

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ПЕРЕМІЩЕННЮ  
ПРУТКОВИХ КОНВЕЄРІВ**

**В.С. ЛОВЕЙКІН, доктор технічних наук, В.Ф. ЯРОШЕНКО, кандидат  
технічних наук, М.М. КОРОБКО, аспірант \***

*Наведено результати експериментального визначення опору  
переміщенню пруткових конвеєрів*

*Опір, конвеєр, вантаж.*

Для розрахунку пруткових конвеєрів [1] необхідно знати опір переміщенню робочого полотна з вантажем. Цей опір може бути знайдений як теоретичним, так і експериментальним шляхом при різному нахилі робочого полотна та при різних навантаженнях.

Теоретичне визначення опору переміщенню наведене в роботах [2, 3] та ін. Цей опір має такі складові: 1) опір переміщенню вантажу, що виникає в період завантаження; 2) опір руху при переміщенні вантажу робочою віткою конвеєра; 3) опір руху холостої вітки конвеєра. Згідно з [3] при завантаженні робочої вітки ланцюгово-пруткового конвеєра коренеплодами рис. 1, виникає сила опору руху  $W_1$ , яка має дві складові і визначається залежністю:

$$W_1 = ma + mg \sin\beta \quad (1)$$

де  $ma$  – сила інерції ( $m$  – маса вантажу, що надходить на полотно із завантажувального пристрою,  $a$  – прискорення цього вантажу;  $mg$  – сила тяжіння вантажу, що надходить на полотно в період завантаження, тобто в

---

\* Науковий керівник – професор, В.С.Ловейкін

період зміни його швидкості від початкового значення до швидкості тягового органу;  $\beta$  – кут нахилу до горизонту робочого полотна в місці завантаження;  $g$  – прискорення вільного падіння.

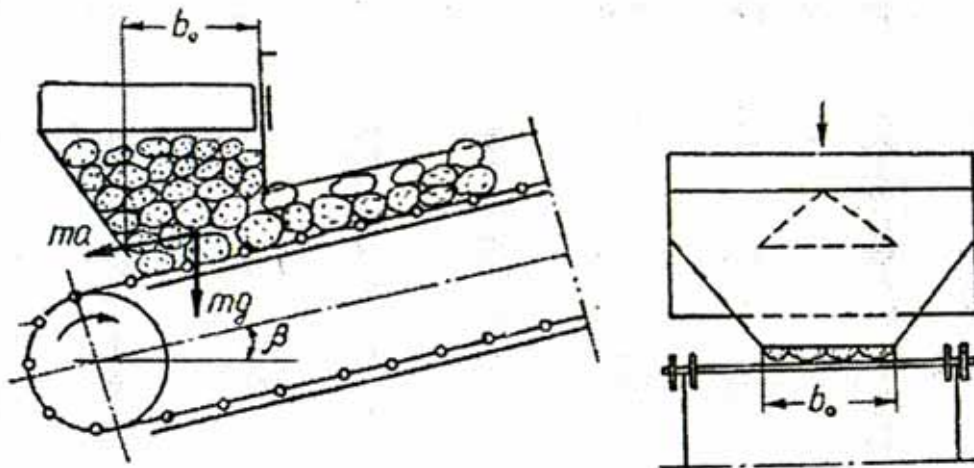


Рис. 1 Схема пруткового конвеєра

Масу вантажу, що надходить із завантажувального пристрою, визначають за формулою [3]:

$$m = q_v' b_0, \quad (2)$$

де  $q_v' = Q/V_{cp}$  – погонна маса вантажу, що надходить на полотно в період завантаження, тобто погонна маса на довжині завантаження  $b_0$ ;  $Q$  – продуктивність конвеєра;  $V_{cp} = (V + V_0)/2$  – середня швидкість вантажу в період завантаження, яка визначається за умови, що рух вантажу є рівноприскореним;  $V$  – кінцева швидкість вантажу під час завантаження (швидкість руху тягового органу);  $V_0$  – початкова швидкість руху вантажу в напрямку руху тягового органу, яку можна вважати рівною нулю.

