

# НЕТРАДИЦІЙНІ ВИДИ ТРАНСПОРТУ. МАШИНИ ТА МЕХАНІЗМИ

УДК 621.867.21

В. М. БОГОМАЗ<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Каф. «Військова підготовка спеціалістів Державної спеціальної служби транспорту», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 793 19 09, ел. пошта wbogomas@i.ua, ORCID 0000-0001-5913-2671

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ПОТУЖНОСТІ ПРИВОДУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ВІД ЙОГО ПРОЕКТНИХ ПАРАМЕТРІВ

**Мета.** Привід є одним із основних елементів стрічкових конвеєрів. Для визначення потужності приводу необхідно провести розрахунки за стандартними методиками, які викладені в сучасній технічній літературі. Для таких розрахунків потрібно витратити достатньо багато часу. Основними проектними параметрами стрічкового транспортера є: тип вантажу, проектна продуктивність, геометричні розміри та конфігурація траси, умови роботи. В статті необхідно побудувати параметричну залежність потужності приводу стрічкового конвеєра від проектних параметрів, яка враховувала б стандартні розміри і параметри стрічок, роликкоопор та барабанів. **Методика.** Розглядається стрічковий конвеєр із двома ділянками: похилою та горизонтальною. Використовуючи методику тягового розрахунку способом обходу по контуру стрічкових конвеєрів, побудовано параметричні залежності сил натягу в характерних точках траси конвеєра від типу вантажу, проектної продуктивності, геометричних розмірів та конфігурації траси конвеєра, умов роботи. **Результати.** Для стрічкових конвеєрів розглянутого типу з врахуванням стандартних розмірів стрічки та відповідними припущеннями щодо типу роликкоопор та барабанів побудовано параметричні залежності потужності приводу від типу вантажу, проектної продуктивності, геометричних розмірів і конфігурації траси конвеєра, умов роботи. **Наукова новизна.** Вперше побудована параметрична залежність потужності приводу стрічкових конвеєрів із двома ділянками (похилою та горизонтальною) від типу вантажу, проектної продуктивності, геометричних розмірів та конфігурації траси конвеєра, умов роботи. Вона враховує стандартні розміри та параметри стрічок, роликкоопор і барабанів. **Практична значимість.** Використання побудованих залежностей потужності приводу стрічкових конвеєрів із похилою та горизонтальною ділянками від проектних параметрів дає можливість відносно швидкого визначення приблизного значення потужності приводу на стадії проектування. Також можливим є виконання якісного підбору його основних елементів при конкретних проектних характеристиках та вимогах. Запропоновані залежності можуть бути використані для визначення загального характеру залежності потужності приводу від проектної продуктивності.

*Ключові слова:* конвеєр; стрічка; привід; потужність; продуктивність; вантаж

### Вступ

Транспортуючі машини є важливими елементами галузі транспортного та промислового будівництва. Машини безперервного транспорту є основою комплексної механізації навантажувально-розвантажувальних робіт, виробни-

чих процесів, вони підвищують продуктивність праці та ефективність виробництва. Найбільш поширеним типом машин безперервного транспорту є стрічкові конвеєри – машини безперервної дії, основним елементом яких є прогумована вертикально замкнута стрічка, що

## НЕТРАДИЦІЙНІ ВИДИ ТРАНСПОРТУ. МАШИНИ ТА МЕХАНІЗМИ

огиає кінцеві барабани, один з яких, як правило, є приводним, інший – натяжним. Стрічкові конвеєри дуже широко застосовуються на підприємствах хімічної, металургійної, машинобудівної промисловості, у виробництві будівельних матеріалів, транспортному та промисловому будівництві, на вуглезбагачувальних фабриках.

Основними публікаціями, які описують будову, конструктивні особливості, експлуатаційні та розрахункові параметри конвеєрів є [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Аналіз публікацій показує, що для визначення параметрів приводу конвеєра, зокрема його потужності, потрібно виконати розрахунок його барабанів, тягового органу (стрічки), тяговий розрахунок та виконати підбір основних елементів приводу. Порядок виконання таких розрахунків детально описаний в роботах [7, 8]. Але при залученні традиційних методів розрахунку приводу конвеєра витрачається певний час. Сьогодні, при постійному розвитку майже всіх галузей промисловості, є потреба в більш швидкому прийнятті рішень при проектуванні машин безперервного транспорту, які є елементами відповідних технологічних ліній. Отже, для удосконалення процесу проектування приводу стрічкових конвеєрів бажано окреслити схему, яка дає змогу за допомогою більш простих та швидких розрахунків визначити необхідне значення потужності приводу залежно від проектних параметрів. Така схема запропонована для елеваторів в [2, 3].

### Мета

Метою роботи є побудова параметричної залежності потужності приводу стрічкового конвеєра з похилою та горизонтальною ділянками від типу вантажу, проектної продуктивності, геометричних розмірів та конфігурації траси конвеєра, умов роботи.

### Методика

Величина потужності приводу стрічкового конвеєра залежить від багатьох факторів. Основними параметрами, які впливають на її величину є: тип вантажу, необхідна продуктивність, висота підйому та довжина транспортування вантажу, необхідна конфігурація траси транспортування вантажу, умови роботи конвеєра.

Розрахункова схема конвеєра, який досліджується, та приблизна діаграма натягу його стрічки наведена на рис. 1.

Вихідними даними для проектного розрахунку стрічкового транспортера розглянутої конструкції є такі:

- транспортований матеріал;
- продуктивність конвеєра;
- висота або кут нахилу похилої частини конвеєра  $H$  або  $\beta$  відповідно;
- довжини відрізків та радіуса конвеєра:  $L_{12}$ ,  $L_{34}$ ,  $L_{56}$ ,  $L_{78}$ ,  $L_{156}$ ,  $L_{67}$ ,  $L_{78}$ ,  $R_1$  м.

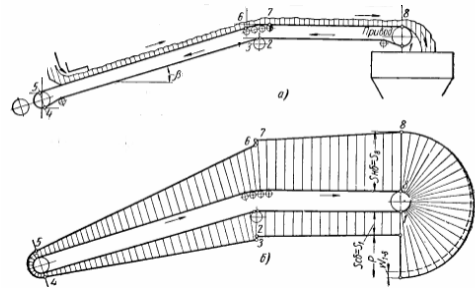


Рис. 1. Стрічковий конвеєр:

*a* – розрахункова схема; *b* – діаграма натягу стрічки

Для подальшого дослідження визначаємо, що на конвеєрі використовуються жолобчаті трьохролкові опори з кутом нахилу бокових роликів  $20^\circ$  на робочій гілці та рядові прямі ролюкоопори – на холостій гілці.

