

УДК 621.86

СИНТЕЗ ТЕЛЕСКОПІЧНИХ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ

Гевко Ів.Б., д.т.н., Гудь В.З., к.т.н., Шуст І.М., Мельничук А.Л.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

Для покращення ефективності забору сипких матеріалів з насипів для подальшого перевантаження і підвищення продуктивності праці перевантажувальних операцій виконано пошук конкурентоздатних конструкцій шляхом проведення синтезу телескопічних гвинтових конвеєрів методом ієрархічних груп за допомогою морфологічного аналізу. В результаті виконаної роботи отримано ряд працездатних конструкцій з телескопічними гвинтовими робочими органами, що здійснюють видовження під дією пружних сил, вібраційної дії та інших заходів. На дві синтезовані й відібрані для подальшої розробки конструкції отримано деклараційні патенти на винаходи України.

Постановка проблеми. Однією з передумов високої ефективності машинобудівних підприємств є вдосконалення існуючої та впровадження нової конкурентоздатної продукції, яка в повній мірі може задовольняти потреби споживачів. Гвинтові транспортні механізми є одними з найпоширенішими механічними засобами, що використовуються в сільськогосподарському виробництві та інших галузях економіки як індивідуальні елементи, так і у складі інших машин. За різними даними їх питома вага у завантажувально-розвантажувальних операціях різного типу складає 40–45%. Незважаючи на значну кількість наукових праць, які присвячені розробці та дослідженням особливості функціонування гвинтових конвеєрів, існує широке гамма у повній мірі невивчених питань, пов'язаних з їх конструктивними та функціональними характеристиками. Тому розроблення телескопічних гвинтових конвеєрів дає можливість покращити ефективність забору сипких матеріалів з насипів для подальшого перевантаження і сприяє підвищенню продуктивності праці перевантажувальних операцій.

Аналіз останніх досліджень. Питанням теоретичного обґрунтування процесу роботи гвинтових конвеєрів, методик розрахунку їх параметрів, розробки прогресивних конструкцій присвячені роботи А.М. Григорьева [1], Б.М. Гевка [2], Р.М. Рогатинського [3], а питанням синтезу конструкцій в машинобудуванні методом морфологічного аналізу присвячені праці А.І. Половінкіна [4], Ю.М. Кузнецова [5], В.М. Одріна [6] та інших. У відомих дослідженнях особлива увага звернута на питання вибору параметрів робочих органів і процесів транспортування зернових, гранульованих мінеральних добрив та інших матеріалів, проте проблема забору сипких матеріалів з насипів для подальшого їх перевантаження залишається не в повній мірі вирішеною.

Метою роботи є проведення синтезу методом ієрархічного групування за допомогою морфологічного аналізу з отриманням конструкцій телескопічних гвинтових конвеєрів для забору сипких матеріалів з насипів з покращеними техніко-економічними характеристиками.

Реалізація роботи. Для пошуку нових ідей зі створення прогресивних конструкцій телескопічних гвинтових конвеєрів (ТГК) використано метод синтезу ієрархічних груп за допомогою морфологічного аналізу [7].

У результаті проведеного аналізу впливу різних факторів на процес забору сипких матеріалів з насипів для подальшого перевантаження шляхом структурно-схематичного синтезу із застосуванням морфологічного аналізу було визначено обмежену кількість їх складових елементів та зв'язків між ними, які представляють конструктивні ознаки, на основі чого складено морфологічну матрицю у вигляді таблиці 1. Вона поділена на стовпці, в заголовках яких представлені морфологічні ознаки елементів ТГК і зв'язки між ними, а до їх складу внесено альтернативи кожної ознаки без критичного аналізу. Обрані наступні основні морфологічні ознаки: привід, гвинтовий робочий орган (ГРО), завантажувальний механізм та механізм подачі до матеріалу.

Морфологічну модель конструктивних ознак та елементів процесу телескопічних гвинтових завантажувачів (табл. 1) можна представити у вигляді морфологічної матриці (1), що утворена шляхом числового позначення відповідних альтернатив розміщених у стовпцях морфологічної таблиці [5]:

$$N = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dots \cdot K_j = \prod_{j=1}^n K_j, \quad (1)$$

де n – характеристика; K_j – число альтернатив характеристики.

