пристроїв дає можливість на етапах вибору кінематичних параметрів мінімізувати силову дію на вантаж.

Запропонована методика визначення раціональних параметрів перевантажувальних пристроїв, в яких вантаж здійснює складний плоский рух одночасно по кількох несучих площинах і контактує з елементами поверхонь пасивних та активних робочих органів.

Розроблена математична модель операції орієнтування вантажу в транспортній системі із чотирьох конвеєрів дає можливість визначити раціональні геометричні і кінематичні параметри як пристрою, так і руху вантажу.

Основні положення роботи використовуються у навчальному процесі студентів спеціальності 7.090223 “Машини і технологія пакування”.

Впровадження результатів роботи здійснено: в НВО “УкрНДІсіль”, Експериментально-машинобудівному заводі гірничо-шахтного і технологічного обладнання соляної промисловості, НВЧП “Госпродукт” шляхом видачі вихідних даних на проектування перевантажувальних пристроїв.

Особистий внесок здобувача. За темою дисертаційної роботи здобувача матеріал представлено в наукових працях [1,2,6,8,9,12,15,16,18,19,24], опублікованих у співавторстві; дисертанту належать наукове обґрунтування теоретичних положень, розробка математичних моделей і реалізація їх на ПК.

В роботах [3,4,5,10,20-23], опублікованих у співавторстві, дисертанту належать оброблення результатів та формулювання висновків, в роботах [7,11,13,14,17] опублікованих у співавторстві, дисертанту належать постановка та інтерпретація досліджень, розробка математичних моделей.

Апробація результатів дисертації. Матеріали роботи щорічно доповідалися автором на Міжнародних науково-технічних конференціях НУХТ у 1998-2005 рр.; Міжнародній науково-практичній конференції “ Екологія человека и проблемы воспитания молодых ученых ”, 1997р. (м. Одеса); Міжнародній науково-практичній конференції “ Проблемы пищевой технологии и техники ”, 1998 р. (м.Могільов, Беларусь); Міжнародній науково - технологічній конференції "Новітні технології в легкій промисловості та сервісі" ДАЛПУ, 1999р.(м. Київ); Міжнародній науково-практичній конференції "Хлебопродукты - 2000"(м.Одеса).

Публікації. Основні положення дисертації висвітлені в 9 статтях фахових журналів і 2 депонованих статтях, 12 тезах доповідей, 1 деклараційному патенті України.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, п’яти розділів, висновків, списку використаних джерел із 100 найменувань і двох додатків. Робота викладена на 206 сторінках машинописного тексту, містить 32 рисунка та 23 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, показано її народногосподарське значення, сформульовані мета і задачі досліджень та викладено її загальну характеристику.

В **першому розділі** проаналізовано інформаційні та технічні джерела з питань дослідження складного плоского руху вантажів у перевантажувальних пристроях ПТС харчових виробництв.

Питанням конструктивного виконання і комплексного дослідження перевантажувальних пристроїв різної конфігурації присвячені наукові праці Івановського К.Е., Оболенського А.С., Луніна О.Г., Ріделя А.Є., Сухого Л.А., Кривопляса О.П., Соколенка А.І., Беспалька А.П., Гавви О.М., Любімова В.М., Масла М.А. та інших. Аналіз цих досліджень дав змогу узагальнити основні конструктивні схеми та параметри перевантажувальних пристроїв у цілому, узагальнити основні методи та методики дослідження окремих конструктивних груп пристроїв. Відмічено проблемність математичного моделювання складного плоского руху вантажу одночасно на кількох несучих площинах в перевантажувальних пристроях, що стримувало визначення раціональних параметрів пристроїв такого класу. Це і визначило напрямок подальших досліджень.

В **другому розділі** проведено аналітичні дослідження складного плоского руху вантажів одночасно на кількох несучих площинах в широко застосовуваних перевантажувальних пристроях. Проаналізовано характерну силову взаємодію вантажів з робочими органами перевантажувальних пристроїв. Створено математичні моделі руху вантажів в таких перевантажувальних пристроях (рис.1):



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

пристрій складається із двох горизонтальних конвеєрів, розташованих під прямим кутом, і прямолінійної (рис.1а) або криволінійної нерухомої напрямної (рис.1б);

пристрій складається із двох горизонтальних конвеєрів, розташованих поруч, несучі площини яких рухаються назустріч, та прямолінійної (рис.1в) або криволінійної нерухомої напрямної (рис.1г – 1е) із неприводним упором; пристрій орієнтування складається із чотирьох горизонтальних конвеєрів (рис.1к);

В основу методу дослідження операцій перевантаження покладено поетапний аналіз руху вантажу. Результати математичного моделювання отримані у вигляді нелінійних диференційних рівнянь, які розв'язані числовими методами на ПК. Основною відмінністю виконаного математичного моделювання є врахування сил і моментів тертя, що діють на опорну поверхню вантажу, розташовану одночасно на подавальному і на приймальному конвеєрах. Залежно від напрямку, точки прикладання і значення головних векторів сил тертя вони можуть у відповідний період часу бути як рушійними, так і гальмівними. Значний вплив на зміну якісної характеристики сил тертя мають геометричні і кінематичні параметри перевантажувального пристрою, а також конструкція напрямних (пасивні робочі органи). На рис.2 наведено схему силової дії на вантаж при його перевантаженні горизонтальними конвеєрами, розташованими під прямим кутом, за допомогою криволінійної напрямної на одному із характерних етапів.

