

УДК: 621.867.2

DOI: 10.15276/pidtt.2.66.2021.06

Колісник М. П., Березюк А. М., Шевченко А. Ф., Засць Г. В., Червоноштан А. Л.

*Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПРИВІДНИХ БАРАБАНІВ ІЗ БОКОВИМИ ГВИНТОВИМИ НАРІЗНИМИ ПОВЕРХНЯМИ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ**

***Анотація.** У статті наведені, розглянуті та проаналізовані конструкції привідних барабанів циліндричних, циліндрично-конічних, бочковидних, бочковидних із конусностями, із ввігнутими поверхнями центра і бокових частин, із конусами до середини, циліндричної форми у середині та кінцевими участками лінійної та нелінійної форми. Виявлені їх недоліки: у частині зміщування стрічки на барабані, нерівномірності зношування стрічки по її ширині при проходженні через перерізи барабана більших радіусів поверхні та перегину стрічки у середній частині під час роботи конвеєрів. Обґрунтована конструкція привідного барабана стрічкового конвеєра більш раціональної конструкції циліндричної форми із боковими гвинтовидними нарізними поверхнями.*

***Ключові слова:** обґрунтування, привідний барабан, стрічковий конвеєр, стрічка, стійкість, зношування, торці барабана, гвинтова нарізка.*

### **Постановка задачі.**

Стрічкові конвеєри були і залишаються провідними технологічними транспортувальними машинами безперервної дії у всіх галузях світового та вітчизняного промислово-господарського сектору економіки які спонукають до подальшого збільшення виробництва ефективних і високоякісних засобів механізації транспортувальних операцій. Сучасні автоматизовані технологічні лінії, міжцеховий і внутрішньоцеховий транспорт потребують застосування транспортуючих машин, а саме стрічкових конвеєрів, які мають забезпечувати безперервність, ритмічність та ефективність виробництва загалом.

### **Аналіз наявних досліджень та актуальність.**

Стрічкові конвеєри, як машини безперервного технологічного транспорту, повинні бути довговічними, надійними, економічними при виготовленні та використанні на протязі всього експлуатаційного циклу. Як показує досвід розробки, проектування та експлуатації,

стрічковим конвеєрам присутні негативні фактори: недостатня стійкість центрального положення стрічки на привідному барабані відносно осі конвеєра під час роботи, нерівномірне зношування стрічки у центральній частині та на крайніх торцевих частинах у зв'язку із різними діаметрами барабанів по їх довжині.

Рішенням названих задач займалися і займаються багато вчених і винахідників: Александров М.П. [1], Вайнсон А.А. [2], Дмитриев В.Г. [3, 4], Зенков Р.Л. [5], Іванченко Ф.К. [6], Покушалов М.П. [7], Бондарев В.С. [8], Співаковський А.О. [9], Яхентов Ю.А. [13], Шахмейстер Л.Г. [14], Семенюк В.Ф. [15], Суглобов В.В. [11, 16] та інші.

Огляд літературних джерел показав, що їх авторами розглядалися та пропонувалися різні технічні розробки: бочковидні барабани, центрувальні ролики, датчики зусилля стрічки, прикінцеві конусні ділянки барабанів лінійної та нелінійної залежності збільшення діаметрів, циліндричні та конусні центральні частини барабанів та інші.

Але розроблені рекомендовані пропозиції не дозволяють у повій мірі ліквідувати явища нестійкого центрування стрічок по всіх барабанах конвеєрів та їх зношування у місцях зміни діаметрів по довжині барабанів. Тому, проблема стійкого руху стрічки у процесі роботи стрічкового конвеєра та підвищення її строку служби залишається актуальною науково-технічною задачею.

**Мета досліджень** полягає у обґрунтуванні конструктивних параметрів привідних барабанів стрічкових конвеєрів для досягнення стійкості руху стрічки повздовж осі конвеєра при його роботі та підвищення її строку служби.

#### **Задачі дослідження.**

1) виявити або підтвердити причини, які впливають на стійкість центрального руху стрічки, та зміни її строку служби;

2) обґрунтувати та запропонувати нову конструкцію привідного барабана стрічкового конвеєра для забезпечення центрального стійкого руху стрічки із одночасним усуненням причин, що зменшують її строки служби.