Тоді середнє прискорення вантажу під час завантаження матиме вигляд:

$$a = (V + V_0)/\Delta t, \quad (3)$$

де  $\Delta t$  – проміжок часу, за який відбувається зміна швидкості вантажу від  $V_0$  до  $V$ ;

$$\Delta t = l/V_{cp} = 2l/(V+V_0), \quad (4)$$

де  $l \approx 0,1p$  – шлях, протягом якого відбувається зміна швидкості вантажу від  $V_0$  до  $V$ ;  $p$  – крок розміщення прутків полотна конвеєра.

Підставивши у залежність (1) значення всіх компонентів визначених за формулами (2), ..., (4), отримаємо:

$$W_1 = 5q_e' b_0 (V^2 + V_0^2) / p + q_e' b_0 g \sin\beta. \quad (5)$$

Коли на полотно конвеєра навантажують штучні вантажі, сила  $W_1$  визначається за формулою:

$$W_1 = fm' \sin\beta, \quad (6)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя вантажу об полотно;  $m'$  – маса одиничного вантажу.

Сила опору руху тягового органу при переміщенні вантажу робочою віткою згідно з [3] визначається залежністю:

$$W_2 = (q_e + q_T)Lg(w_s \cos\beta + \sin\beta), \quad (7)$$

а для провісаючої холостої вітки сила опору має вигляд:

$$W_3 = -q_T Lg \sin\beta, \quad (8)$$

де  $q_e = Q/V$  – погонна маса вантажу;  $q_T$  – погонна маса тягового органу,  $L$  – довжина прямолінійного відрізка конвеєра,  $q_T = (20...40)B$ , ( $B$  – ширина полотна);  $w_s$  – коефіцієнт опору руху вантажу і тягового органу, який для полотен, що опираються на ролики або зірочки приймається рівним  $w_s = 0,11$ .

Сумарний опір переміщенню полотна з вантажем конвеєра визначається як сума всіх опорів:

$$W = W_1 + W_2 + W_3. \quad (9)$$

Для визначення сумарного опору переміщенню полотна з вантажем експериментальним шляхом застосовувалась дослідна установка, схема якої представлена на рис. 2. Одна вісь площини полотна конвеєра шарнірно закріплена на рамі установки, що дозволяє в процесі дослідження змінювати кут нахилу конвеєра.