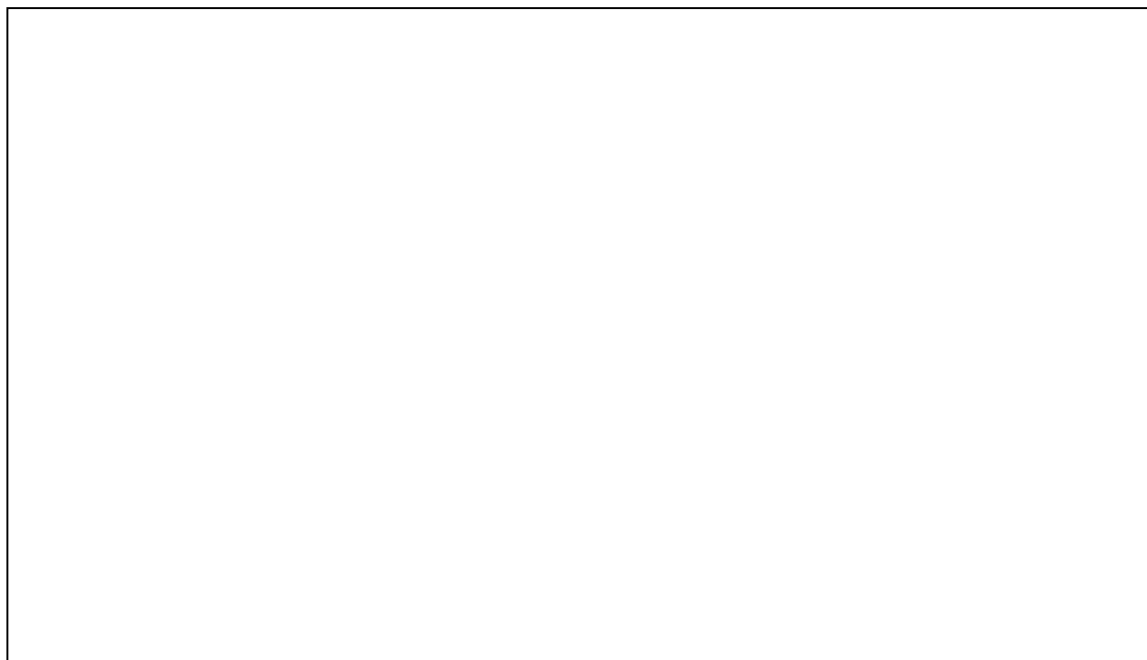


Рис.2. Схема силової дії на вантаж при його перевантаженні конвеєрами, розташованими під прямим кутом, за допомогою криволінійної напрямної на шостому етапі

На цьому етапі вантаж 4 здійснює складний плоский рух на подавальному і відвідному конвеєрах 1 і 2 із проковзуванням ребра А по криволінійній напрямній 3. Для положення вантажу, наведеного на рис.2, рівняння руху запишемо у вигляді

$$\begin{cases} m\ddot{x} = F_{x_1} + F_{x_2} + N \sin a'' - F \cos a'', \\ m\ddot{y} = -N \cos a'' - F \sin a'' - F_{y_1} - F_{y_2}, \\ I\ddot{\varphi} = F_{x_1} l_{x_1} - F_{y_1} l_{y_1} + F_{x_2} l_{x_2} + F_{y_2} l_{y_2} + N l_N - F l_F, \end{cases} \quad (1)$$

де: m - маса вантажу; $I = \frac{mc^2}{12}$ - момент інерції вантажу; c - діагональ вантажу, $c = \sqrt{a^2 + b^2}$; a, b - довжина і ширина вантажу; $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{\varphi}$ - лінійне і кутове прискорення руху центра мас вантажу; $F_{x_1}, F_{y_1}, F_{x_2}, F_{y_2}$ - проекції головних векторів сил тертя, що діють в зоні контакту опорної поверхні вантажу з несущими площинами конвеєрів 1 і 2 на осі x і y ; $F_{x_1} = F_1 \sin a_1$, $F_{y_1} = F_1 \cos a_1$, $F_{x_2} = F_2 \sin a_2$, $F_{y_2} = F_2 \cos a_2$; a_1, a_2 - кут між напрямком осі y та головним вектором сил тертя відповідно; F_1, F_2 - головні вектори сил тертя опорної поверхні вантажу відповідно по подавальному і відвідному конвеєрах, $F_1 = (S_1/S)mgf_1(1 - \exp(-k_1 r_1 - A_0))$, $F_2 = (S_2/S)mgf_2(1 - \exp(-k_1 r_2 - A_0))$; S_1, S_2 - площі опорних поверхонь частин вантажу, розташованих відповідно на конвеєрах 1 і 2; S - загальна площа опорної поверхні вантажу; f_1, f_2 - коефіцієнти тертя вантажу по несучим площинам конвеєрів 1 і 2; g - гравітаційна стала; k_1 - коефіцієнт апроксимації; r_1, r_2 - радіус-відстань від центру ваги частини вантажу, яка розташована на конвеєрі 1 і 2, до миттєвого центру обертання; $A_0 = \ln(1 - F_0(mgf)^{-1})$; F_0 - значення головного вектора сил тертя при $r = 0$; N - нормальна реакція дії напрямної на вантаж; F - сила тертя проковзування ребра А вантажу по напрямній 3, $F = f_3 N$; f_3 - коефіцієнт тертя ковзання ребра вантажу по напрямній; $l_N, l_F, l_{F_{x_1}}, l_{F_{y_1}}, l_{F_{x_2}}, l_{F_{y_2}}$ - відстані від дії зовнішніх сил $F, N, F_{x_1}, F_{y_1}, F_{x_2}, F_{y_2}$ - до центра ваги вантажу; a'' - кут нахилу вектора N до осі y .

Для обчислення значення, напрямку, точки прикладання головних векторів сил тертя F_1 і F_2 , а також центра мас частин вантажу, розташованих на конвеєрі 1 і 2, доцільно послідовно розглядати геометричне співвідношення фігур частин опорної поверхні як п'ятикутник і трикутник, потім дві трапеції і на завершення трикутник і п'ятикутник.

Для розв'язання системи рівнянь (1) складено додаткові рівняння геометричних зв'язків:

$$\begin{cases} x = x_A - 0,5c \cdot \sin(j - g), \\ y = y_A - 0,5c \cdot \cos(j - g), \end{cases} \quad (2)$$

де: x_A, y_A - координата точки А на напрямній 3; j - кут повороту вантажу; $g = \arctg(b/a)$. При цьому ребро вантажу (точка А) буде рухатись на напрямній 3, здійснюючи наступний закон руху:

$$(x_A - x'_0)^2 + (y_A - y'_0)^2 = R, \quad (3)$$

де: x'_0, y'_0 - координати центра кривизни напрямної, R - радіус кривизни. При виконанні досліджень радіус кривизни прийнято - сталою величиною. Центр кривизни і мінімальне значення радіуса напрямної визначались із умови незатороутворювання вантажів.

Розв'язавши разом рівняння (1) і (2), одержимо систему рівнянь (1) у вигляді:

$$\begin{cases} \mathbb{X} = 0,5c(\mathbb{X}^2 \sin(j-g) - \mathbb{X} \cos(j-g)); \\ \mathbb{Y} = 0,5c(\mathbb{X} \sin(j-g) + \mathbb{X}^2 \cos(j-g)); \\ \mathbb{X} = [F_{x1} l_{Fx1} - F_{y1} l_{Fy1} + F_{x2} l_{Fx2} + F_{y2} l_{Fy2} + (l_N - f_3 l_F) [0,5cm \mathbb{X}^2 \sin(j-g) - F_{x1} - F_{x2}] \times \\ \times [\sin a'' - f_3 \cos a'']^{-1} \cdot [\frac{mc^2}{12} + (l_N - f_3 l_F) \cdot 0,5cm \cdot \cos(j-g) (\sin a'' - f_3 \cos a'')^{-1}]^{-1}; \\ N = [0,5cm(\mathbb{X}^2 \sin(j-g) - \mathbb{X} \cos(j-g)) - F_{x1} - F_{x2}] \cdot [\sin a'' - f_3 \cos a'']^{-1}. \end{cases} \quad (4)$$

Вихідними даними для числового розв'язку системи (4) є кінцеві значення параметрів попереднього етапу.