Враховуючи дані табл. 8.1 та 8.2 з [8], наведемо в табл. 1 основні властивості вантажів, які необхідні для подальших розрахунків:

Значення швидкості руху стрічки в табл. 1 пораховані, як середнє в заданому діапазоні можливих значень для даного вантажу.

Ширина стрічки, необхідна для забезпечення заданої продуктивності  $\Pi$ , визначається за формулою

$$B_n \geq 1,1 \left( \sqrt{\frac{\Pi}{k_n k_\beta \rho v}} + 0,05 \right), \quad (1)$$

де  $k_n$  – коефіцієнт площі поперечного перерізу матеріалу на стрічці (табл. 1);  $k_\beta$  – коефіцієнт, який враховує зменшення площі перерізу матеріалу на стрічці внаслідок його часткового зсипання в бік, протилежний напрямку руху (стор. 403, [8]);  $\rho$  – насипна густина транспортованого матеріалу (табл. 1),  $\text{т/м}^3$ .

## Швидкість руху стрічки та властивості вантажів

Насипні вантажі	Густина матеріалу $\rho$ , т/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт $k_n$	Швидкість руху стрічки, м/с, при ширині, мм				
			400	500 та 650	800–1 200	1 200–1 600	1 800–2 000
Пісок	1,4–1,65	470	1,3	1,5	2,6	3,3	5,5
Торф	0,33–0,4	550	1,3	1,5	2,6	3,3	5,5
Земля	1,1–1,6	470	1,3	1,5	2,6	3,3	5,5
Гравій	1,5–1,9	470	1,1	1,3	1,8	2,6	3,6
Каміння	1,8–2,2	550	–	1,3	1,3	1,8	2,6
Вугілля	0,8–1,0	470	1,1	1,3	1,4	1,8	–
Цемент	1,0–1,8	470	–	1,1	1,0	–	–
Щебінь	1,3–1,8	550	1,1	1,3	1,8	2,6	3,6

Поразковане значення ширини стрічки округлюється до найближчого більшого зі стандартного ряду ширини стрічки: 400; 500; 650; 800; 1 000; 1 200 мм.

Для зручності подальших досліджень зробимо деякі алгебраїчні перетворення у виразі (1). Після них маємо:

$$k_n \rho v (0,91 B_n - 0,05)^2 \geq \frac{P}{k_B}. \quad (2)$$

Для однозначного визначення необхідної ширини для забезпечення проектної продуктивності конвеєра потрібно, щоб співвідношення  $P/k_B$  належало деякому діапазону значень. Такі діапазони наведені в табл. 2. Значення величини  $P/k_B$  залежить від ширини стрічки, типу вантажу та прийнятої густини матеріалу вантажу. Граничні значення діапазонів у табл. 2 поразковані для відповідних граничних значень густини матеріалу. Наприклад, для піску та ширини стрічки  $B=400$  мм діапазон зміни  $P/k_B = 84,3–99,4$ , при цьому 84,3 відповідає густині піску 1,4 т/м<sup>3</sup>, а 99,4 – густині піску 1,65 т/м<sup>3</sup>.

Приклад застосування табл. 1: нехай вантаж – земля з густиною  $\rho=1,6$  т/м<sup>3</sup>, кут  $\beta=22^\circ$  та необхідна продуктивність  $P=64$  т/год. За допомогою (стор. 403, [8]) маємо:  $k_B=0,76$ . Рахуємо співвідношення  $P/k_B = 64/0,76 = 84,2 < 99,4$ , отже, така вели-

чина відповідає ширині стрічки  $B=400$  мм. Така ширина приймається для подальших розрахунків.

Також слід зазначити, що необхідно враховувати знак нерівності у співвідношенні (2) таким чином: для густини землі  $\rho=1,6$  т/м<sup>3</sup> та ширини стрічки  $B=400$  мм відповідає діапазон значень  $P/k_B$  [0–96,4], для  $B=500$  мм – діапазон  $P/k_B$  [96,4–185], для  $B=650$  мм – діапазон  $P/k_B$  [185–330,7], для  $B=800$  мм – діапазон  $P/k_B$  [330,7–898,8], для  $B=1000$  мм – діапазон  $P/k_B$  [898,8–1446,1], для  $B=1200$  мм – діапазон  $P/k_B$  [1446,1–2694,4]. Відповідно, для щільності землі  $\rho=1,1$  т/м<sup>3</sup> та ширини стрічки  $B=400$  мм відповідає діапазон значень  $P/k_B$  [0–66,3], для  $B=500$  мм – діапазон  $P/k_B$  [66,3–127,2], для  $B=650$  мм – діапазон  $P/k_B$  [127,2–227,4], для  $B=800$  мм – діапазон  $P/k_B$  [227,4–617,9], для  $B=1000$  мм – діапазон  $P/k_B$  [617,9–994,2], для  $B=1200$  мм – діапазон  $P/k_B$  [994,2–1852,4].

Для подальшого розрахунку розбивається контур тягового органа конвеєра на прямолінійні та криволінійні ділянки (див. рис. 1, а). Для визначення натягу в стрічці використовуємо метод тягового розрахунку по контуру.

## НЕТРАДИЦІЙНІ ВИДИ ТРАНСПОРТУ. МАШИНИ ТА МЕХАНІЗМИ

Приймаємо привід конвеєра з одним ведучим барабаном, кут обхвату якого  $\gamma = 180^\circ$ . Поверхня барабана футерована гумою.

Зусилля в набіжній на приводний барабан вітці стрічки визначається за формулою Ейлера:

$$S_{\text{нб}} = S_8 \leq S_1 e^{\mu\gamma}, \quad (3)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт тертя між стрічкою та поверхнею барабана;  $\gamma$  – кут обхвату стрічкою приводного барабана, рад;  $e^{\mu\gamma}$  – тяговий фактор (табл. 3).

У рівнянні (3) два невідомих члена  $S_1$  та  $S_8$ . Для складання другого рівняння необхідно обійти тяговий контур від точки 1 до точки 8, виражаючи натяг у всіх точках через натяг в точці 1. Питома вага матеріалу на стрічці визначається за формулою

$$q_m = \frac{Pg}{3,6v} = \beta\Pi, \quad (4)$$

де  $\beta = g/3,6v$  – коефіцієнт, який залежить від швидкості стрічки, Н·с/кг·м.

Питома вага рухомих частин верхніх та нижніх роликкоопор визначається за формулами:

$$q_{\text{рв}} = G'_p / l'_p; \quad (5)$$

$$q_{\text{рн}} = G''_p / l''_p, \quad (6)$$

де  $G'_p$ ,  $G''_p$  – вага обертових частин верхніх і нижніх роликкоопор відповідно.

Крок розміщення верхніх роликкоопор на трасі  $l_p$  приймаємо за табл. 8.3 [8]. Нижні рядові роликкоопори встановлюються з кроком  $l'_p$ , вдвічі більшим, ніж  $l_p$ .