#### **Основний зміст роботи.**

Розглядаємо та аналізуємо літературні джерела, виходячи із конструктивних особливостей привідного барабана стрічкового конвеєра, табл. 1, за схемами:

1 – барабан циліндричної форми;

2 – барабан бочковидної форми;

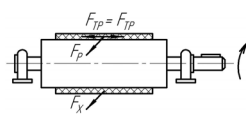

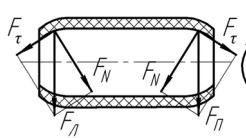

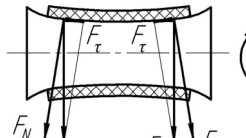
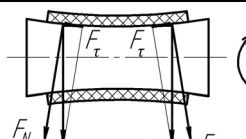
3 – барабан циліндричної форми із конічними кінцями;

4 – барабан із конусностями до середини лінійної форми;

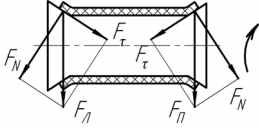
5 – барабан із вогнустю на середині нелінійної форми та нелінійними приторцевими частинами менших радіусів;

- 6 – барабан конусностями до середини нелінійної форми;  
7 – барабан циліндричної форми середньої частини і боковими конусними частинами лінійної або нелінійної форми;  
8 – барабан циліндричний із середнім робочим участком і боковими нарізними участками (запропонований рис. 1; 2).

Таблиця 1 – Схеми конструкцій барабанів, діючі сили та недоліки

№	Схема барабана та діючі сили	Позначки	Схема привідного барабана, характер-ристика, недоліки
1	2	3	4
1		Зусилля у двох вітках стрічки $F = F_p + F_x$ . Центруюча сила $-F_{TP} = F \cdot \mu$ . $F_p$ ; $F_x$ – зусилля у набігаючій (робочій) і збіжній (холостій) вітках стрічки.	Барабан циліндричної форми. Стрічка утримується на барабані силами тертя ( $F_{TP}$ ), осьові сили відсутні при відсутності дефектів виготовлення та монтажу, [8] с. 406; [1] с. 252
2		$F_{II}$ ; $F_{II}$ – зусилля сумарні на ліву і праву частину барабана; $F_N$ ; $F_\tau$ – нор-мальні і дотичні складові зусиль сумарних;	Барабан бочкообразної форми. Більша трудоемність виготовлення ніж циліндричний, різні діаметри перерізів барабана приводять до тертя стрічки та нерівномірного зношування різних частин стрічки по вісі барабана; при будь-кому зміщенні стрічки від центру буде збільшуватись складова дотичної ( $F_\tau$ ) правої або лівої та сходження стрічки, [1] с. 248
3		$F_{II}$ ; $F_{II}$ – зусилля сумарні на ліву і праву конічну частину барабана; $F_N$ ; $F_\tau$ – нор-мальні і дотичні складові зусиль сумарних;	Барабан бочковидної форми із конічними краями. Недоліки аналогічні схемі 2, [11] с. 38
4		$F_{II}$ ; $F_{II}$ – зусилля сумарні на ліву і праву половину барабана; $F_N$ ; $F_\tau$ – нор-мальні і дотичні складові зусиль сумарних;	Барабан із конусностями лівої і правої частини $6^\circ - 10^\circ$ . Недоліки аналогічні схемі №2, але більш виражені, можливе явище продольного перегину стрічки під час роботи та місцеве додаткове зношування.
5		$F_{II}$ ; $F_{II}$ – зусилля сумарні на ліву і праву половину барабана; $F_N$ ; $F_\tau$ – нор-мальні і дотичні складові зусиль сумарних;	Барабан із вогнутою робочою поверхнею у середній частині радіусом більше радіусів дуг торцевих частин поверхні барабана. Недоліки аналогічні схемам №2, №4, [15].
6		$F_{II}$ ; $F_{II}$ – зусилля сумарні на ліву і праву половину барабана; $F_N$ ; $F_\tau$ – нор-мальні і дотичні складові зусиль сумарних;	Барабан із конусами до середини нелінійної форми. Недоліки аналогічні схемам №2, №4.