Даний етап може завершитись за такої умови:

$$\begin{cases} x_A \geq x + 0,5c \cdot \sin(j-g), \\ y_A \leq y + 0,5c \cdot \cos(j-g); \end{cases} \quad \text{або} \quad N = 0. \quad (5)$$

Проекції головного вектора сил тертя частин вантажу $F_{x1}, F_{y1}, F_{x2}, F_{y2}$ та кути a_1, a_2 визначаються залежно від розташування вантажу на конвеєрах і кінематичних параметрів його руху. Розв'язавши систему рівнянь (4) відносно невідомих x, y, j та їх похідних, отримаємо значення параметрів, що характеризують рух і силову взаємодію вантажу на даному етапі.

Після обробки результатів розрахунку параметрів руху вантажу на кожному із етапів можна проаналізувати зміну лінійних, кутових і силових параметрів протягом виконання всієї операції, а також визначити вплив конструктивних і кінематичних параметрів пристрою на ефективність перевантаження. На рис. 3 наведені результати обробки розрахунків параметрів руху вантажу в перевантажувальному пристрої, що складається із двох конвеєрів, розташованих в горизонтальній площині під прямим кутом і криволінійної нерухомої напрямної.

Подібна методика дослідження застосована при аналізі руху вантажу в інших конструктивних схемах (рис.1) перевантажувальних пристроїв.

На основі проведених досліджень:

1. Виконані аналітичні дослідження операцій перевантаження вантажу пристроєм, конвеєри якого розташовані під прямим кутом і за допомогою прямолінійної або криволінійної нерухомої напрямної, результатом є кінцеві формули і вирази, що дають можливість за заданих вихідних даних обґрунтовано вибрати геометричні і кінематичні параметри як пристрою, так і руху вантажу.

Рис.3. Зміна кінематичних параметрів руху вантажу при перевантаженні його в системі горизонтальних конвеєрів несучі площини яких розташовані під прямим кутом, за допомогою криволінійної нерухомої напрямної

2. Досліджено операцію перевантаження вантажу пристроєм, конвеєри якого розташовані поряд, а несучі площини рухаються назустріч та за допомогою прямолінійної або криволінійної нерухомої напрямної і нерухомого упора. Результатом цих досліджень є одержані кінцеві формули, за допомогою яких можна науково обґрунтувати вибір раціональних параметрів даних пристроїв.

3. Виконані аналітичні дослідження операції орієнтування вантажів у системі чотирьох конвеєрів дають змогу інтенсифікувати оброблення вантажів, особливо в м'якій транспортній тарі, в ПТС харчових виробництв.

4. Знайдено, що характерним стримуючим фактором підвищення продуктивності перевантажувальних пристроїв є необхідність обмеження силової дії на продовольчі вантажі, а тому для реалізації заданого ритму виробництва потрібно мінімізувати такі зусилля.

В третьому розділі проаналізовано способи інтенсифікації операцій та досліджено рух вантажу в пристроях, робочі органи яких інтенсифікують складний плоский рух вантажів.

Основним фактором, який вагомо впливає на вибір схеми перевантажувального пристрою, є задана продуктивність. Поряд із цим потрібно враховувати, що в умовах виробництва площа, виділена для ПТС, в тому числі і під перевантажувальні пристрої, обмежена. Це змушує іноді відмовитися від конструктивно простих, але габаритних пристроїв на користь більш складних.

До способів інтенсифікації операцій перевантаження тарних вантажів у ПТС харчових виробництв можна віднести: застосування пристроїв захоплення;

застосування активних робочих органів; змінення розподілення тиску по опорній поверхні вантажу; комбінований спосіб.

У сучасних ПТС харчових виробництв широке застосування знайшов комбінований спосіб інтенсифікації, тобто застосування активних і пасивних робочих органів.

В роботі основна увага зосереджена на дослідженні інтенсифікації операцій перевантаження при застосуванні таких широко використовуваних активних робочих органів: приводного ролика чи барабана та стрічкового конвеєра у вигляді прямої площини.

На рис. 4 представлено схеми можливих поєднань пасивних і активних робочих органів у перевантажувальних пристроях двох типів: горизонтальні конвеєри 1 і 2 розташовані під прямим кутом по відношенню до початкового напрямку руху вантажу (рис.4а-4в); горизонтальні конвеєри 1 і 2 розташовані поряд, при цьому рух їх несучих площин є взаємно протилежним (рис.4г-4к).

Застосування активних робочих органів дає можливість зменшити тривалість операції перевантаження.

Аналіз етапів руху вантажів у таких перевантажувальних пристроях показав, що основною їх відмінністю від досліджуваних є необхідність урахування ударних процесів вантажу об рухому поверхню робочого органа та переміщення вантажу з одночасним контактом по рухомій поверхні.

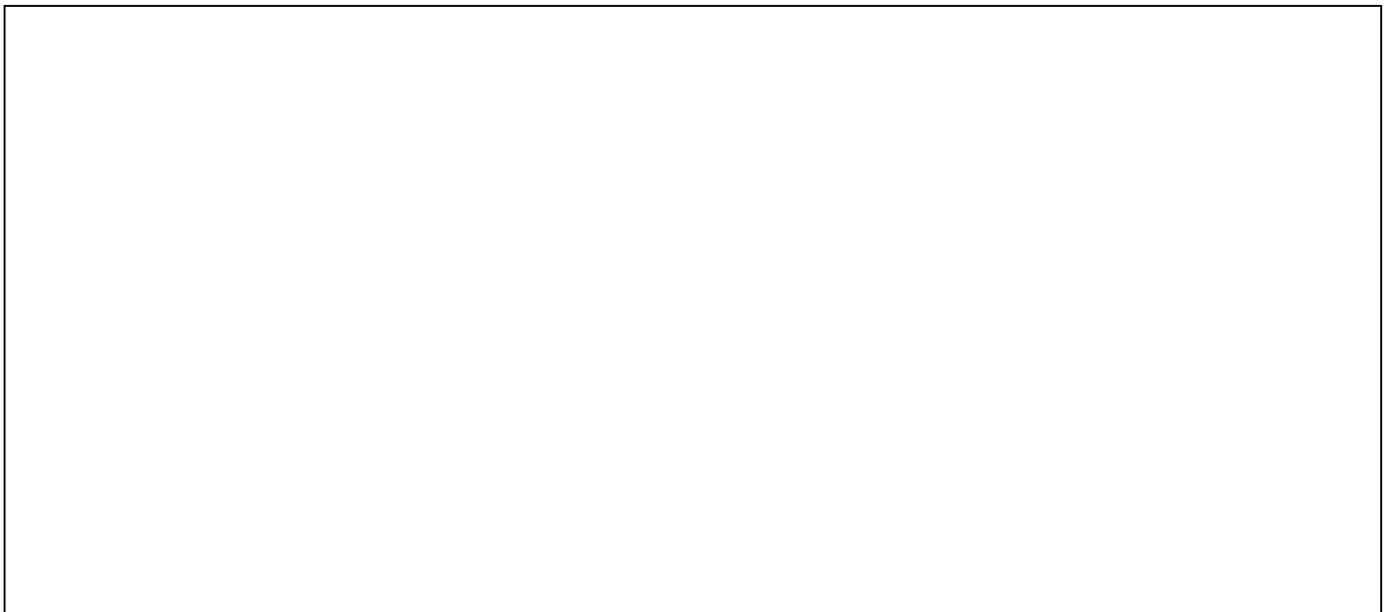


Рис.4. Схеми перевантажувальних пристроїв з активними і пасивними робочими органами

Під час удару у зоні контакту вантажу з конструктивними елементами пристрою може виникати як деформація тари, так і руйнування та псування продукту, а також змінюються кінематичні параметри руху вантажу, що суттєво впливає на його рух на наступних етапах.