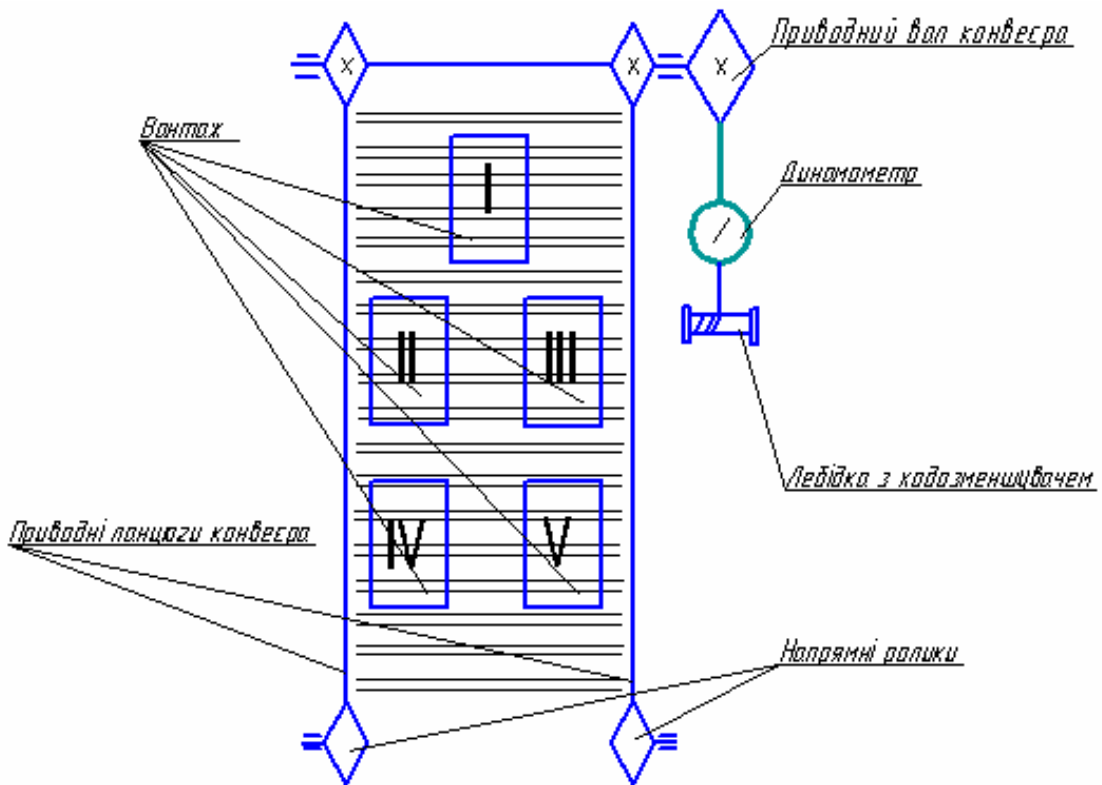


Рис. 2. Схема дослідної установки та розташування вантажів на полотні конвеєра при визначенні сили опору переміщенню

Моделювання навантаження на полотно конвеєра здійснювалось з застосуванням вантажів, які рівномірно розміщувались на полотні в різних

комбінаціях так, щоб рівномірно розподілити навантаження на поверхню полотна. Для визначення прикладеного зусилля застосовувався динамометр пружинного типу, зміна деформацій в якому фіксувалась індикатором годинникового типу з точністю 0,01мм (рис. 3), та перераховувалась згідно з тарувальним графіком. Рівномірне і поступове прикладання зусилля забезпечувалось застосуванням лебідки із ходозменшувачем (рис.4). Вимірювання проводились для різних положень конвеєра та при різних значеннях навантаження в цих положеннях. Результати теоретичного розрахунку опору переміщенню полотна конвеєра дослідної установки представлено у вигляді графіків, зображених на рис.5. Результати експериментальних досліджень представлено на рис. 6, 7.



