

УДК 6674.001

АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СХОДИНОК РОБОЧОГО ОРГАНУ

Фалько О.Л., к.т.н*.,

Коваленко А.В., ст. викл.**.,

Ємельянов О.З., студент

*Донецький національний університет економіки та торгівлі імені
Михайла Туган-Барановського*

Тел. (062) 304-50-46

Анотація – робота присвячується визначенню оптимальних геометричних параметрів сходинок робочого органу, який здійснює коливання у горизонтальній площині, вібраційного транспортера для транспортування сипких харчових продуктів.

Ключові слова – вібротранспортування, вібротранспортери, вібропереміщення, геометричні параметри, робочий орган, східчаста дека.

Постановка проблеми. Вібротранспортери через простоту пристрою й обслуговування, надійність, низьку питому енергоємність і невелику собівартість, а також внаслідок можливості сполучення при вібропереміщенні інших технологічних операцій мають істотні переваги перед багатьма іншими видами транспортуючих машин. У зв'язку з цим, є перспективи для подальшого їх розвитку і модернізації. Із відомих авторитетних праць [1, 2, 3] відомо, що продуктивність вібротранспортування залежить, насамперед, від швидкості переміщення матеріалу по вібруючій поверхні. А швидкість, у свою чергу, визначається кінематичними і геометричними параметрами робочого органу. Тому при теоретичних дослідженнях нових схем вібротранспортування насамперед увагу варто приділити визначенню оптимальних параметрів від яких залежить швидкість вібропереміщення.

Метою статті є визначення оптимальних геометричних параметрів сходинок деки вібраційного транспортера для транспортування сипких харчових продуктів, яка здійснює коливання у горизонтальній площині [4].

©Фалько О.Л., к.т.н., Коваленко А.В., ст. викл. Ємельянов О.З., студент

* Науковий консультант – д.т.н., професор Заплетніков І.М.

** Науковий керівник – к.т.н, доцент Фалько О.Л.

Основна частина. Перед початком створення експериментального стенда, необхідно визначити раціональні геометричні параметри східчастої поверхні. У роботі [5] нами отримані формули для визначення довжини похилої поверхні, висоти сходинки й довжини сходинки. Основою для вибору параметра H_{CX} послужить вираз (1), значення V_{CX} дорівнює розміру частки сипучої суміші, значення кута нахилу сходинки α підбирається дослідним шляхом. Вибір значення α ґрунтується на значенні максимальної висоти польоту частки V_{\max} , яку було визначено теоретично й підтверджено експериментально. Задавшись діаметром однієї частки й, за допомогою програмного пакета MathCAD, розрахували раціональне значення довжини сходинки H_{CX} , похилої поверхні L_{CX} , що й відповідають їй значення висоти сходинки V_{CX} .

$$L_{\bar{N}\bar{\delta}} = \frac{H_{\bar{N}\bar{\delta}}}{\cos \alpha} = \frac{|\zeta_{02} + \zeta_{\Delta}|}{\cos \alpha}, \quad (1)$$

$$V_{CX} = L_{\bar{N}\bar{\delta}} \sin \alpha = |\zeta_{02} + \zeta_{\Delta}| \operatorname{tg} \alpha. \quad (2)$$

ζ_{02} і ζ_{Δ} – загальне переміщення продукту за два етапи й зрушення деки відносно ПСР, відповідно, H_{CX} – довжина сходинки. Використовуючи діапазони значень для A і v , які обрані для розрахунків теоретичної швидкості переміщення продукту, розрахуємо мінімальні значення L_{CX} при обраних значеннях α , результати занесемо в таблиці 1, 2, 3. Значення V_{CX} , як видно із залежності (2), будуть відповідати L_{CX} , тому обмежимося визначенням значень L_{CX} і їх аналізом.