Використовуючи дані табл. 8.3–8.5 [8], за формулами (5)–(6) розраховується питома вага рухомих частин верхніх та нижніх роликкоопор. Наведено таблицю значень питомої ваги рухомих частин верхніх та нижніх роликкоопор залежно від ширини стрічки та густини вантажу.

Використовуючи дані табл. 1 та формулу (4), побудовано залежність питомої ваги матеріалу на стрічці від ширини стрічки та продуктивності конвеєра. Отримані дані наведені в табл. 5.

Таблиця 2

Діапазони значень співвідношення  $\Pi/k_B$ , які відповідають типу вантажу та ширині стрічки

Насипні вантажі	Густина матеріалу $\rho$ , т/м <sup>3</sup>	Діапазони значень співвідношення $\Pi/k_B$ , т/год, при ширині стрічки, мм		
		400	500	650
Пісок	1,4–1,65	84,3–99,4	161,9–190,8	289,4–341,1
Торф	0,33–0,4	23,3–28,2	44,6–54,1	79,8–96,7
Земля	1,1–1,6	66,3–96,4	127,2–185	227,4–330,7
Гравій	1,5–1,9	76,5–96,9	150,3–190,4	268,7–340,4
Каміння	1,8–2,2	–	211,1–258	377,3–461,2
Вугілля	0,8–1,0	40,8–51	80,2–100,2	143,3–179,1
Цемент	1,0–1,8	–	84,8–152,6	151,6–272,8
Щебінь	1,3–1,8	77,6–107,4	152,5–211,1	272,6–377,4

Продовження табл. 2

Насипні вантажі	Густина матеріалу $\rho$ , т/м <sup>3</sup>	Діапазони значень співвідношення $\Pi/k_B$ , т/год, при ширині стрічки, мм		
		800	1 000	1 200
Пісок	1,4–1,65	786,5–926,9	1265,3–1491,3	2357,6–2778,6

## НЕТРАДИЦІЙНІ ВИДИ ТРАНСПОРТУ. МАШИНИ ТА МЕХАНІЗМИ

Закінчення табл. 2

Насипні вантажі	Густина матеріалу $\rho$ , т/м <sup>3</sup>	Діапазони значень співвідношення $\Pi/k_p$ , т/год, при ширині стрічки, мм		
		800	1 000	1 200
Торф	0,33–0,4	216,9–262,9	349–423	650,3–788,3
Земля	1,1–1,6	617,9–898,8	994,2–1446,1	1852,4–2694,4
Гравій	1,5–1,9	583,3–738,9	938,5–1188,8	1990,2–2520,9
Каміння	1,8–2,2	591,6–723,1	951,9–1163,4	1934,8–2364,8
Вугілля	0,8–1,0	242–302,5	389,4–486,7	734,88–918,6
Цемент	1,0–1,8	216,1–388,9	347,6–625,7	–
Щебінь	1,3–1,8	591,6–819,2	951,9–1318	2018,5–2794,8

Таблиця 3

Значення тягового фактора  $e^{\mu\gamma}$ 

$\mu$	$\gamma$ , град (рад)				
	180 (3,14)	190 (3,22)	200 (3,50)	210 (3,67)	240 (4,19)
0,2 (без футерівки)	1,88	1,94	2,01	2,08	2,31
0,3 (футерування деревиною)	2,57	2,71	2,85	3,01	3,52
0,4 (футерування гумою)	3,52	3,78	4,05	4,34	5,35

Таблиця 4

## Питома вага рухомих частин верхніх та нижніх роликкоопор

Ширина стрічки, мм	$q_{рв}$ при густині вантажу $\rho$ , Н			$q_{рн}$ при густині вантажу $\rho$ , Н		
	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>
400	66,7	71,4	76,9	20	21,5	23,1
500	76,7	82,1	88,5	25	26,8	28,9
650	89,3	96,2	104,2	37,5	40,4	43,8
800	157,1	169,2	183,3	61,1	71,2	77,1
1 000	192,3	208,3	227,3	84,6	91,7	100
1 200	223,1	241,7	263,6	96,2	104,2	113,7

Таблиця 5

Залежність питомої ваги матеріалу  $q_m$  на стрічці від ширини стрічки та продуктивності конвеєра

Насипні вантажі	Ширина стрічки, мм				
	400	500 та 650	800–1 200	1 200–21 600	1 800–2 000
Пісок	2,14П	1,85П	1,07П	0,84П	0,51П
Торф	2,14П	1,85П	1,07П	0,84П	0,51П
Земля	2,14П	1,85П	1,07П	0,84П	0,51П
Гравій	2,53П	2,14П	1,54П	1,07П	0,77П

**Залежність питомої ваги матеріалу  $q_m$  на стрічці від ширини стрічки та продуктивності конвеєра**

Насипні вантажі	Ширина стрічки, мм				
	400	500 та 650	800–1 200	1 200–21 600	1 800–2 000
Каміння	–	2,14П	2,14П	1,54П	1,07П
Вугілля	2,53П	2,14П	1,98П	1,54П	–
Цемент	–	2,53П	2,78П	–	–
Щебінь	2,53П	2,14П	1,54П	1,07П	0,77П

Для визначеності у подальших розрахунках приймається як робочий орган стрічкового конвеєра відповідно до ГОСТ 20-85 БКНЛ-150 стрічка конвеєрна гумовотканинна, межа міцності прокладок якої на розрив  $S_p = 150$  Н/мм. Крім того, всюди далі будемо вважати, що умови роботи конвеєра важкі або дуже важкі.

Товщина стрічки визначається за формулою

$$\delta_c = \delta_p + i\delta_n + \delta_n, \quad (7)$$

де  $\delta_p$ ,  $\delta_n$  – товщина гумових обкладок з робочого та неробочого боків стрічки;  $\delta_n$  – товщина однієї тканинної прокладки;  $\delta_n = 1,6$  мм для стрічок типу БКНЛ-150.

Товщину прокладок обрано за умови важких умов роботи конвеєра, тому  $\delta_p = 6$  мм,  $\delta_n = 2$  мм, тоді  $\delta_c = 6 + i \cdot 1,6 + 2 = 8 + i \cdot 1,6$  мм.

Вага одного погонного метра стрічки визначається за формулою

$$q_c = 0,01B\delta_c, \quad (8)$$

де  $B$  і  $\delta_c$  слід підставляти у міліметрах.

Використовуючи формули (7)–(8), отримано залежність значення лінійної ваги стрічки від кількості прокладок та ширини стрічки (табл. 6).