## Продовження таблиці 1

1	2	3	4
7		$F_{II}$ – зусилля на праву частину барабана; $F_N$ ; $F_T$ – нормальна і дотична складові зусилля.	Барабан циліндричної форми в середині та боковими конусними участками лінійної або нелінійної форми із збільшенням діаметрів перерізів до торцевих частин. Недоліки аналогічні схемам №2 – №6 із значно меншою інтенсивністю зношування бокових частин стрічки за рахунок місцевого тертя при контактах на різних діаметрах барабана [17].

Приймаючи, що у всіх розрахункових схемах відсутні дефекти виготовлення привідного та натяжного барабанів, непаралельність вісів барабанів, дефекти з'єднання кінців стрічки, недостатній натяг стрічки, або вони можуть бути усунені регулюванням при монтажі та випробуваннях, або ідеальні умови, яких неможливо досягти, табл. 1.

Як слідує із аналізу роботи конструкцій привідних барабанів стрічкових конвеєрів, основними важливими недоліками автори розглядали наступні, а саме:

- підвищення натягу у вузькій центральній частині стрічки та її зношування;
- утворення продольного перегину стрічки у центральному місці та місцях з'єднання горизонтальних та нахилених ділянок;
- випуклість та циліндричність форми поверхні барабана яка є такою, що не має надійного зчеплення стрічки з поверхнею барабана;
- недостатність у повному обсязі центрування стрічки під час роботи конвеєра із барабаном ввігнутої форми;
- неефективність центрування стрічки у зв'язку із проковзуванням стрічки та пульсації навантаження, що виникає передчасне зношування стрічки;
- складність виготовлення торцевих поверхонь із кривизною (конусністю) різного порядку.

Розглянувши приведені недоліки відомих конструкцій привідних барабанів [10, 12], автори запропонували конструкцію привідного барабана стрічкового конвеєра рис. 1, загальний вид привідного барабана конвеєра циліндричної форми, та рис. 2 а, б – прикінцеві ділянки однакового діаметра із середнім участком [18]. Прикінцеві ділянки мають гвинтоподібні нарізки (у осьовому перерізі барабана – хвильової форми), які розходяться на кінцеві торці барабана, рис. 2 (вид А), рис. 2 (вид В), де 1 середня частина. 2а і 2б – нарізні частини, 3 і 4 – набігаючі та збігаючі вітки стрічки, 5 – підшипники, 6 – вал барабана. Вал барабана муфтою з'єднаний із редуктором та проміжною муфтою із електродвигуном.

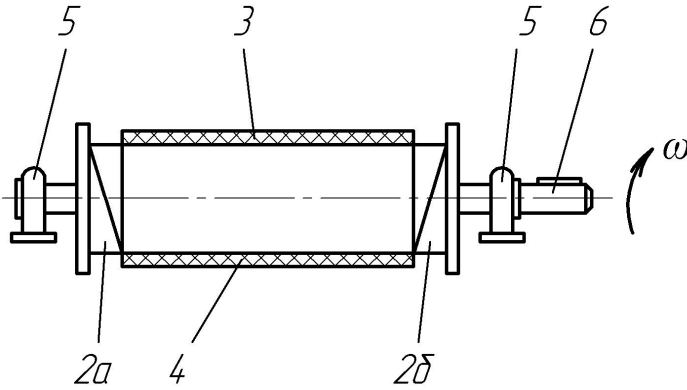


Рисунок 1 – Схема привідного барабана

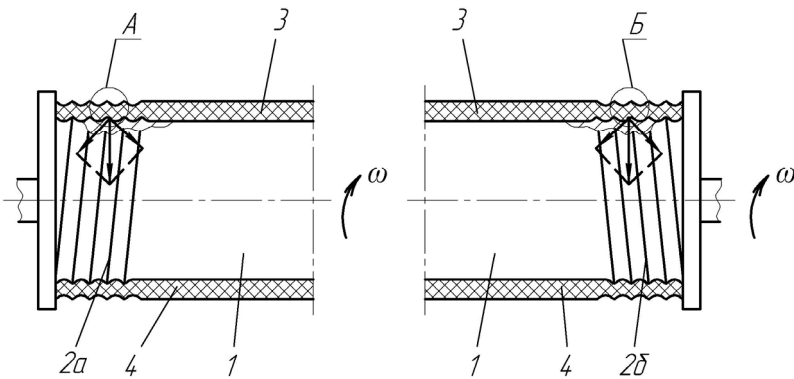


Рисунок 2 – Розрізи привідного барабана

На рис. 3 показані зусилля між гвинтовими нарізками та стрічкою:  $F'_{л}$  – складова частини зусилля у стрічці при набіганні стрічки на барабан, що може набігати на нарізну частину барабана,  $F'_{N}$  – нормальна складова зусилля прикладена до витка нарізки,  $F'_{τ}$  – дотична складова, що прикладена до стрічки і рухає її до середини барабана,  $t_{л}$  і  $t_{п}$  – крок витків нарізки.