Таблиця 1 – Залежність довжини похилої поверхні сходинки L_{CX} (м) від кінематичних параметрів робочого органу ($\alpha=24$ град)

v, Гц	Амплітуда коливань робочого органу, м.				
	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007
15	0,0064	0,0049	0,00021	0,0045	0,0038
17,5	0,0034	0,0019	0,0032	0,0018	0,0032
20	0,0011	0,0019	0,0029	0,0037	0,0168
22,5	0,002	0,0024	0,0068	0,0138	0,0075
25	0,0012	0,0048	0,0102	0,0093	0,0287
27,5	0,00011	0,0093	0,0084	0,0233	0,0234
30	0,0064	0,0045	0,0199	0,0234	0,0323
32,5	0,0057	0,0154	0,0165	0,027	0,0507
35	0,0038	0,0111	0,026	0,0435	0,0562
37,5	0,0115	0,0204	0,0311	0,0437	0,0584
40	0,0091	0,0174	0,029	0,0446	0,0649
42,5	0,012	0,0282	0,043	0,055	0,0747
45	0,0161	0,0235	0,0491	0,0679	0,0863

Таблиця 2 – Залежність довжини похилої поверхні сходинок L_{CX} (м) від кінематичних параметрів робочого органу ($\alpha=26$ град.)

ν , Гц	Амплітуда коливань робочого органу, м.				
	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007
15	0,0067	0,0067	0,0024	0,0015	0,00011
17,5	0,0047	0,00021	0,00066	0,0058	0,0094
20	0,00045	0,00025	0,0069	0,0022	0,0092
22,5	0,00048	0,0056	0,0018	0,0063	0,0025
25	0,0033	0,00073	0,0037	0,00096	0,0164
27,5	0,003	0,0043	0,0015	0,0117	0,0111
30	0,0033	0,0012	0,0104	0,013	0,013
32,5	0,0017	0,0092	0,0076	0,0107	0,0293
35	0,00035	0,0029	0,0123	0,0258	0,037
37,5	0,0069	0,0127	0,02	0,0288	0,0388
40	0,0029	0,0068	0,014	0,0257	0,0419
42,5	0,0068	0,0177	0,0228	0,0283	0,0484
45	0,008	0,0124	0,0322	0,0353	0,0581

Таблиця 3 – Залежність довжини похилої поверхні сходинок L_{CX} (м) від кінематичних параметрів робочого органу ($\alpha=28$ град.)

ν , Гц	Амплітуда коливань робочого органу, м.				
	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007
15	0,0066	0,0083	0,0052	0,0015	0,0029
17,5	0,006	0,0024	0,0015	0,0092	0,0157
20	0,0021	0,002	0,0105	0,0088	0,0012
22,5	0,00083	0,0086	0,004	0,00058	0,0127
25	0,0051	0,0038	0,0022	0,0085	0,0042
27,5	0,006	0,00022	0,0064	0,00069	0,0035
30	0,00016	0,0072	0,0013	0,00027	0,0053
32,5	0,0019	0,0024	0,0028	0,005	0,0076
35	0,005	0,0051	0,0005	0,0075	0,0137
37,5	0,0018	0,0038	0,0065	0,0098	0,0136
40	0,003	0,0037	0,0016	0,0044	0,0139
42,5	0,00042	0,0061	0,0033	0,0028	0,0171
45	0,00038	0,00012	0,0119	0,0051	0,023

Графічні залежності за даними таблиць 1, 2, 3, представлено на рисунку 1.

Визначення геометричних розмірів східчастої поверхні по представленій теорії не враховує розміру часток продукту. Спочатку автор виходив з умови, що діаметр частки дорівнює висоті сходинок й центр частки перебуває на одному горизонтальному рівні з верхньою точкою сходинок або близький за рівнем до неї [6], що на практиці дозволяє уникнути етапу численних зіткнень частки між вертикальною й похилою площинами сходинок деки.