Основний принцип методу обходу за контуром полягає у виявленні характерних точок траси, в яких відбувається зміна натягу стрічки. При цьому натяг у наступній ( $i+1$ ) точці дорівнює сумі натягу стрічки у даній ( $i$ ) точці та опору переміщенню стрічки на ділянці між цими точками:

$$S_{i+1} = S_i + W_{i,i+1}.$$

Натяг стрічки у точці 2 визначається за формулою

$$S_2 = S_1 + W_{12},$$

де  $W_{12}$  – опір переміщенню стрічки на ділянці між точками 1 і 2;

$$W_{12} = wL_r(q_c + q_{pn}),$$

де  $w$  – коефіцієнт опору руху стрічки (табл. 7), який залежить від типу підшипника, змащення, ущільнення, запиленості атмосфери та інших умов.

Для подальших досліджень прийнято, що  $w = 0,03$  (умови роботи – важкі, нижні ролик-опори – прямі, верхні ролик-опори – жолобчасті). Використовуючи таблиці 5 та 6, отримано вирази для визначення значення сил натягу у точці 2 залежно від ширини стрічки та густини вантажу (табл. 8).

Натяг стрічки у точці 3 визначається за формулою

$$S_3 = k S_2,$$

де  $k$  – коефіцієнт, який враховує збільшення натягу стрічки від опору обертанню натяжного барабана (табл. 9).

В розглянутому варіанті конструкції конвеєра кут обхвату стрічкою барабана менше ніж  $90^\circ$  (рис. 1), отже,  $k = 1,03$ .

Залежності для визначення значення сил натягу у точці 3 відповідно до ширини стрічки та густини вантажу наведені в табл. 10.

## НЕТРАДИЦІЙНІ ВИДИ ТРАНСПОРТУ. МАШИНИ ТА МЕХАНІЗМИ

Таблиця 6

## Лінійна вага стрічок

Ширина стрічки $B$ , мм	Лінійна вага стрічки, Н/м			
	$i = 3$	$i = 4$	$i = 5$	$i = 6$
400	51,2	57,6	64	70,4
500	64	72	80	88
650	83,2	93,6	104	114,4
800	102,4	115,2	128	140,8
1 000	128	144	160	176
1 200	153,6	172,8	192	211,2

Таблиця 7

Значення коефіцієнта  $w$ 

Умови роботи конвеєра	Роликоопори	
	прямі	жолобчаті
Легкі	0,018	0,020
Середні	0,022	0,025
Важкі, дуже важкі	0,030	0,030

Таблиця 8

## Натяг стрічки у точці 2

Ширина стрічки, мм	$S_2$ при густині вантажу $\rho$ , Н		
	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>
400	$S_1+0,03L_r(q_c+20)$	$S_1+0,03L_r(q_c+21,5)$	$S_1+0,03L_r(q_c+23,1)$
500	$S_1+0,03L_r(q_c+25)$	$S_1+0,03L_r(q_c+26,8)$	$S_1+0,03L_r(q_c+28,9)$
650	$S_1+0,03L_r(q_c+37,5)$	$S_1+0,03L_r(q_c+40,4)$	$S_1+0,03L_r(q_c+43,8)$
800	$S_1+0,03L_r(q_c+61,1)$	$S_1+0,03L_r(q_c+71,2)$	$S_1+0,03L_r(q_c+77,1)$
1 000	$S_1+0,03L_r(q_c+84,6)$	$S_1+0,03L_r(q_c+91,7)$	$S_1+0,03L_r(q_c+100)$
1 200	$S_1+0,03L_r(q_c+96,2)$	$S_1+0,03L_r(q_c+104,2)$	$S_1+0,03L_r(q_c+113,7)$

Натяг стрічки у точці 4 визначається за формулою

$$S_4 = S_3 + W_{34},$$

де  $W_{34}$  – опір переміщенню стрічки на ділянці між точками 3 і 4;

$$W_{34} = q_c L_{34} (w \cdot \cos \beta - \sin \beta) + q_{рн} L_{34} w,$$

де  $w$  – коефіцієнт опору руху стрічки (табл. 7).

Якщо  $w = 0,03$  (умови роботи – важкі, нижні роликоопори – прямі), то залежності для ви-

значення значення сил натягу у точці 4 відповідно до ширини стрічки та густини вантажу наведені в табл. 11.

Таблиця 9

Значення коефіцієнта  $k$ 

Кут обхвату стрічкою барабана, градуси	$k$
<90	1,03
90	1,04
180	1,05

Таблиця 10

## Натяг стрічки у точці 3

Ширина стрічки, мм	$S_3$ при густині вантажу $\rho$ , Н		
	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>
400	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+20)$	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+21,5)$	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+23,1)$
500	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+25)$	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+26,8)$	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+28,9)$
650	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+37,5)$	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+40,4)$	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+43,8)$
800	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+61,1)$	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+71,2)$	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+77,1)$
1 000	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+84,6)$	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+91,7)$	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+100)$
1 200	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+96,2)$	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+104,2)$	$1,03 S_1+0,031L_r(q_c+113,7)$

Таблиця 11

## Натяг стрічки у точці 4

Ширина стрічки, мм	$S_4$ при густині вантажу $\rho$ , Н		
	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>
400	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+0,62(L_r+L_{34})$	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+0,66(L_r+L_{34})$	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+0,72(L_r+L_{34})$
500	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+0,77(L_r+L_{34})$	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+0,83(L_r+L_{34})$	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+0,9(L_r+L_{34})$
650	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+1,16(L_r+L_{34})$	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+1,25(L_r+L_{34})$	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+1,35(L_r+L_{34})$
800	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+2,1(L_r+L_{34})$	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+2,2(L_r+L_{34})$	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+2,39(L_r+L_{34})$
1 000	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+2,6(L_r+L_{34})$	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+2,84(L_r+L_{34})$	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+3,1(L_r+L_{34})$
1 200	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+2,98(L_r+L_{34})$	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+3,23(L_r+L_{34})$	$1,03S_1+0,031 q_c(L_r+L_{34}\cos\beta-32,3L_{34}\sin\beta)+3,5(L_r+L_{34})$

Натяг стрічки у точці 5 визначається за формулою

$$S_5 = k S_4,$$

де  $k$  – коефіцієнт, який враховує збільшення натягу стрічки від опору обертанню натяжного барабана (табл. 9).

В розглянутому варіанті конструкції конвеєра кут обхвату стрічкою барабана  $180^\circ$  (рис. 1), отже, вважаємо, що  $k = 1,05$ .

Залежності для визначення значення сил натягу у точці 5 відповідно до ширини стрічки та щільності вантажу наведені в табл. 12.