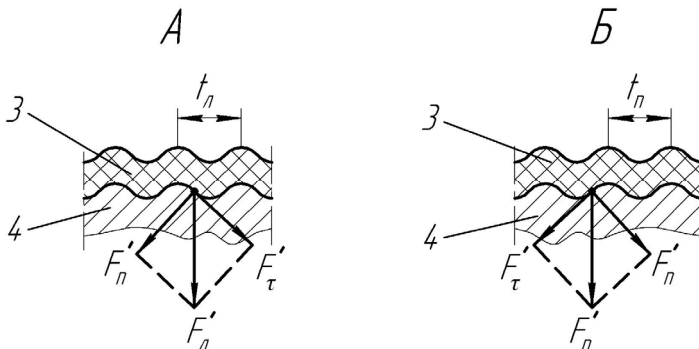


Рисунок 3 – Розріз стрічки на нарізній частині:  
 А – лівого кінця барабана; Б – правого кінця барабана

При обертанні барабана поверхневий шар внутрішньої сторони стрічки спочатку стикається із барабаном та у подальшому обкочується по нарізній частині та за один оберт переміщує продольну лінію розміщення точки дотику на величину одного кроку нарізки  $t_L$  (лівої частини) або  $t_R$  (правої частини).

Для запропонованого варіанту, аналогічно [11], привідного барабана, табл. 2, приведені результати розрахунків основних параметрів стрічкового конвеєра, табл. 3.

Таблиця 2 – Значення параметрів стрічкового конвеєра

Транс-порту-емий матеріал	Продуктивність, т/ч	Ширина стрічки, мм	Швидкість стрічки, м/с	Кут нахилу площини нарізки до перерізу барабана, град	Довжина, м	Нарізка, мм	
						крок	висота
Руднико-ва суміш	500	800	1	30°	90	10	3

Таблиця 3 – Розрахункові значення зусиль

Зусилля у вітках, кН		Здвигаче зусилля, кН	Сила тертя стрічки, кН	Відношення зусиль здвигачих до сил тертя
Набігаючий	Збігаючий			
27,5	10	18,75	11,25	1,6

Виготовлення привідного барабана здійснюється виточуванням горизонтальної ділянки та нарізанням гвинтових нарізок із округленими вершинами витків.

### Висновки:

Запропоновані та обґрунтовані конструктивні рішення привідних барабанів стрічкових конвеєрів які забезпечують:

- автоматичне центрування стрічки на барабані із нарізними гвинтовими кінцевими участками;
- стале надійне зчеплення контактуючих поверхонь стрічки і барабана певного діаметра;
- переваги використання привідних барабанів із нарізними гвинтовими поверхнями на кінцях перед випуклими або ввігнутими поверхнями.