Визначення кінематичних і силових параметрів удару вантажу об рухому поверхню робочих органів обумовлює розширення досліджень, що були проведені

раніше. Такий вид удару можна віднести до косого нецентрального пружно-пластичного удару.

Під час удару з прямою площиною на вантаж діє зовнішня миттєва сила в точці А, імпульс сил S , (рис.5).

Залежно від значень швидкостей V_1, V_3 , а також кута α встановлення прямої можливі три варіанти прикладання сили S .

Перший варіант відповідає умові $d < 90^\circ$, тобто кут між векторами V_3, V_{AB} менше 90° . Умовою виконання даного варіанту ударного процесу є $V_3 > V_1 \cos \alpha$ за умови $t = 0, j = 0, k = 0$. Для забезпечення умови обертання вантажу за часовою стрілкою, тобто $w > 0$, потрібно щоб

$$(\alpha + \gamma) < (90^\circ + r), \quad (6)$$

де w кутова швидкість вантажу після удару; r - кут тертя вантажу по поверхні прямої. Другий варіант відповідає умові $d > 90^\circ$, тобто $V_3 < V_1 \cos \alpha$, при цьому проекція імпульса сил S на вісь Y матиме від'ємний напрям. Для забезпечення умови $w > 0$ потрібно, щоб $(\alpha + \gamma) < 90^\circ - r$

(7)

Третій варіант ударного процесу буде за умови $d = 90^\circ$, тобто $S_y = 0$.

Для забезпечення умови $w > 0$, потрібно щоб, $(\alpha + \gamma) < 90^\circ$.

З точки зору ефективності процесу розвертання вантажу і мінімізації габаритів перевантажувального пристрою доречно забезпечувати умови проходження першого варіанту ударного процесу.

Для такого варіанту удару, використавши теорему імпульсів для центру мас вантажу та рівняння моментів кількості руху, запишемо кінцеві вирази для визначення кінематичних і силових параметрів руху вантажу під час удару:



Рис.5. Силовий вплив на вантаж при першому варіанті удару об рухому площину (випадок з $\delta < 90^\circ$)

$$S_x = \frac{mV_1 \sin \alpha (1+k)}{1+1,5[f_3 \sin 2(\alpha + \gamma) + 2 \cos^2(\alpha + \gamma)]}; \quad S_y = S_x f_3; \quad (8)$$

$$w = \frac{6 f_3 V_1 \sin \alpha (1+k)(f_3 \sin(\alpha + \gamma) + \cos(\alpha + \gamma))}{c \cdot [1+1,5[f_3 \sin 2(\alpha + \gamma) + 2 \cos^2(\alpha + \gamma)]]}; \quad (9)$$

$$\dot{\alpha} = V_1 \sin a \left[(1+k) \left(1 + 1.5 \left(f_3 \sin 2(a+g) + 2 \cos^2(a+g) \right) \right)^{-1} - 1 \right]; \quad (10)$$

$$\dot{\beta} = -V_1 \cos a \left[\left(f_3 \operatorname{tg} a (1+k) \right) \left(1 + 1.5 \left(f_3 \sin 2(a+g) + 2 \cos^2(a+g) \right) \right)^{-1} + 1 \right], \quad (11)$$

де: k – коефіцієнт відновлення швидкості після удару. На рис. 6 наведено графіки залежності кутової швидкості вантажу після удару по рухомій і нерухомій поверхні напрямної за різних значень швидкості стрічки подавального конвеєра, із яких видно, що величиною швидкості і напрямом руху поверхні напрямних елементів можна змінювати вихідні кінематичні параметри руху вантажу.

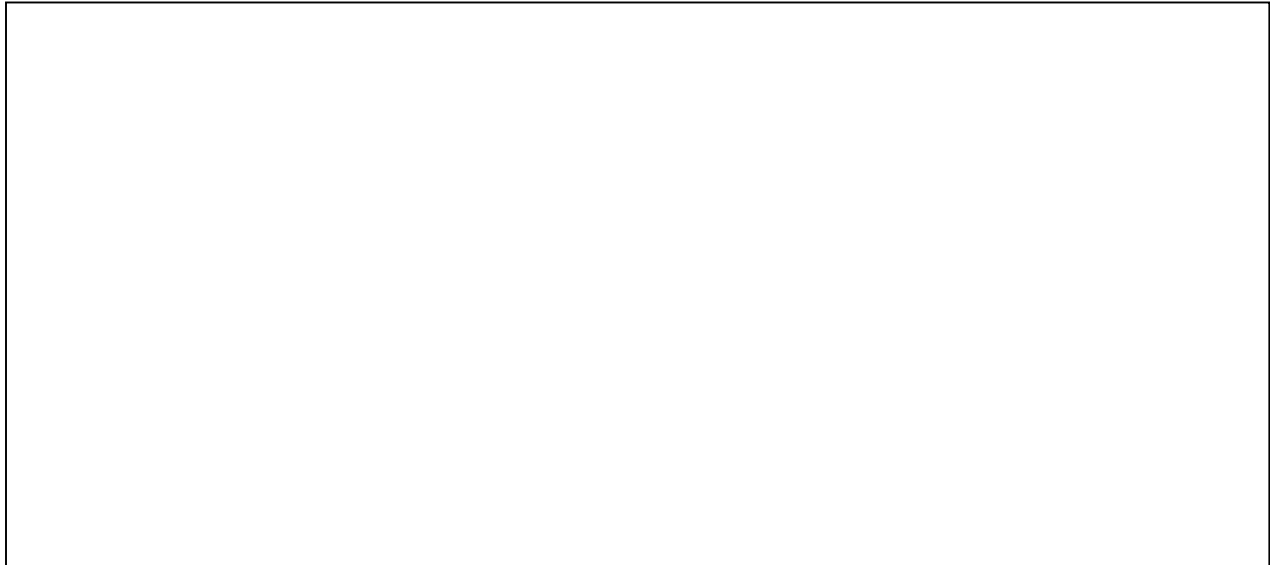


Рис.6. Графіки залежності кутової швидкості вантажу після удару по рухомій і нерухомій поверхні напрямної при різних значеннях швидкості стрічки подавального конвеєра:

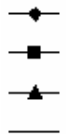


Рис.7. Зміна кутових параметрів вантажу під час перевантаження його в системі двох конвеєрів, що розташовані під прямим кутом, за допомогою прямолінійної напрямної

Використавши результати досліджень ударних процесів і врахувавши сили взаємодії двох рухомих поверхонь, вантажу і напрямних, створено математичні моделі руху вантажів у перевантажувальних пристроях.