Натяг стрічки у точці 6 визначається за формулою



## НЕТРАДИЦІЙНІ ВИДИ ТРАНСПОРТУ. МАШИНИ ТА МЕХАНІЗМИ

$$S_6 = S_5 + W_{56},$$

де  $W_{56}$  – опір переміщенню стрічки на ділянці між точками 5 і 6;

$$W_{56} = (q_m + q_c) L_{56} (w \cdot \cos \beta + \sin \beta) + q_{pv} L_{56} w,$$

де  $w$  – коефіцієнт опору руху стрічки (табл. 7).

Якщо  $w = 0,03$  (умови роботи – важкі, верхні роликкоопори – жолобчаті), то залежності для визначення значення сил натягу у точці 6 відповідно до ширини стрічки та густини вантажу наведені в табл. 13.

Натяг стрічки у точці 7 визначається за формулою Ейлера:

$$S_7 = S_6 e^{w\alpha},$$

де  $w$  – коефіцієнт тертя між стрічкою та поверхнею роликкоопор;  $\alpha$  – кут обхвату стрічкою батареї роликкоопор, рад.

Кут обхвату стрічкою батареї роликкоопор

$$\alpha = L_{67} / R_1.$$

Залежності для визначення значення сил натягу у точці 7 відповідно до ширини стрічки та густини вантажу наведені в табл. 14.

Натяг стрічки у точці 8 визначається за формулою

$$S_8 = S_7 + W_{78},$$

де  $W_{78}$  – опір переміщенню стрічки на ділянці між точками 7 і 8;

$$W_{78} = (q_m + q_c + q_{pv}) L_{78} w,$$

де  $w$  – коефіцієнт опору руху стрічки (табл. 7).

Якщо  $w = 0,03$  (умови роботи – важкі, верхні роликкоопори – жолобчаті), то залежності для визначення значення сил натягу у точці 8 відповідно до ширини стрічки та густини вантажу наведені в табл. 15.

Таблиця 12

Натяг стрічки у точці 5

Ширина стрічки, мм	$S_5$ при густині вантажу $\rho$ , Н		
	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>
400	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 0,65(L_r + L_{34})$	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 0,7(L_r + L_{34})$	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 0,75(L_r + L_{34})$
500	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 0,81(L_r + L_{34})$	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 0,87(L_r + L_{34})$	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 0,94(L_r + L_{34})$
650	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 1,23(L_r + L_{34})$	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 1,31(L_r + L_{34})$	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 1,42(L_r + L_{34})$
800	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 2,15(L_r + L_{34})$	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 2,31(L_r + L_{34})$	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 2,5(L_r + L_{34})$
1 000	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 2,75(L_r + L_{34})$	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 2,98(L_r + L_{34})$	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 3,25(L_r + L_{34})$
1 200	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 3,13(L_r + L_{34})$	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 3,39(L_r + L_{34})$	$1,08S_1 + 0,033 q_c(L_r + L_{34} \cos \beta - 32,3L_{34} \sin \beta) + 3,7(L_r + L_{34})$

## Натяг стрічки у точці 6

Ширина стрічки, мм	$S_6$ при густині вантажу $\rho$ , Н		
	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>
400	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+0,65(L_r+L_{34}+3,08 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+0,7(L_r+L_{34}+3,06 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+0,75(L_r+L_{34}+3,08 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$
500	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+0,81(L_r+L_{34}+2,82 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+0,87(L_r+L_{34}+2,84 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+0,94(L_r+L_{34}+2,82 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$
650	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+1,23(L_r+L_{34}+2,18 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+1,41(L_r+L_{34}+2,2 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+1,43(L_r+L_{34}+2,2 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$
800	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+2,15(L_r+L_{34}+2,2 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+2,31(L_r+L_{34}+2,2 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+2,5(L_r+L_{34}+2,2 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$
1 000	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+2,75(L_r+L_{34}+2,1 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+2,98(L_r+L_{34}+2,1 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+3,25(L_r+L_{34}+2,1 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$
1 200	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+3,13(L_r+L_{34}+2,14 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+3,39(L_r+L_{34}+2,14 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$	$1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+3,7(L_r+L_{34}+2,14 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)$

## Натяг стрічки у точці 7

Ширина стрічки, мм	$S_7$ при густині вантажу $\rho$ , Н		
	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>
400	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+0,65(L_r+L_{34}+3,08 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+0,7(L_r+L_{34}+3,06 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+$ $+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-$ $L_{34})\sin\beta)+$ $+0,75(L_r+L_{34}+3,08 L_{56})+$ $+ q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$

## НЕТРАДИЦІЙНІ ВИДИ ТРАНСПОРТУ. МАШИНИ ТА МЕХАНІЗМИ

Закінчення табл. 14

Ширина стрічки, мм	$S_7$ при густині вантажу $\rho$ , Н		
	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>
500	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+0,81(L_r+L_{34}+2,82 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+0,87(L_r+L_{34}+2,84 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+0,94(L_r+L_{34}+2,82 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$
650	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+1,23(L_r+L_{34}+2,18 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+1,41(L_r+L_{34}+2,2 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+1,43(L_r+L_{34}+2,2 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$
800	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+2,15(L_r+L_{34}+2,2 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+2,31(L_r+L_{34}+2,2 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+2,5(L_r+L_{34}+2,2 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$
1 000	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+2,75(L_r+L_{34}+2,1 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+2,98(L_r+L_{34}+2,1 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+3,25(L_r+L_{34}+2,1 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$
1 200	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+3,13(L_r+L_{34}+2,14 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+3,39(L_r+L_{34}+2,14 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta)+3,7(L_r+L_{34}+2,14 L_{56})+q_m L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)]$

Таблиця 15

## Натяг стрічки у точці 8

Ширина стрічки, мм	$S_8$ при густині вантажу $\rho$ , Н		
	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>
400	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+0,65(L_r+L_{34}+3,08 (L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m (L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+0,7(L_r+L_{34}+3,06 (L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m (L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+0,75(L_r+L_{34}+3,08 (L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m (L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$
500	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+0,81(L_r+L_{34}+2,82 (L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m (L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+0,87(L_r+L_{34}+2,84 (L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m (L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$e^{w\alpha} [1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+0,94(L_r+L_{34}+2,82 (L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m (L_{56} (0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$

## Натяг стрічки у точці 8

Ширина стрічки, мм	$S_8$ при густині вантажу $\rho$ , Н		
	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>
650	$e^{w\alpha}[1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+1,23(L_r+L_{34}+2,18(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$e^{w\alpha}[1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+1,31(L_r+L_{34}+2,2(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$e^{w\alpha}[1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+1,43(L_r+L_{34}+2,2(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$
800	$e^{w\alpha}[1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+2,15(L_r+L_{34}+2,2(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$e^{w\alpha}[1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+2,31(L_r+L_{34}+2,2(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$e^{w\alpha}[1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+2,51(L_r+L_{34}+2,2(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$
1 000	$e^{w\alpha}[1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+2,75(L_r+L_{34}+2,1(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$e^{w\alpha}[1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+2,98(L_r+L_{34}+2,1(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$e^{w\alpha}[1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+3,25(L_r+L_{34}+2,1(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$
1 200	$e^{w\alpha}[1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+3,13(L_r+L_{34}+2,14(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$e^{w\alpha}[1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+3,39(L_r+L_{34}+2,14(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$e^{w\alpha}[1,08S_1+0,033 q_c(L_r+(L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha})+3,7(L_r+L_{34}+2,14(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$