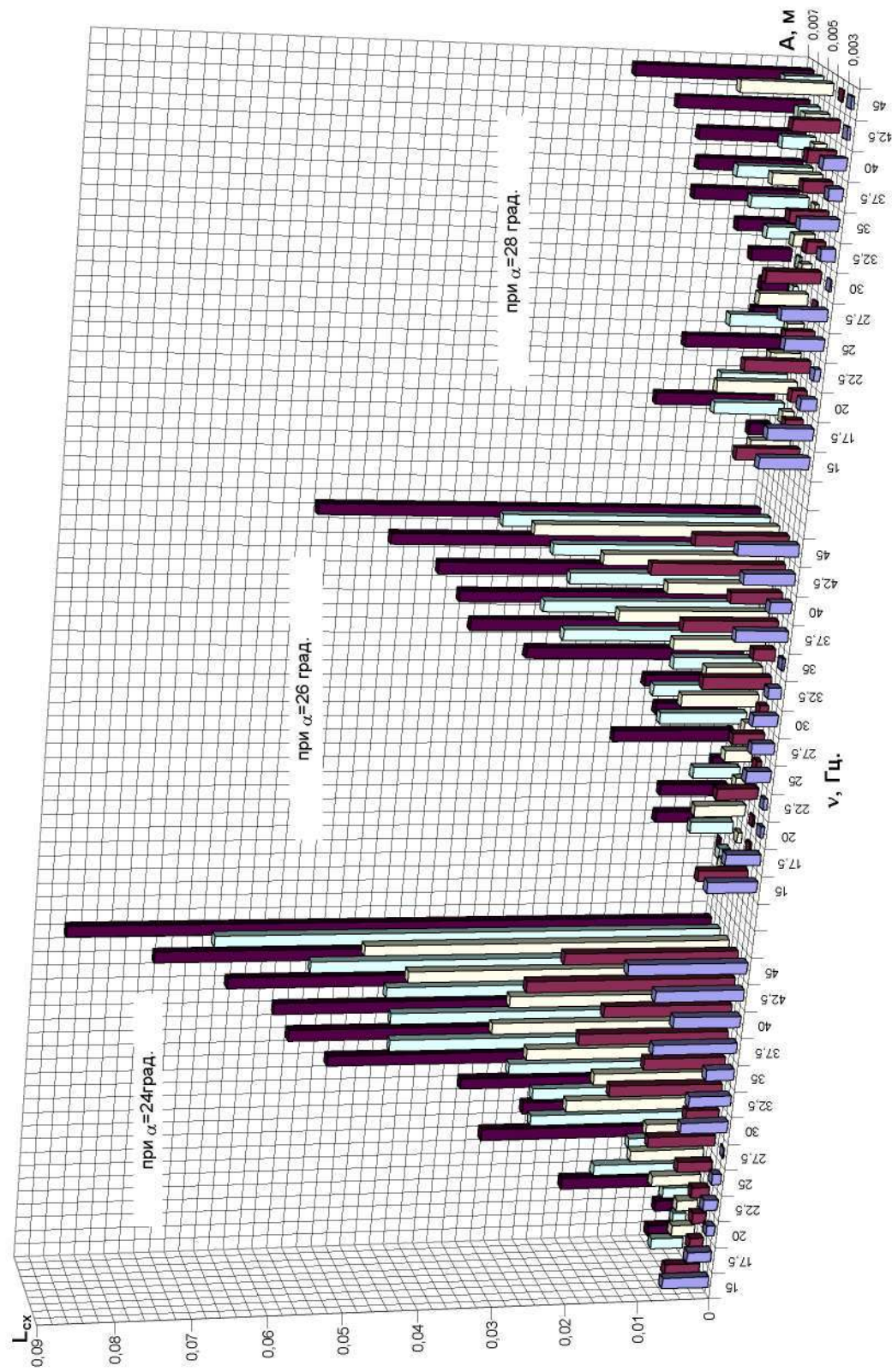


Рис. 1. Мінімальна довжина похилої поверхні сходки для оптимальних кінематичних параметрів, виходячи з максимальної швидкості процесу вібропереміщення