Рис.3. Пружинний динамометр



Рис. 4. Лебідка з ходозменшувачем

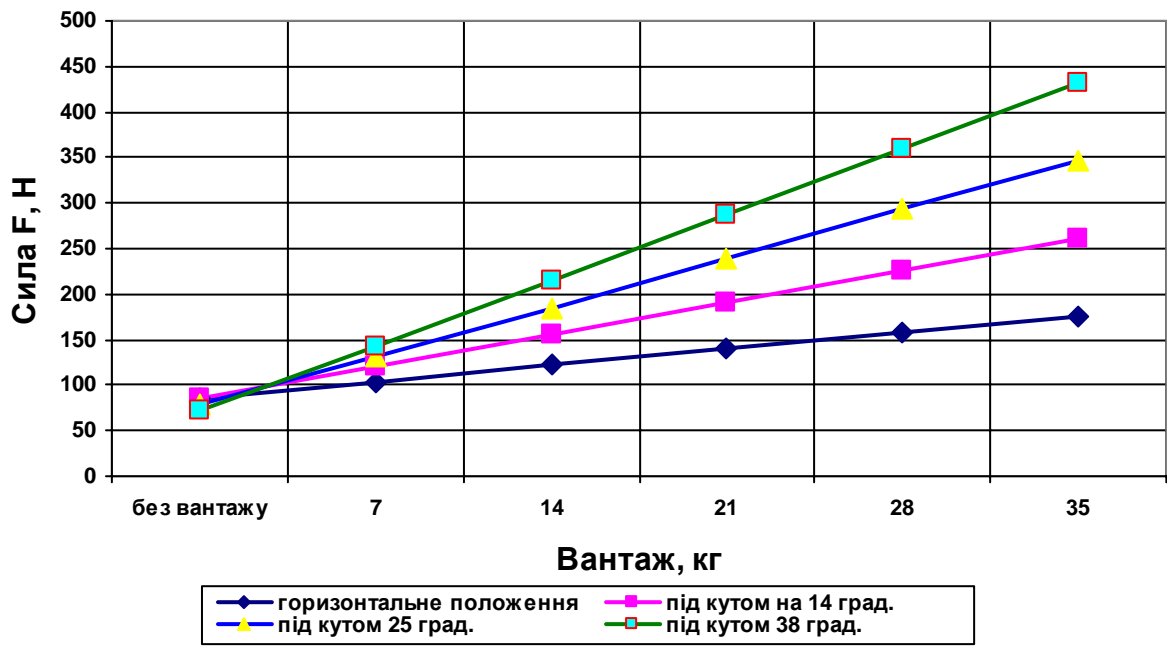


Рис. 5. Опір переміщенню полотна конвеєра за різних кутів нахилу та за різних навантажень при застосуванні теоретичного розрахунку

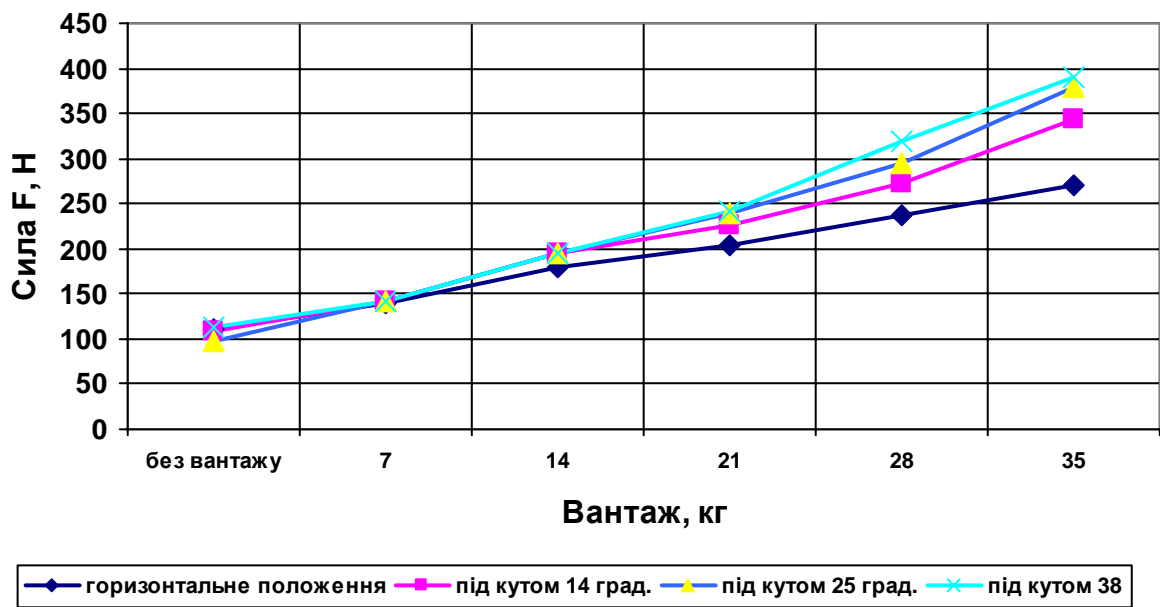


Рис. 6. Опір переміщенню полотна конвеєра за різних кутів нахилу та навантажень для нового полотна