## Результати

Для зручності подальших досліджень наведемо залежності в табл. 15 у такій формі:

$$S_8 = 1,08e^{w\alpha}S_1 + F_{B,\rho}(q_c, L_r, L_{34}, L_{56}, L_{78}, \beta, q_m(\Pi)).$$

Розв'язуючи систему рівнянь для граничного стану, при якому відсутнє проковзування барабана, маємо:

$$S_8 = e^{\mu\gamma}S_1;$$

$$S_8 = 1,08e^{w\alpha}S_1 + F_{B,\rho} \times$$

$$\times (q_c, L_r, L_{34}, L_{56}, L_{78}, \beta, q_m(\Pi)).$$

Тепер прирівнюючи вирази правих частин рівнянь системи (22), маємо:

$$e^{\mu\gamma}S_1 = 1,08e^{w\alpha}S_1 + F_{B,\rho} \times$$

$$\times (q_c, L_r, L_{34}, L_{56}, L_{78}, \beta, q_m(\Pi)).$$

За допомогою алгебраїчних перетворень маємо:

$$S_1 = \frac{F_{B,\rho}(q_c, L_r, L_{34}, L_{56}, L_{78}, \beta, q_m(\Pi))}{(e^{\mu\gamma} - 1,08e^{w\alpha})}; \quad (9)$$

$$S_8 = e^{\mu\gamma} \frac{F_{B,\rho}(q_c, L_r, L_{34}, L_{56}, L_{78}, \beta, q_m(\Pi))}{(e^{\mu\gamma} - 1,08e^{w\alpha})}. \quad (10)$$

Тягове зусилля з урахуванням опору обертанню приводного барабана визначається за

## НЕТРАДИЦІЙНІ ВИДИ ТРАНСПОРТУ. МАШИНИ ТА МЕХАНІЗМИ

формулою

$$F_o = S_8 - S_1 + (k' - 1)(S_8 + S_1),$$

де  $k' = 1,08$  – коефіцієнт опору обертанню приводного барабана.

Підставляючи вирази (9) та (10) у співвідношення (11), маємо:

$$F_o = (1,08e^{\mu\gamma} - 0,92) \times \frac{F_{B,p}(q_c, L_r, L_{34}, L_{56}, L_{78}, \beta, q_m(\Pi))}{(e^{\mu\gamma} - 1,08e^{w\alpha})}.$$

Привід стрічкового транспортеру проектується, частіше за все, з циліндричним двоступінчатим редуктором. Кінематична схема приводу наведена на рис. 2.

Розрахункова потужність двигуна визначається за формулою

$$P_p = F_o v / 1000 \eta,$$

де  $F_o$  слід підставляти у Ньютонах;  $v$  – у метрах за секунду;  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії приводу.

Коефіцієнт корисної дії приводу знаходиться з формулою:

$$\eta = \eta_p \eta_m,$$

де  $\eta_p = 0,96$  – коефіцієнт корисної дії редуктора;  $\eta_m = 0,98$  – коефіцієнт корисної дії муфти.

Таким чином

$$\eta = \eta_p \eta_m = 0,96 \cdot 0,98 = 0,94.$$

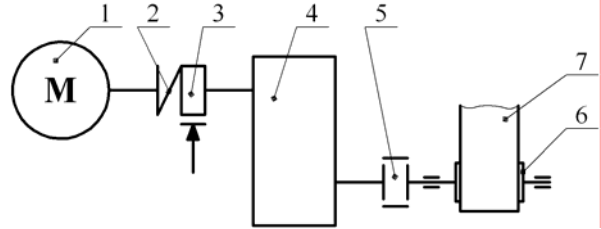


Рис. 2. Схема привода стрічкового конвеєра:

- 1 – двигун; 2 – пружна муфта; 3 – гальмо;  
4 – редуктор; 5 – зубчаста муфта;  
6 – приводний барабан; 7 – стрічка

Установлювана потужність двигуна (кВт) визначається за формулою

$$P_o = n_y P_p,$$

де  $n_y = 1,1 \dots 1,2$  – коефіцієнт запасу потужності.

Обираємо  $n_y = 1,2$  та установлювана потужність двигуна визначається за залежністю:

$$P_y = \frac{F_o v}{833,3 \eta}.$$

Залежності для визначення значення потужності двигуна відповідно до ширини стрічки та щільності вантажу наведені в табл. 16.

Таблиця 16

### Установлювана потужність приводу

Ширина стрічки, мм	$P_y$ при густині вантажу $\rho$ , Н		
	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>
400	$[v(1,08e^{\mu\gamma} - 0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma} - 1,08e^{w\alpha})] [0,033 q_c(L_r + (L_{34} + L_{56})\cos\beta + 32,3(L_{56} - L_{34})\sin\beta + L_{78}/e^{w\alpha}) + 0,65(L_r + L_{34} + 3,08(L_{56} + L_{78}/e^{w\alpha})) + q_m(L_{56}(0,03\cos\beta + \sin\beta) + 0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$[v(1,08e^{\mu\gamma} - 0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma} - 1,08e^{w\alpha})] [0,033 q_c(L_r + (L_{34} + L_{56})\cos\beta + 32,3(L_{56} - L_{34})\sin\beta + L_{78}/e^{w\alpha}) + 0,7(L_r + L_{34} + 3,06(L_{56} + L_{78}/e^{w\alpha})) + q_m(L_{56}(0,03\cos\beta + \sin\beta) + 0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$[v(1,08e^{\mu\gamma} - 0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma} - 1,08e^{w\alpha})] [0,033 q_c(L_r + (L_{34} + L_{56})\cos\beta + 32,3(L_{56} - L_{34})\sin\beta + L_{78}/e^{w\alpha}) + 0,75(L_r + L_{34} + 3,08(L_{56} + L_{78}/e^{w\alpha})) + q_m(L_{56}(0,03\cos\beta + \sin\beta) + 0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$