Аналізуючи графічні залежності на рис. 1. можна відзначити, що зі зменшенням кута нахилу сходинок α , довжина похилої L_{CX} зростає. Оскільки збільшення L_{CX} приводить до збільшення V_{CX} , яка по теорії порівнянна з діаметром (розміром) частки продукту, те можна зробити припущення про те, що вібротранспортування цих же часток на робочому органі з іншим кутом нахилу сходинок α , буде оптимально здійснюватися при інших геометричних параметрах деки.

Це у свою чергу приводить до висновку, що L_{CX} є величиною, якої необхідно варіювати для технологічних цілей. Впливати на швидкість переміщення продукту, можна підбираючи значення L_{CX} , залежно від розміру продукту.

Беручи до уваги прагнення до високої швидкості процесу вібропереміщення продукту, яке досягається при $\alpha=24\dots28$ градусів щодо обрїю, виберемо значення L_{CX} при оптимальних для найбільшої швидкості кінематичних параметрах, при цьому враховуючи дані підтверджені дослідним шляхом. Згідно з обраними значеннями L_{CX} представленим у таблиці 4, визначимо за допомогою вираження (2) відповідні їм значення V_{CX} , які представлено в таблиці 5.

V_{CX} визначає граничні розміри часток продукту. Значить для кожної пари V_{CX} і L_{CX} існує й оптимальний розмір частки. Отже, при однакових кінематичних параметрах, можна створювати робочі органи з різними параметрами щабля, під розмір продукту.

Таблиця 4 – Мінімальна довжина похилої поверхні сходинок L_{CX} (м) залежно від обраних кінематичних параметрів робочого органу.

	при $\alpha=24$ гради.	при $\alpha=26$ гради.	при $\alpha=28$ гради.
v , Гц	$A=0,007$ м	$A=0,007$ м	$A=0,007$ м
22,5	0,0075	0,0025	0,0127
25	0,0287	0,0164	0,0042
27,5	0,0234	0,0111	0,0035

Таблиця 5 – Висота вертикальної поверхні сходинок V_{CX} (м) залежно від обраних кінематичних параметрів робочого органу.

	при $\alpha=24$ гради.	при $\alpha=26$ гради.	при $\alpha=28$ гради.
v , Гц	$A=0,007$ м	$A=0,007$ м	$A=0,007$ м
22,5	0,003	0,0011	0,006
25	0,0117	0,0072	0,002
27,5	0,0095	0,0049	0,0016

Наприклад, для пшениці, ширина зерна 1,6 – 4,0 мм [5], можуть підійти наступні геометричні параметри сходинок деки: $L_{CXI}=0,0111$ м,

$V_{CX}=0,0049\text{ м}$, $L_{CX2}=0,0035\text{ м}$, $V_{CX2}=0,0016\text{ м}$, які відзначено в таблиці 4 і 5 і умовно представлено на рисунку 2.