Числовими розрахунками встановлено, що за рахунок застосування активних робочих органів можна до 20% зменшити тривалість операції перевантаження (рис.7).

У **четвертому розділі** описано експериментальні дослідження метою яких було знаходження значень тих параметрів, що включені в побудовані вище математичні моделі, і перевірка адекватності теоретичних моделей реальним процесам.

Експериментально перевірені такі характерні операції :

- перевантаження вантажів з подавального на магістральний конвеєр, несучі площини

яких розташовані в горизонтальній площині під прямим кутом, за допомогою прямолінійної та криволінійної напрямної;

- орієнтування вантажів у системі чотирьох конвеєрів(рис.8).

Отримані і оброблені результати експерименту було порівняно з аналітичними розрахунками по вихідних даних, ідентично прийнятих в експерименті (рис.9).

Вищезазначені експерименти проведені під керівництвом і за участю автора в лабораторії кафедри “Технічна механіка і пакувальна техніка” НУХТ, в дослідно-експериментальній лабораторії НВЧП “Госпродукт”, та науково-дослідній лабораторії УкрНДІ “Артемсіль”.

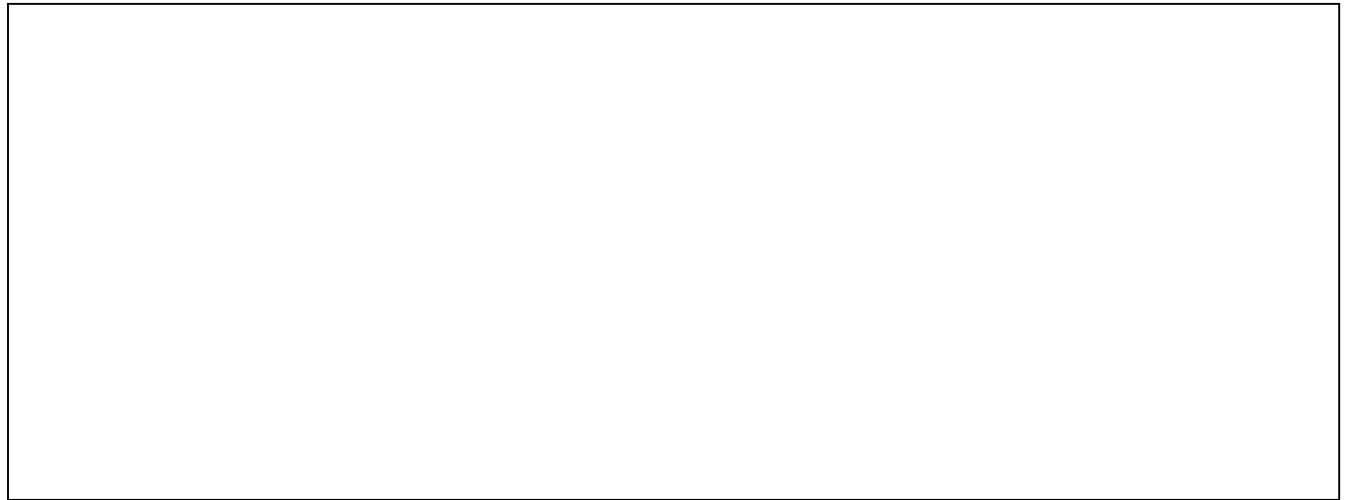


Рис.8. Експериментальна установка для дослідження операції орієнтування одиничних вантажів у системі чотирьох конвеєрів:

1,2,3,4 – конвеєри з однаковим напрямком руху несучої стрічки і різною швидкістю;
5 – допоміжні напрямні;
6 – вантаж;
7 – фотокамера;
8 – координатна система.

Рис.9. Зміна кута повороту вантажу під час його орієнтування в системі чотирьох конвеєрів:

—●— експериментальні дані;
—▲— результати аналітичних досліджень .

Відхилення значень одержаних параметрів експериментальним шляхом порівняно з теоретичними, не перевищували допустимі прийняті під час розв’язання подібних інженерних задач (до 10...15%).

У **п’ятому розділі** описано послідовність розрахунку раціональних параметрів руху вантажів у перевантажувальних пристроях та практичні аспекти використання результатів досліджень. Результати аналітичних досліджень було впроваджено під час розробки ПТС для соляної промисловості для таких перевантажувальних систем:

- система з двох горизонтальних конвеєрів, несучі площини яких розташовані під прямим кутом, з прямолінійною нерухомою напрямною;
- система з двох горизонтальних конвеєрів, несучі площини яких розташовані під прямим кутом, з криволінійною нерухомою напрямною;
- система з чотирьох горизонтальних конвеєрів.

Результати досліджень також були впроваджені НВЧП "Госпродукт" при розробці технічної документації на нестандартизоване обладнання для сахарної промисловості.

ВИСНОВКИ

Аналіз конструктивних та компоновочних схем потоково-транспортних систем харчових виробництв виявив потребу в розробці методів визначення раціональних параметрів перевантажувальних пристроїв, в яких вантажі здійснюють складний плоский рух одночасно по кількох несучих площинах, що дозволить забезпечувати вимоги по продуктивності, схемах компонування та уникнення явищ затороутворення.

Виконаний у даній роботі комплекс досліджень дав змогу розробити наукове обґрунтування визначення раціональних значень кінематичних, часових і силових параметрів перевантажувальних пристроїв у ПТС харчових виробництв.

На основі виконаних аналітичних і експериментальних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Виконаний аналіз конструкцій та існуючих методик розрахунку перевантажувальних пристроїв показав, що пристрої, в яких вантаж здійснює складний плоский рух одночасно на кількох несучих площинах, не мають наукового обґрунтування визначення параметрів, що стримує підвищення продуктивності ПТС, а також уникнення затороутворення.

2. Вперше виконано математичне моделювання складного плоского руху вантажу по кількох несучих площинах в таких перевантажувальних пристроях:

- перевантаження вантажу з магістрального на відвідний конвеєр, несучі площини яких розташовані під прямим кутом, за допомогою прямолінійної чи криволінійної напямної;

- перевантаження вантажу з магістрального на відвідний конвеєр, що розташовані поряд, а несучі площини рухаються назустріч, за допомогою прямолінійної або криволінійної напямної та неприводного упора.

Розроблені моделі дають можливість визначити раціональні значення кінематичних та силових параметрів операції перевантаження та є основою для розробки методик розрахунку таких перевантажувальних пристроїв.