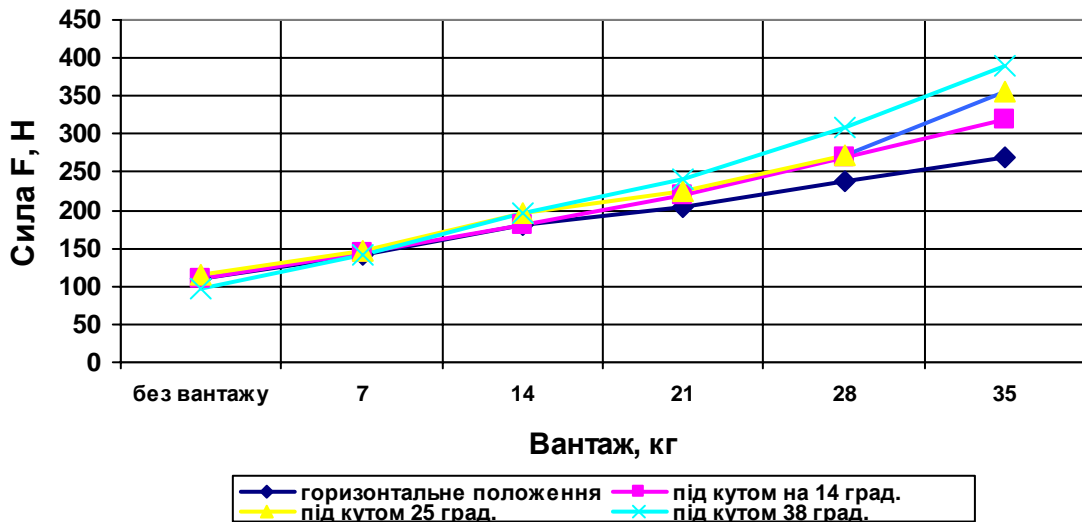


Рис. 7. Опір переміщенню полотна конвеєра за різних кутів нахилу та навантажень для зношеного полотна

Аналіз отриманих теоретичних і експериментальних результатів наведено в табл.1, 2 і 3. В цьому аналізі порівнюють експериментальні результати, одержані для нового і зношеного полотна, а також нового і зношеного – з результатами, отриманими теоретично.

Відносні відхилення результатів обраховувались за формулою:

$$\begin{aligned} \Delta &= ((F_n - F_{zn}) / F_n) * 100, \\ \Delta &= ((F_n - F_{теор}) / F_n) * 100, \\ \Delta &= ((F_{zn} - F_{теор}) / F_{zn}) * 100, \end{aligned} \quad (10)$$

де  $F_n$ ,  $F_{zn}$ ,  $F_{теор}$  – опір переміщенню, відповідно для нового, зношеного та знайденого теоретично.

Цим аналізом встановлено, що відносні відхилення результатів для нового та зношеного полотна знаходяться в межах точності розрахунку. Так, мінімальне середнє відхилення для горизонтального положення полотна за різного навантаження складає лише 0,45 %, а максимальне – досягнуто при куті нахилу полотна  $38^0$  і складає 3,25 %. Середнє відхилення для різних навантажень і різних кутів нахилу складає 1,53 %. З цього можна зробити

висновок, що стан полотна практично не впливає на опір переміщенню конвеєра.