$$N_{ТГК} = \left| \begin{array}{c} 1.1 \ 2.1 \\ 1.2 \ 2.23.1 \\ 1.3 \ 2.33.2 \\ 1.4 \\ 1.5 \ 2.4 \end{array} \right| \cap \left| \begin{array}{c} 6.1 \\ 4.15.16.2 \\ 4.25.26.3 \\ 6.4 \end{array} \right| \cap \left| \begin{array}{c} 7.1 \\ 7.2 \ 8.19.1 \ 10.1 \\ 7.3 \ 8.29.2 \ 10.2 \\ 7.4 \ 10.3 \\ 7.5 \end{array} \right| \cap \left| \begin{array}{c} 11.1 \ 12.1 \\ 11.2 \ 12.2 \\ 11.3 \ 12.3 \\ 12.4 \end{array} \right| \cap \left| \begin{array}{c} 13.114.1 \\ 13.214.2 \\ 13.314.3 \end{array} \right| \cap \left| \begin{array}{c} 15.1 \ 16.1 \\ 15.2 \ 16.2 \\ 15.3 \ 16.3 \\ 16.4 \end{array} \right| = 49766400.$$

Загальна кількість варіантів конструктивних виконань ТГК, які входять в морфологічну матрицю, є надто значне, а тому для скорочення варіантів рішень використано метод синтезу ієрархічних груп за допомогою морфологічного аналізу [7]:

$$N = \sum_{z=1}^l \sum_{x=1}^q \prod_{i=1}^m K_i, \quad (3)$$

де z – ієрархічний рівень; l – кількість ієрархічних рівнів; x – певна підгрупа відповідного ієрархічного рівня; q – кількість підгруп відповідного ієрархічного рівня; K_i – альтернатива конструктивної ознаки елементу певної підгрупи відповідного ієрархічного рівня; m – кількість альтернатив конструктивної ознаки елементів певної підгрупи відповідного ієрархічного рівня.

Моделі розробленої механічної системи представлено на рисунку 1.

Таблиця 1 - Морфологічна таблиця конструктивних ознак та елементів телескопічних гвинтових конвеєрів

Привід			Гвинтовий робочий орган						
			Жолоб			Гвинтовий робочий орган			
1. Тип	2. Вид руху	3. Кількість	4. Профіль жолоба	5. Конструкція жолоба	6. Матеріал	7. Профіль спіралі	Конструкція гвинта		10. Матеріал
							8. Ознака 1	9. Ознака 2	
1.1. Електропривід 1.2. Пневмопривід 1.3. Двигун внутрішнього згорання 1.4. Гідропривід 1.5. Вібропривід	2.1. Безперервний 2.2. Циклічний 2.3. З прискореннями і сповільненнями 2.4. Кроковий	3.1. Один 3.2. Два	4.1. Циліндричний 4.2. Фасонний	5.1. Суцільна 5.2. Секційна	6.1. Сталь 6.2. Гума 6.3. Оргскло 6.4. Пластик	7.1. Вузькополосна 7.2. Широкополосна 7.3. Гофрована 7.4. Нахилена 7.5. Пружинна	8.1. Безвальний 8.2. З валом	9.1. Суцільний 9.2. Секційний	10.1. Сталь 10.2. Пластик 10.3. Гума

Продовження табл. 1

Завантажувальний механізм		Механізм подачі до матеріалу			
11. Процес	12. Тип	Опорно-рухомий механізм		Гвинтовий робочий орган	
		13. Подаючі елементи	14. Механізм подачі	15. Елементи регулювання подачі	16. Механізм подачі
11.1. Гравітаційний 11.2. Примусовий 11.3. Роздільний	12.1. Бункер 12.2. Насадка 12.3. Завантажувальні лопати 12.4. Підбирач	13.1. Колісно-рухомий 13.2. Колісно-опорний 13.3. Опорно-нерухомий	14.1. За рахунок відпруження 14.2. З використанням механічних засобів 14.3. З використанням ручної подачі	15.1. Храповий механізм 15.2. Механічні засоби 15.3. Без механізму	16.1. За рахунок вібрації 16.2. За рахунок відпруження 16.3. З використанням механічних засобів 16.4. З використанням ручної подачі

Загальна кількість генерованих варіантів ТКГ при використанні запропонованого методу синтезу становитиме:

$$N_{ТКГ} = \begin{vmatrix} 5.1 & 9.1 \\ 5.2 & 9.2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 14.1 & 16.1 \\ 14.2 & 16.2 \\ 14.3 & 16.3 \\ 14.4 & 16.4 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 4.1 \\ 4.2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 8.1 \\ 8.2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 13.1 \\ 13.2 \\ 13.3 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 15.1 \\ 15.2 \\ 15.3 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 1.1 \\ 1.2 \\ 1.3 \\ 1.4 \\ 1.5 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 2.1 \\ 2.2 \\ 2.3 \\ 2.4 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 3.1 \\ 3.2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 6.1 \\ 6.2 \\ 6.3 \\ 6.4 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 7.1 \\ 7.2 \\ 7.3 \\ 7.4 \\ 7.5 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 10.1 \\ 10.2 \\ 10.3 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 11.1 \\ 11.2 \\ 11.3 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 12.1 \\ 12.2 \\ 12.3 \\ 12.4 \end{vmatrix} = 57.$$

Це у 873 тис. разів менше, ніж при використанні класичного методу синтезу, що дозволяє швидко здійснити перебір варіантів і відібрати найбільш раціональні конструкції ТКГ.