## Установлювана потужність приводу

Ширина стрічки, мм	$P_y$ при густині вантажу $\rho$ , Н		
	до 1 т/м <sup>3</sup>	1–2 т/м <sup>3</sup>	більше 2 т/м <sup>3</sup>
500	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+0,81(L_r+L_{34}+2,82(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+0,87(L_r+L_{34}+2,84(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+0,94(L_r+L_{34}+2,82(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$
650	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+1,23(L_r+L_{34}+2,18(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+1,31(L_r+L_{34}+2,2(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+1,43(L_r+L_{34}+2,2(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$
800	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+2,15(L_r+L_{34}+2,2(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+2,31(L_r+L_{34}+2,2(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+2,51(L_r+L_{34}+2,2(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$
1 000	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+2,75(L_r+L_{34}+2,1(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+2,98(L_r+L_{34}+2,1(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+3,25(L_r+L_{34}+2,1(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$
1 200	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+3,13(L_r+L_{34}+2,14(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+3,39(L_r+L_{34}+2,14(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$	$[\nu(1,08e^{\mu\gamma}-0,92)e^{w\alpha}/833,3\eta(e^{\mu\gamma}-1,08e^{w\alpha})][0,033q_c(L_r+L_{34}+L_{56})\cos\beta+32,3(L_{56}-L_{34})\sin\beta+L_{78}/e^{w\alpha}]+3,7(L_r+L_{34}+2,14(L_{56}+L_{78}/e^{w\alpha}))+q_m(L_{56}(0,03\cos\beta+\sin\beta)+0,03L_{78}/e^{w\alpha})]$

## Наукова новизна та практична значимість

Побудовано параметричну залежність потужності приводу стрічкових транспортерів з похилою та горизонтальною ділянками від

типу вантажу, проектної продуктивності, геометричних розмірів та конфігурації траси конвеєра, умов роботи, яка враховує стандартні розміри та параметри стрічок, роликкоопор та барабанів.

## НЕТРАДИЦІЙНІ ВИДИ ТРАНСПОРТУ. МАШИНИ ТА МЕХАНІЗМИ

Використання побудованих залежностей дає можливість відносно швидко визначити приблизне значення потужності приводу стрічкових конвеєрів розглянутої конструкції і виконати якісний підбір його основних елементів при конкретних проектних характеристиках.

Запропоновані залежності можуть бути використані для визначення загального характеру впливу проектних продуктивності та інших параметрів на потужність приводу конвеєра.

**Висновки**

Для стрічкових транспортерів з похилою та горизонтальною ділянками побудовано параметричну залежність значення потужності приводу від проектних параметрів: типу вантажу, проектної продуктивності, геометричних розмірів та конфігурації траси конвеєра, умов роботи. Такі залежності дають можливість отримувати необхідне значення потужності приводу із врахуванням типу та фізико-механічних властивостей вантажів, величини висоти підйому, довжини транспортування та проектної продуктивності, залучаючи для розрахунку лише одну формулу, яка обирається залежно від проектних характеристик.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Александров, М. П. Подъемно-транспортные машины : учебник / М. П. Александров. – Москва : Высш. шк., 2000. – 522 с.
2. Богомаз, В. М. Аналіз впливу проектних характеристик елеватору на параметри його приводу / В. М. Богомаз // Наука та прогрес транспорту. – 2015. – № 3 (57). – С. 162–175. doi: 10.15802/stp2015/46076.
3. Богомаз, В. М. Дослідження впливу проектної продуктивності елеватору на потужність його приводу / В. М. Богомаз, К. Ц. Главацький, О. А. Мазур // Наука та прогрес транспорту. – 2015. – № 2 (56). – С. 189–206. doi: 10.15802/stp2015/42178.
4. Зенков, Р. Л. Машины непрерывного транспорта : учебник / Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н. Колобов. – Москва : Машиностроение, 1987. – 432 с.
5. Иванченко, Ф. К. Підйомно-транспортні машини : підручник / Ф. К. Иванченко. – Київ : Вища шк., 1993. – 413 с.
6. Катрюк, И. С. Машины непрерывного транспорта. Конструкции, проектирование и эксплуатация : учеб. пособие / И. С. Катрюк, Е. В. Мусяченко. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2006. – 266 с.
7. Кузьмин, А. В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин : учеб. пособие / А. В. Кузьмин. – Минск : Вышэйшая шк., 1983. – 350 с.
8. Підйомно-транспортні машини: розрахунки підйомальних і транспортувальних машин : підручник / В. С. Бондарев, О. І. Дубинець, М. П. Колісник [та ін.]. – Київ : Вища шк., 2009. – 734 с.
9. Расчет и проектирование транспортных средств непрерывного действия : науч. пособие для вузов / А. И. Барышев, В. А. Будишевский, А. А. Сулима, А. М. Ткачук. – Донецк : Норд-Пресс, 2005. – 689 с.
10. Ромакин, Н. Е. Машины непрерывного транспорта : учеб. пособие / Н. Е. Ромакин. – Москва : Академия, 2008. – 432 с.
11. Jamaludin, J. Development of a self-tuning fuzzy logic controller for intelligent control of elevator systems / J. Jamaludin, N. A. Rahim, W. P. Hew // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2009. – Vol. 22. – Iss. 8. – P. 1167–1178. doi: 10.1016/j.engappai.2009.04.006.
12. Kim, C. S. Nonlinear robust control of a hydraulic elevator: experiment-based modeling and two-stage Lyapunov redesign / C. S. Kim, K. S. Hong, M. K. Kim // Control Engineering Practice. – 2005. – Vol. 13. – Iss. 6. – P. 789–803. doi: 10.1016/j.conengprac.2004.09.003.
13. Strakosch, G. R. The Vertical Transportation Handbook / G. R. Strakosch, R. S. Caporale. – New York : John Wiley&Sons, 2010. – 610 p. doi: 10.1002/9780470949818.

В. Н. БОГОМАЗ<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Каф. «Военная подготовка специалистов Государственной специальной службы транспорта», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 793 19 09, эл. почта wbogomas@i.ua, ORCID 0000-0001-5913-2671

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МОЩНОСТИ ПРИВОДА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА ОТ ЕГО ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ

**Цель.** Привод является одним из основных элементов ленточных конвейеров. Для определения мощности привода необходимо провести расчеты по стандартным методикам, которые изложены в современной технической литературе. Для таких расчетов нужно потратить достаточно много времени. Основными проектными параметрами ленточных транспортеров являются: тип груза, проектная производительность, геометрические размеры и конфигурация трассы, условия работы. В статье необходимо построить параметрическую зависимость мощности привода ленточного конвейера от его проектных параметров, которая учитывала бы стандартные размеры и параметры лент, роликкоопор и барабанов. **Методика.** Рассматривается ленточный конвейер с двумя участками: наклонным и горизонтальным. Используя методику тягового расчета способом обхода по контуру ленточных конвейеров, построены параметрические зависимости сил натяжения в характерных точках трассы конвейера от типа груза, проектной производительности, геометрических размеров и конфигурации трассы, условий работы. **Результаты.** Для ленточных конвейеров рассмотренного типа с учетом стандартных размеров ленты и соответствующими предположениями относительно типов роликкоопор и барабанов построены параметрические зависимости мощности привода от типа груза, проектной производительности, геометрических размеров и конфигурации трассы, условий работы. **Научная новизна.** Впервые построена параметрическая зависимость мощности привода ленточных конвейеров с двумя участками (наклонной и горизонтальной) от типа груза, проектной производительности, геометрических размеров и конфигурации трассы, условий работы. Она учитывает стандартные размеры и параметры ленты, роликкоопор и барабанов. **Практическая значимость.** Использование построенных зависимостей мощности привода ленточных конвейеров с наклонным и горизонтальным участками дает возможность относительно быстрого определения приблизительного значения мощности привода на стадии проектирования. Также возможным является выполнение качественного подбора его основных элементов при конкретных проектных характеристиках и требованиях. Предложенные зависимости могут быть использованы для определения общего характера зависимости мощности привода от проектной производительности.