### 1. Порівняння результатів для нового і зношеного полотна

Положення	Δ, %						Середнє значення
	Без вантажу	7	14	21	28	35	
Горизонтальне	0	1,54386	0,606729	0,342801	0,505051	0,29707	0,450229
Під кутом 14 град.	0,18298	1,393728	7,4115	2,40036	0,99963	7,69231	2,88218
Під кутом 25 град.	15,38462	2,39726	0	6,25832	8,28446	5,93838	0,44988
Під кутом 38 град.	16,0124	0,701754	0,307062	1,25313	2,84146	0,41142	3,2516
<b>Середнє значення</b>	0,20269	1,509151	1,62443	2,39225	2,90512	3,58479	1,53336

### 2. Порівняння результатів для нового полотна і розрахованих теоретично

Положення	Δ, %						Середнє значення
	Без вантажу	7	14	21	28	35	
Горизонтальне	28,9535	37,0192	48,6066	45,8571	51,3376	53,8857	44,2766
Під кутом 14 град.	28,5882	19,5833	16,6452	15,6021	19,5133	21,5649	20,2495
Під кутом 25 град.	44,8101	10,6061	5,62162	5,732218	6,894198	3,17919	8,59843
Під кутом 38 град.	34,4444	0,34965	9,116279	16,58537	13,97222	9,976852	2,592654
<b>Середнє значення</b>	34,1991	16,7147	15,4393	9,78541	12,4961	17,1632	17,633

### 3. Порівняння результатів для зношеного полотна і розрахованих теоретично

Положення	Δ, %						Середнє значення
	Без вантажу	7	14	21	28	35	
Горизонтальне	22,45266	25,87313	32,29745	31,20393	33,58714	35,20918	30,10391
Під кутом 14 град.	22,37443	15,19435	20,18538	15,5241	17,15543	23,61516	19,00814
Під кутом 25 град.	18,38843	7,368421	5,322416	0,167084	0,812458	8,514014	6,762137
Під кутом 38 град.	35,88602	1,06007	10,3696	18,3993	13,0298	10,6274	2,93337
<b>Середнє значення</b>	24,77538	11,84396	11,85891	7,123945	9,631299	14,17774	13,23521

Порівняння експериментальних результатів, одержаних для нового полотна з теоретичними показало, що вони значно відрізняються. Так,

середнє значення при горизонтальному положенні полотна складає 44,3 %, а при нахилі конвеєра під кутом  $38^{\circ}$  – 2,6 %. У цілому середнє значення відхилення складає 17,6 %. Такі ж порівняння проведено для зношеного полотна. Максимальне середнє відхилення має місце при горизонтальному положенні та складає 30,1 %, а мінімальні значення одержані при встановленні полотна під кутом  $38^{\circ}$  і складає 2,9 %. Загальне середнє відхилення результатів складає 13,2%. Таким чином, аналіз одержаних даних показує, що результати, одержані експериментальним та теоретичним шляхом, значно відрізняються - в середньому в межах від 13 до 17 %. Оскільки теоретичні результати одержані для середніх значень конвеєрів з різними параметрами, то перевагу слід надати експериментальним результатам, оскільки вони визначені для конкретного пруткового конвеєра і для конкретних умов використання. Ці результати планується в подальшому використовувати при динамічному аналізі пруткового конвеєра, а також при їхньому розрахунку на міцність.

Экспериментальное определение сопротивления перемещению  
прутковых конвейеров

В.С. Ловейкин, В.Ф. Ярошенко, М.М. Коробко

*Приведены результаты экспериментального определения сопротивления перемещению прутковых конвейеров.*

*Сопротивление, конвейер, груз.*

*Experimental determination of resistance to moving of small twigs conveyer*

*V.Lovejkin, V.Jaroshenko, M. Korobko.*

*The results of experimental determination of inflexibility of drive roller chains of small twigs are resulted conveyer.*

*Resistance, conveyer, load.*

## Список літератури

1. Ловейкін В.С., Ярошенко В.Ф., Коробко М.М. Дискретна модель динаміки руху пруткового конвеєра // Науковий вісник НАУ. – 2004. – №73. – С. 292–296.
2. Спиваковский А.Д. Транспортирующие машины. – М., 1964. – 375с.
3. Корнев Г.В. Підйомно-транспортні машини безперервної дії, застосовувані у сільському господарстві. – К.: Урожай, 1968. – 152с.