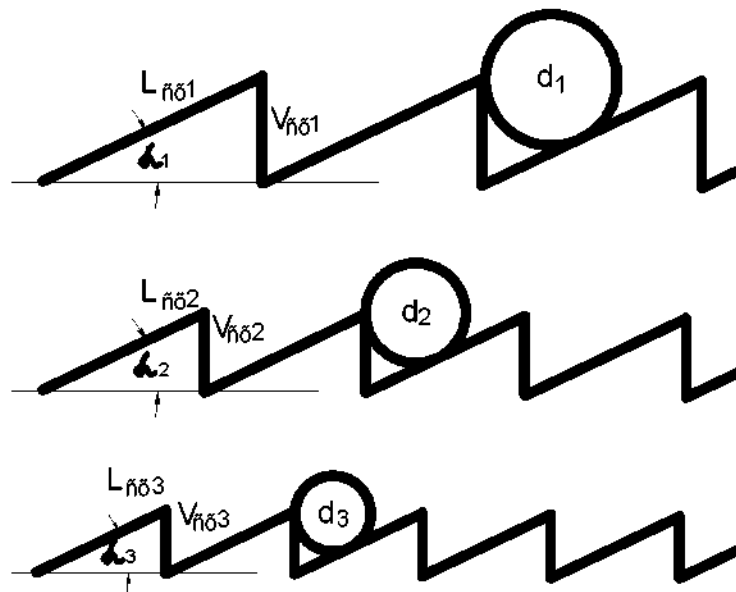


Рис. 2. Схема східчастої поверхні для різних фракцій сипучого продукту

На рисунку 2 схематично показано, що для різних по розміру часток продукту потрібні певні розміри сходинок деки L_{CX} і V_{CX} . У більшості випадках сипучі маси не однорідні по своєму фракційному складу. Для таких сумішей слід виготовляти універсальні робочі органи. По універсальній східчастій деці, що робить подовжні коливання в горизонтальній площині частки різних розмірів будуть переміщатися з різною швидкістю.

Висновки. На підставі аналітичних досліджень і розрахунків теоретично визначено оптимальні геометричні параметри сходинок деки вібраційного транспортера для транспортування сипких харчових продуктів, яка здійснює коливання у горизонтальній площині.

Література

1. Потураев, В.Н. Вибрационные транспортирующие машины [Текст]: Основы теории и расчета / В.Н. Потураев В.П. Франчук, А.Г. Червоненко; изд. – М. : «Машиностроение», 1964. -272 с.
2. Блехман И.И. Вибрационное перемещение [Текст] / И.И.Блехман, Г.Ю.Джанелидзе. – М.: Наука, 1964. – 412 с.
3. Спиваковский А.О. Вибрационные конвейеры питатели и вспомогательные устройства [Текст] / А.О. Спиваковский, И.Ф. Гончаревич. М., «Машиностроение», 1972, с. 109 – 124.

4. Пат. 26133 Україна, МПК (2006) B65G 2007. Вібраційний конвеєр для транспортування сипкої харчової сировини [Текст] / А.В.Коваленко, О.Л.Фалько, І.М.Заплетніков; заявник і власник Донец. держ. ун-т економіки і торгівлі ім. М.Туган-Барановського. -№ 2007 02634; заявл. 12.03.07; опубл. 10.09.07, Бюл. №14. – 6с.
5. *Фалько О. Л.* Теоретичне визначення оптимальних геометричних параметрів сходинок деки для частинок сипких мас різних розмірів / О.Л. Фалько, А.В. Коваленко // Обладнання та технології харчових виробництв. Вип. 22, -Донецьк: ДонНУЕТ, – 2009. - С.301-307.
6. *Фалько О. Л.* Експериментальні дослідження вібропереміщення сипкої харчової сировини по ступінчатому робочому органу, який піддається продовжним коливанням у горизонтальній площині / О.Л. Фалько, А.В. Коваленко //Обладнання та технології харчових виробництв: Вип. 16, -Донецьк: ДонНУЕТ, – 2007. - С.80-82.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТУПЕНЕК РАБОЧЕГО ОРГАНА

Фалько О.Л., Коваленко А.В., Емельянов О.З.

Аннотация - работа посвящается определению оптимальных геометрических параметров ступенек рабочего органа, который осуществляет колебания в горизонтальной плоскости, вибрационного транспортера для транспортирования сыпучих пищевых продуктов.

THE ANALYTIC DEFINITION OF THE OPTIMAL GEOMETRIC PARAMETERS OF THE STEPS OF WORKING ORGAN

A. Falko, A. Kovalenko, A. Emelyanov

Summary

Work is devoted to determining of the optimal geometric parameters of the steps of working organ which carries out oscillation in horizontal plane, oscillating conveyor for the transportation of loose food cargoes.