*Ключевые слова:* конвейер; лента; привод; мощность; производительность; груз

V. M. BOHOMAZ<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Dep. « Military training of specialists of the State special service of transport », Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 793 19 09, e-mail wbogomas@i.ua, ORCID 0000-0001-5913-2671

## RESEARCH OF DEPENDENCE OF BELT CONVEYER DRIVE POWER ON ITS DESIGN PARAMETERS

**Purpose.** A drive is one of the basic elements of belt conveyers. To determine the drive power it is necessary to conduct calculations by standard methodologies expounded in modern technical literature. Such calculations demand a fair amount of time. The basic design parameters of a belt conveyer include type of load, design efficiency, geometrical dimensions and path configuration, operation conditions. The article aims to build the parametric dependence of belt conveyer drive power on its design parameters, that takes into account standard dimensions and parameters of belts, idlers and pulleys. **Methodology.** The work examines a belt conveyer with two areas: sloping and horizontal. Using the methodology for pulling calculation by means of belt conveyer encirclement, there are built parametric dependences of pull forces in the characteristic conveyer path points on the type of load, design efficiency, geometrical dimensions and path configuration, operation conditions. **Findings.** For the belt conveyers of the considered type there are built parametric dependences of drive power on type of load, design efficiency, geometrical dimensions and path configuration, operation conditions, taking into account the belt standard dimensions and corresponding assumptions in relation to idler and pulley types. **Originality.** This is the first developed parametric dependence of two-area (sloping and horizontal) belt conveyer drive power on type of load, design efficiency, geometrical dimensions and path configuration, operation conditions that takes into account standard dimensions and parameters of belts, idlers and pulleys. **Practical value.** Use of the built drive power dependences on design parameters for the belt conveyers with sloping and horizontal areas gives an opportunity of relatively rapid determi-



## НЕТРАДИЦІЙНІ ВИДИ ТРАНСПОРТУ. МАШИНИ ТА МЕХАНІЗМИ

nation of drive power approximate value at the design stage. Also it allows quality selection of its basic elements at specific design characteristics and requirements. The offered dependences can be used for determination of general character of drive power dependence on the project efficiency.

*Keywords:* conveyer; belt; drive; power; efficiency; load

## REFERENCES

1. Aleksandrov M.P. *Podemno-transportnyye mashiny* [Lifting and transport machines]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2000. 522 p.
2. Bohomaz V.M. Analiz vplyvu proektnykh kharakterystyk elevatoru na parametry yoho pryvodu [Influence analyses of designed characteristics of the elevator to the parameters of its drive]. *Nauka ta prohres transportu – Science and Transport Progress*, 2015, no. 3 (57), pp. 162-175. doi: 10.15802/stp2015/46076.
3. Bohomaz V.M., Hlavatskyi K.Ts., Mazur O.A. Doslidzhennia vplyvu proektnoi produktyvnosti elevatoru na potuzhnist yoho pryvodu [Research of influencing of project descriptions of elevator on parameters of its drive]. *Nauka ta prohres transportu – Science and Transport Progress*, 2015, no. 2 (56), pp. 189-206. doi: 10.15802/stp2015/42178.
4. Zenkov R.L., Ivashkov I.I., Kolobov L.N. *Mashiny nepreryvnoho transporta* [Machines of continuous transport]. Moscow, Mashinostroeniye Publ., 1987. 432 p.
5. Ivanchenko F.K. *Pidiomno-transportni mashyny* [Lifting and transport machines]. Kyiv, Vyshcha shkola Publ., 1993. 413 p.
6. Katryuk I.S., Musiyachenko Ye.V. *Mashiny nepreryvnoho transporta. Konstruktsii, proyektirovaniye i ekspluatatsiya* [Machines of continuous transport. Construction, design and operation]. Krasnoyarsk, IPTs KGTU Publ., 2006. 266 p.
7. Kuzmin, A.V. *Spravochnik po raschetam mekhanizmov podemno-transportnykh mashin* [Manual of calculation mechanisms of lifting and transport machines]. Minsk, Vysheyschaya shkola Publ., 1983. 350 p.
8. Bondariev V.S., Dubynets O.I., Kolisnyk M.P. *Pidiomno-transportni mashyny: rozrakhunky pidimalnykh i transportovalnykh mashyn* [Lifting and transport machines: calculations of hoisting and conveying machines]. Kyiv, Vyshcha shkola Publ., 2009. 734 p.
9. Baryshev A. I., Budishevskiy V. A., Sulima A. A., Tkachuk A. M. *Raschet i proyektirovaniye transportnykh sredstv nepreryvnoho deystviya* [Calculation and design of continuous action vehicles]. Donetsk, Nord-Press Publ., 2005. 689 p.
10. Romakin N.Ye. *Mashiny nepreryvnoho transporta* [Machines of continuous transport]. Moscow, Akademiya Publ., 2008. 432 p.
11. Jamaludin J., Rahim N.A., Hew W.P. Development of a self-tuning fuzzy logic controller for intelligent control of elevator systems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2009, vol. 22, issue 8, pp. 1167-1178. doi: 10.1016/j.engappai.2009.04.006.
12. Kim C.S., Hong K.S., Kim M.K. Nonlinear robust control of a hydraulic elevator: experiment-based modeling and two-stage Lyapunov redesign. *Control Engineering Practice*, 2005, vol. 13, issue 6, pp. 789-803. doi: 10.1016/j.conengprac.2004.09.003.
13. Strakosch G.R., Caporale R.S. *The Vertical Transportation Handbook*. New York, John Wiley&Sons Publ., 2010. 610 p. doi: 10.1002/9780470949818.

*Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. С. В. Ракиою (Україна); д.т.н., доц. С. В. Шатовим (Україна)*

Надійшла до редколегії: 20.11.2015

Прийнята до друку: 15.01.2016