3. Встановлено чотири основних способи інтенсифікації операцій перевантаження вантажів. На сьогодні найширшого застосування знайшов спосіб, за якого у перевантажувальних пристроях використовують активні робочі органи у вигляді рухомих напрямних та їх поверхонь, приводних роликів, барабанів.

4. Вперше виконано аналітичне дослідження удару пружно-пластичного тіла об рухомі поверхні напрямної площини і ролика. Одержані залежності доповнюють теорію косого нецентрального удару вантажу об нерухомі напрямні та дають можливість визначити силові і кінематичні параметри вантажу після удару. Встановлено, що за відповідних значень швидкостей і напрямку руху рухомої поверхні можна збільшити початкову кутову швидкість розвертання вантажу до 30%.

5. Виконано математичне моделювання складного плоского руху вантажу по кількох несучих площинах із застосуванням активних робочих органів у таких перевантажувальних пристроях:

- перевантаження вантажу з магістрального на відвідний конвеєр, несучі площини яких розташовані під прямим кутом, за допомогою прямолінійної рухомої напрямної;
- перевантаження вантажу з магістрального на відвідний конвеєр, що розташовані поряд (несучі площини рухаються назустріч) за допомогою нерухомої прямолінійної напрямної і приводного ролика.

Виконані числові розрахунки моделей дозволили встановити, що за рахунок встановлення активних робочих органів тривалість операції зменшується до 20...25%.

6. Розроблена методика визначення раціональних параметрів пристроїв орієнтування легкотравмованих продовольчих тарних вантажів у системі із чотирьох конвеєрів. Реалізація такої операції орієнтування сприяє інтенсифікації операцій по формуванню структурних елементів укрупнених вантажних одиниць в ПТС харчових виробництв.

7. Результати експериментальних досліджень руху вантажу в характерних конструкціях перевантажувальних пристроїв підтвердили адекватність математичних моделей реальним процесам. Найбільше відхилення розрахункових і експериментальних даних по тривалості операції не перевищувало 13%.

8. Викладені методи і методики розрахунків були використані НВО Укр НДІсіль під час розробки конструкторської документації на автоматизовану лінію групового пакування і формування збільшених вантажних одиниць, а також НВПІ «Госпродукт» при розробці технічної документації на нестандартизоване обладнання для пакування цукру.

Економічний ефект від впровадження результатів роботи на одну ПТС становить понад 6 тис. грн. на рік.

Методики розрахунків впроваджено в навчальний процес: при читанні лекцій, виконанні курсових проектів з дисциплін «Автоматизовані поточкові лінії пакування», «Математичне моделювання операцій пакування», «Розрахунок і конструювання пакувального обладнання», а також при виконанні дипломних проектів та магістерських робіт.

9. Запропоновані методи і методики розрахунку параметрів перевантажувальних пристроїв, у яких вантаж здійснює складний плоский рух одночасно по кількох несучих площинах можуть, бути застосовані і під час розрахунку функціональних модулів пакетоформуючих машин і машин групового пакування.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Пакувальне виробництво можна вдосконалити. О.М. Гавва, В.Б.Захаревич, Масло М.А, Л.О.Кривопляс-Володіна. // " Харчова та переробна промисловість", № 4, с.32-35, 1997р.Особистий внесок здобувача: формулювання висновків.
2. Прикладні аспекти застосування математичної теорії тертя при дослідженні складного плоского руху вантажів у пакувальній техніці. О.М. Гавва, В.Б.Захаревич, Й.О.Сторіжко, Л.О.Кривопляс-Володіна. // Наукові праці ОДАХТ , 1997, с.42 – 44. Особистий внесок здобувача: розробка теоретичної моделі по перевантаженню вантажів у системі однорівневих конвеєрів.
3. Комплексна механізація заключних операцій.- О.М. Гавва, В.Б.Захаревич, Масло М.А, Л.О.Кривопляс-Володіна. // " Харчова та переробна промисловість", № 4, 1998р., с.21-23. Особистий внесок здобувача: формулювання висновків.

4. Математичне моделювання складного плоского руху вантажів у перевантажувальних пристроях. О.М. Гавва, Л.О.Кривопляс-Володіна, Й.І.Сторіжко. // " Харчова промисловість", № 45, с.44-51, 1999р. Особистий внесок здобувача: розробка і обчислення математичної моделі складного плоского руху вантажів на окремих етапах.
5. Особливості розрахунку процесу переміщення вантажів з подаючого на магістральний конвеєр, що здійснюється за допомогою приводного або не приводного ролика . О.М. Гавва, Л.О.Кривопляс-Володіна. // " Вісник технологічного університету Поділля", Вип..4, 1999р. с.12-19. Особистий внесок здобувача: постановка задачі, розробка математичної моделі процесу взаємодії вантажу з приводним і не приводним роликом.
6. Математичне моделювання операції розвертання тарно-штучних вантажів на 90° двома горизонтальними конвеєрами. О.М. Гавва, М.А. Масло, Л.О.Кривопляс-Володіна. // "Науково-технічний журнал легкої промисловості ", №5, 2000р. с.31-33. Особистий внесок здобувача: виконання досліджень процесу переміщення вантажів в системі перевантажувального пристрою, побудова і обчислення математичної моделі на протязі всього процесу переміщення.
7. Дослідження удару продовольчих вантажів у орієнтувальних і перевантажувальних пристроях ПТС харчових виробництв. О.М. Гавва, Л.О.Кривопляс-Володіна, В.Б.Захаревич. - Наукові праці ОДАХТ , №5, 2001р., с.144 – 148. Особистий внесок здобувача: обчислення математичної моделі процесу переорієнтування вантажів при умові знаходження його опорної площини на кількох несучих поверхнях одночасно, формулювання висновків.
8. Перевантаження вантажів у ПТС одного рівня. О.М. Гавва, Л.О.Кривопляс-Володіна. // " Харчова промисловість", № 3, 2004р., с.151-156. Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень по перевантаженню вантажів у різних за конструктивним виконанням перевантажувальних пристроях при моделюванні процесів взаємодії вантажу з робочими органами, обробка результатів.
9. Перевантажувальні пристрої в потокових лініях пакування. О.М. Гавва, Л.О.Кривопляс-Володіна. // Упаковка №6, 2003 р., с.18-24. Особистий внесок здобувача: розробка математичної моделі і можливої схеми ПТС для харчових підприємств, запропонована схема перевантажувального пристрою з активними і пасивними робочими органами.
10. Деклараційний патент України №66674А. Пристрій для заповнення тари виробами. М.А. Масло, В.Б. Захаревич, О.М. Гавва, А.І. Волчко, Л.О. Кривопляс-Володіна., 2004р. Особистий внесок здобувача: участь в проведенні експериментальних досліджень, формулювання висновків.
11. Прикладні аспекти застосування математичної теорії тертя при дослідженні складного плоского руху вантажів у пакувальній техніці. О.М. Гавва, Й.І. Сторіжко, В.Б. Захаревич, Л.О. Кривопляс-Володіна. // Тези доповіді міжнародної конференції “Екологія человека и проблемы воспитания молодых ученых”.- Одеса. 1997. С.56-59. Особистий внесок здобувача: постановка

задачі досліджень, оцінка математичної моделі по перевантаження вантажів процесам в ПТС харчових виробництв.