---

### Список використаної літератури

1. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. / М.П. Александров // Учеб. для машиностроит. спец. вузов. – 6-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 1985. – 520 с.
2. Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины. – М.: Машиностроение, 1989. – 356 с.
3. Дмитриев В.Г. Анализ поперечного движения ленты на ставе конвейера / В.Г. Дмитриев // Шахтный и карьерный транспорт. – М.: Недра, 1974. Вып. 1. – С. 102-109.
4. Дмитриев В.Г. Исследование боковых смещений ленты порошковой ветви конвейера, оборудованной центрирующими роликоспорами. / В.Г. Дмитриев, А.А. Реутов // Горный журнал. – 1980. – №11. С. 43-47.
5. Зенков Р.Л., Иванков И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. – 1980. – 304 с.
6. Иванченко Ф.К. Підручник. – К.: Вища шк., – 1993. – 413с.
7. Покушалов М.П. Исследование и выбор способов центрирования конвейерных лент / М.П. Покушалов // Горнорудные машины и автоматика. – М.: Недра, 1967. – С. 58-63.
8. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин. Підручник / В.С. Бондарев, О.І. Дубінець, М.П. Колісник та ін. – К.: Вища шк., 2009. – 734с.
9. Спиваковский А.О. Теоретические основы расчета ленточных конвейеров / А.О. Спиваковский, В.Г. Дмитриев. – М.: Наука, 1977. – 152с.
10. Технология подъемно-транспортного машиностроения. Учебник.: М.П. Колесник, С.И. Козарь, А.А. Лабuzов, В.А. Шишковец. – М.: Машиностроение, 1988. – 280 с.
11. Суглобов В.В. Обоснование конструктив-ных параметров барабанов ленточных конвейеров, обеспечивающих центрированное движение ленты / Суглобов В.В., Семенюк В.Ф., Гринько П.А. // Підйомно-транспортна техніка. – 2015. – №3. – С. 36-45.
12. Хлусов А.Е. Грузоподъемное и транспортное оборудование заводов строительных деталей. М.: Машгис, 1961. – 356 с.
13. Яхтонтов Ю.А. Боковой сход грузовой ветви ленты. / Ю.А. Яхтонтов // Шахтный и карьерный транспорт. М.: 1974. – Вып. 1. – С. 113-116.
14. Шахмейстер Л.Г. Теория и расчет ленточных конвейеров / Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев. – М.: Машиностроение, 1987. – 336 с.

15. Патент № 62968 України, МПК В65G 15/28. Барабан стрічкового конвеєра / Гринько П.А., Семенюк В.Ф., Щеглов О.М. (Україна) // №u201101587. – Заявл. 11.02.2011; опубл. 26.09.2011, Бюл. №18. – 4 с.

16. Патент № 45062 України / МПК В65G 15/00. Барабан стрічкового конвеєра / Щеглов О.М., Суглобов В.В., Гринько П.А. (Україна) // №u200904862. – Заявл. 18.05.2009; опубл. 26.10.2009, Бюл. №20. – 4 с.

17. Патент № 3078 України, МПК В65G 15/00. Привідний барабан стрічкового конвеєра / Щеглов О.М., Кіпреев О.І. Гринько П.А., (Україна) // №2004010142. – Заявл. 09.01.2004; опубл. 15.10.2004, Бюл. №10. – 4 с.

18. Патент № 147299 України / МПК В65G 15/00. Привідний барабан стрічкового конвеєра / Колісник М.П., Березюк А.М., Шевченко А.Ф., Заяц Г.В., Червоноштан А.Л. (Україна) // №u202007123. – Заявл. 06.11.2020; опубл. 28.04.2021, Бюл. №17. – 5 с.

## **SUBSTANTIATION OF THE CONSTRUCTION SOLUTIONS OF DRIVING DRUMS OF THE BELT CONVEYORS WITH LATERAL SCREWED SURFACES**

Kolisnyk M. P., Berezyek A. M., Shevchenko A. F., Zaiats H. V, Chervonoshtan A. L.

*State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture»*

**Annotation.** The belt conveyors are the main type of continuous machine, which are widely used in various industries. The main units and elements of the belt conveyors are: a drive station with a drive drum, a tensioning station with a tension drum, a frame and a closed belt. The drive drum is used to transmit torque to the belt and to move it. The main requirements for the drive drums are as follows: ensuring adhesion to the belt; ratio of different diameters of drums with tape; the ratio of the number of tape pads to the drum diameter.

The geometrical diameters of the drums can be either the same along the length of the drums or different. The working surfaces of the drums can be of various shapes, as well as with or without lining.

The article presents, discusses and analyzes the design of the drive drums cylindrical, cylindrical-conical, barrel-shaped, barrel-shaped with tapers, with concave surfaces of the center and side parts, with cones towards the middle, cylindrical in the middle and end sections of linear and nonlinear shape. The geometries of the drums are provided upon manufacture.

The process of manufacturing components, assembling and finishing drums of various shapes, as well as cutting curved sections are complex technological operations.

The studies carried out made it possible to identify shortcomings in terms of belt displacement on drums with uneven increased wear of the belt along its width and a significant reduction in its resource.

To ensure the centering of the belt, a new design of the drive drum of the belt conveyor of a more rational design of a cylindrical shape with lateral screw-shaped cut surfaces is proposed.

**Keywords:** justification, drive drum, belt conveyor, belt, stability, wear, drum ends, screw thread.