12. Розрахунок раціональних параметрів пристроїв переорієнтування укрупнених вантажних одиниць. Гавва О.М., Сторіжко Й.І., Захаревич В.Б., Кривопляс-Володіна Л.О. // Тези науково-технічної конференції “Розроблення та впровадження прогресивних технологій та обладнання в харчову та переробну промисловості”.-К.: НУХТ.- 1997.Ч.ІІ.-С.100. Особистий внесок здобувача: розробка математичної моделі по переорієнтуванню вантажів в системі конвеєрів розташованих під прямим кутом при застосуванні різних конструкцій напрямних.
13. Інтенсифікація складного плоского руху продовольчих вантажів у пакувальній техніці. Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О. // Тези 64-ї студентської наукової конференції .-К.: НУХТ.- 1998.Ч.ІІ.-С.67. Особистий внесок здобувача: дослідження складного плоского руху вантажів при їх взаємодії з активними робочими органами, обробка математичної моделі процесу, формулювання висновків.
14. Дослідження складного плоского руху вантажів при переміщенні їх з подаючого на магістральний конвеєр, який розташований під гострим кутом до напрямку руху вантажів. Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О. // Тези міжнародної науково-технічної конференції “Новітні технології в легкій промисловості та сервісі” .-К.: НУХТ.- 1999.Ч.ІІ.-С.40. Особистий внесок здобувача: проведено аналіз роботи перевантажувального пристрою в ПТС, сформульовано рекомендації по забезпеченню безперервної роботи, оброблено математичну модель процесу перевантаження вантажів.
15. Математичне моделювання складного плоского руху вантажів під час перевантаження їх з конвеєра на конвеєр, несучі площини яких рухаються назустріч. Попович І.І., Гавва О.М., Сторіжко Й.І., Кривопляс-Володіна Л.О. // Тези 66-ї студентської наукової конференції .-К.: НУХТ.- 2000.Ч.ІІ.-С.71. Особистий внесок здобувача: обробка експериментальних даних, формулювання висновків.
16. Визначення раціональних геометричних параметрів кругових перевантажувальних пристроїв. Попович І.І., Кривопляс-Володіна Л.О., Гавва О.М. // Тези 65-ї студентської наукової конференції .-К.: НУХТ.-1999.Ч.ІІ.-С.38. Особистий внесок здобувача: постановка задачі досліджень, формулювання висновків.
17. Інтенсифікація складного плоского руху продовольчих вантажів у пакувальній техніці. Кривопляс-Володіна Л.О., Гавва О.М. // Тези 64-ї міжнародної науково-технічної конференції .-К.: НУХТ.-1998.Ч.ІІ.-С.112. Особистий внесок здобувача: розробка математичної моделі перевантажувального процесу, обробка результатів.
18. Інтенсифікація складного плоского руху вантажів у перевантажувальних пристроях ПТС. Кривопляс-Володіна Л.О., Гавва О.М. // Тези 67-ї науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених.-К.: НУХТ.-2001.Ч.ІІ.-С.88. Особистий внесок здобувача: формулювання висновків проведених дослідженнях, розробка математичної моделі процесу перевантаження.
19. Визначення раціональних параметрів пристрою для розвертання тарно-штучних вантажів на 90° двома горизонтальними конвеєрами. Кривопляс-Володіна Л.О., Гавва О.М., Сторіжко Й.І. // Матеріали доповіді VII Міжнародної науково-технічної

- конференції “Пріоритетні напрямки впровадження в харчову промисловість сучасних технологій, обладнання і нових видів продуктів оздоровчого та спеціального призначення ” .-К.: НУХТ.-2001.Ч.ІІ.-С.18. Особистий внесок здобувача: постановка досліджень, обробка математичної моделі перевантажувального процесу.
- 20.Расчет рациональных параметров механизмов переориентирования укрупненных грузовых единиц в вертикальной плоскости. Гавва А.Н., Кривопляс Л.А., Володин С.А.,Сторижко Й.И. // Тезисы научно-технической международной конференции “Проблемы пищевой технологии и техники” .-Беларусь.Могилев.: НУХТ.-1997.Ч.І.-С.57. Особистий внесок здобувача: розробка схеми перевантажувального пристрою, формулювання висновків.
- 21.Прикладні аспекти IV теореми Жуковського про рівновагу твердого тіла на шорсткій поверхні при дослідженні складного плоского руху вантажів в ПТС Кривопляс- Володіна Л.О., Гавва О.М., Сторіжко Й.І.// Матеріали доповіді VI Міжнародної науково-технічної конференції “Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості” .-К.: НУХТ.-2000.Ч.ІІ.-С.73. Особистий внесок здобувача: постановка досліджень, обробка математичної моделі перевантажувального процесу.
- 22.Особенности расчета процесса перемещения грузов с подводящего на магистральный конвейер, который расположен под острым углом. Кривопляс-Володина Л.А., Гавва А.Н., Захаревич В.Б.- К.: № 298-Ук99. Деп. В ДНТБ Украины.9с. Особистий внесок здобувача: розробка математичної моделі перевантажувального процесу.
- 23.Особенности расчета процесса переориентирования груза с подающего на магистральный конвейер, который выполняется с помощью неприводного или приводного ролика. Кривопляс-Володина Л.А., Гавва А.Н., Захаревич В.Б.- К.: № 300-Ук99.Деп. в ДНТБ Украины.7с. Особистий внесок здобувача: розробка математичної моделі перевантажувального процесу.
- 24.Тенденції використання перевантажувальних пристроїв у гнучких потоково-транспортних системах харчових виробництв.Кривопляс- Володіна Л.О., Гавва О.М. // Тези IX Міжнародної науково-технічної конференції НУХТ “Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення та перспективи” .-К.: НУХТ.-2005.Ч.ІІ.-С.35.Особистий внесок здобувача: розробка компоновочної схеми ПТС із застосуванням різних перевантажувальних пристроїв одного рівня.

АНОТАЦІЯ

Кривопляс-Володіна Л.О. Наукове обґрунтування визначення раціональних параметрів перевантажувальних пристроїв потоково-транспортних систем харчових виробництв: - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.12 – Процеси й обладнання харчових, мікробіологічних і фармацевтичних

виробництв. Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2006.

В дисертації виконано аналіз конструкцій перевантажувальних пристроїв ПТС харчових виробництв та методик їх розрахунку. Встановлено, що через складність математичного моделювання руху вантажів у пристроях, в яких вантаж здійснює складний плоский рух одночасно на кількох несучих площинах конвеєрів, відсутнє наукове обґрунтування визначення раціональних параметрів операцій перевантаження. Розроблені математичні моделі складного плоского руху вантажу по кількох несучих площинах в таких перевантажувальних пристроях: несучі площини відвідного і магістрального конвеєрів розташовані під прямим кутом, а перевантаження здійснюється за допомогою прямолінійної чи криволінійної напрямної; несучі площини відвідного і магістрального конвеєрів розташовані поряд і рухаються назустріч, а перевантаження здійснюється за допомогою прямолінійної або криволінійної напрямної та неприводного ролика.

Розроблена методика визначення раціональних параметрів пристроїв орієнтування легкотравмованих продовольчих тарних вантажів у системі із чотирьох конвеєрів. Поглиблено теорію удару пружно-пластичних тіл об рухомі поверхні робочих органів пристроїв та машин. Виконане математичне моделювання складного плоского руху вантажу по кількох несучих площинах при застосуванні активних робочих органів: приводні ролики та барабани; стрічкові конвеєри – як напрямні. Експериментально перевірено адекватність математичних моделей реальним процесам. Розроблена послідовність визначення раціональних параметрів операцій перевантаження вантажів в ПТС харчових виробництв.

Ключові слова: вантаж, перевантажувальний пристрій, подавальний конвеєр, відвідний конвеєр, пасивні і активні робочі органи, математична модель, складний плоский рух, кутові і лінійні кінематичні і динамічні параметри.

АННОТАЦИЯ

Кривопляс-Володина Л.А. Научное обоснование нахождения рациональных параметров перегрузочных устройств потоково-транспортных систем пищевых производств.- Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – Процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств. Национальный университет пищевых технологий. Министрства образования Украины, Киев, 2006 г.

В диссертации выполнен анализ конструкций перегрузочных устройств потоково-транспортных систем пищевых производств и методик их расчета. Установлено, что из-за сложности математического моделирования движения грузов в устройствах, в которых груз выполняет сложное плоское движение одновременно на нескольких несущих плоскостях конвейеров - отсутствует научное обоснование определения рациональных параметров операций перегрузки.

Разработаны математические модели сложного плоского движения груза на нескольких несущих плоскостях в таких перегрузочных устройствах: несущие плоскости отводящего и магистрального конвейеров расположены под прямым углом,

а перегрузка выполняется с помощью прямолинейной или криволинейной направляющей и неприводного ролика.

Разработана методика нахождения рациональных параметров устройств ориентирования легкотравмируемых продовольственных тарных грузов в системе из четырех конвейеров. Расширена теория удара пружно-пластических тел об движущуюся поверхность рабочих органов устройств и машин. Выполнено математическое моделирование сложного плоского движения груза на нескольких несущих поверхностях при использовании таких активных рабочих органов : приводные ролики и барабаны, ленточные конвейеры в качестве направляющих.

Экспериментально проверена адекватность математических моделей реальным процессам. Разработана последовательность нахождения рациональных параметров операций перегрузки грузов в потоково-транспортных системах пищевых производств.

Ключевые слова: груз, перегрузочное устройство, подающий конвейер, отводящий конвейер, пассивные и активные рабочие органы, математическая модель, сложное плоское движение, угловые и линейные кинематические и динамические параметры.

SUMMARY

Krivoplyas-Volodina L.A. A theoretical basis for calculating the rational parameters of pickup stream-transport systems intended to food processing. – Copy.

The dissertation for the scientific degree candidate of technical sciences on speciality 05.18.12 – Processes and the equipment of food microbiological and pharmaceutical productions. National university of food processing technologies, Kiev, 2006.

The dissertation is devoted to a scientific substantiation of calculation of rational parameters at performance pickup operation in pickup devices of stream-transport systems of food processing, and also the research complex plane motion of a basic surface of cargoes, which is on several bearing planes of conveyors simultaneously in addition of the theory of shock interaction between the load and guiding surfaces.

The results of experimental research have allowed to test the adequacy of mathematical models to real processes experimentally, to find deviations of temporary parameters received during theoretical calculations concerning given experiment, which are allowable at the decision of similar engineering tasks. The research done have confirmed the possibility to receive analytical formulas and relationships when developing efficient and specific pickup devices of the appropriate class.

The complex researches carried out in this thesis enable the development of a scientific basis for identifying rational parameters of kinematic, temporary and power parameters in pickup devices of stream-transport systems of food processing units. On the basis of performed analytical and dynamic researches one can make the following conclusions:

1. The analysis of the constructions of existing procedures of pickup devices calculations showed that devices in which the load performs a complex plane motion on a number of bearing planes simultaneously have no scientific basis for parameters identification thus hindering the output growth of stream-transport system and preventing cargo unloading.

2. For the first time the mathematic modeling of complex plane motion on a number of bearing planes has been carried out in such pickup-up devices as:
 - cargo reloading from main to deferent conveyer whose bearing planes must be situated at right angle by means of rectilinear or curvilinear guide;
 - cargo reloading from main to deferent conveyer, which are situated nearby and their bearing planes moving towards each other by means of rectilinear or curvilinear guide and out-of register stop.

The procedures developed allow to identify rational value of kinematic and power parameters of reloading as well as are the basis for similar devices calculation procedures.

3. Four main ways of cargo reloading operations intensification are established. The procedure in which active operating parts in the form of directing, driving rolls and drums are set up, is being currently widely used.
4. The analytical research of spring-plastic blow on movable surface of the guide and roll has been performed for the first time.

The data obtained add up to the theory of skew noncentral load blow at static guides and allow to find power and kinematic load parameters after the blow. It has been established that at definite velocity values and movement direction of directing surface it is possible to increase the starting initial angle speed of load turn up to 30%.

5. Mathematic modeling of complex plane motion on a number of bearing planes with the application of operating parts in the following pick-up devices has been performed:
 - reloading from main to deferent conveyer whose bearing planes are situated at right angle by means of rectilinear movable guide;
 - reloading from main to deferent conveyer whose bearing planes are situated nearby by means of static rectilinear guide and driving roll.

In the shown job the technique of a finding of rational parameters of devices is developed for system of conveyors which consist of four units. The theory of impact a spring of plastic bodies is profound for a condition of contact them with a surface of working bodies of different machines and devices.

The mathematical modeling of complex flat movement for a cargo is executed provided that he contacts to mobile parts working of bodies, for example: a mobile roller and drum, tape conveyor, mobile directing.

The adequacy of mathematical models is checked up with the help of performance of experiences at the enterprise of a hydrochloric and sugar industry. The recommendations for designing units of an overload were taken into account by development of the design documentation.

Model calculations have been performed. They allowed to identify that when active operating parts are used the operation duration decreases by 20-25%.

Key words: cargo, pickup devices, feeding conveyor, outfeed conveyor, motionless and actuating devices, mathematical model, complex plane motion, angular both linear kinematics and dynamic parameters.