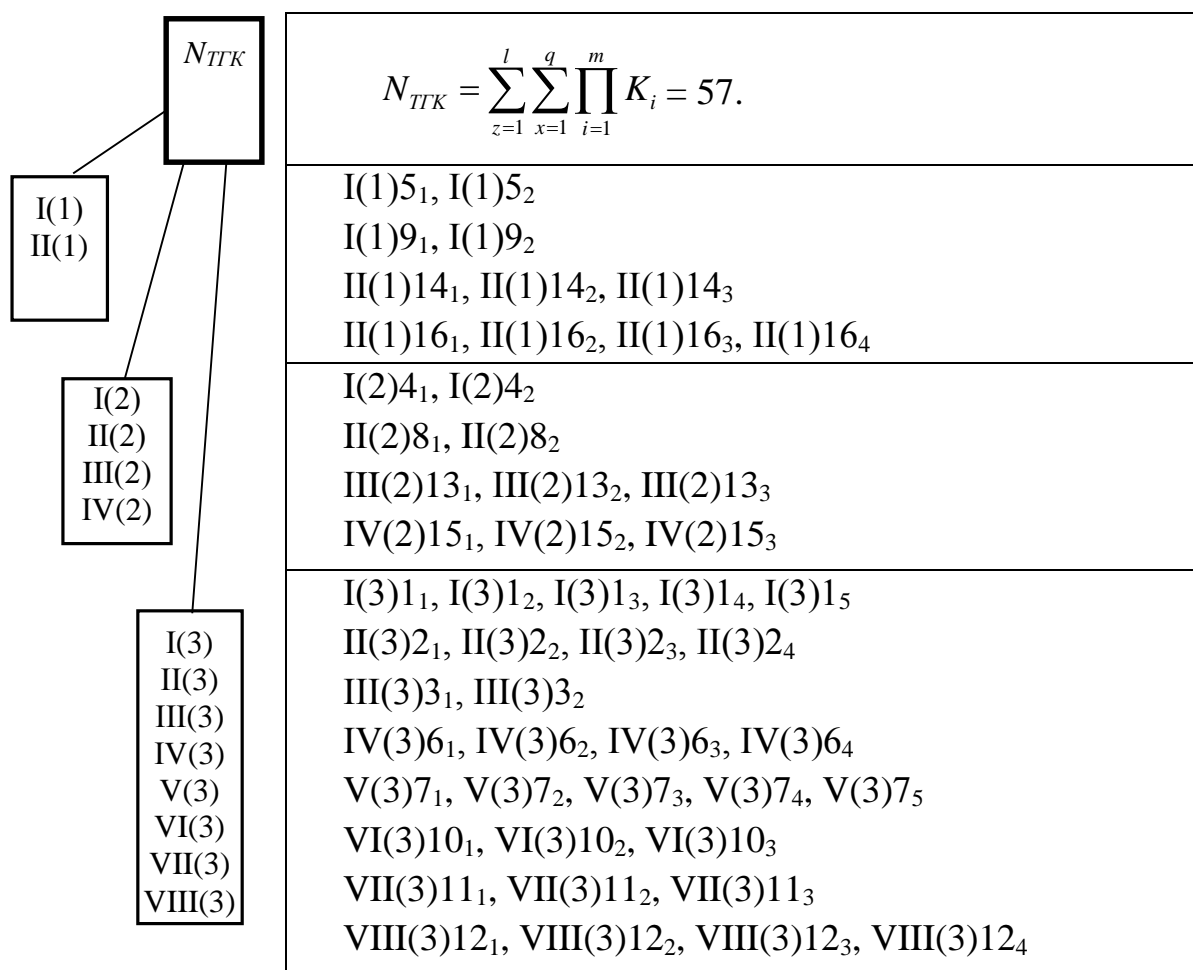


Рисунок 1 - Модель механічної системи «Конструктивні ознаки та елементи телескопічних гвинтових конвеєрів»: I - VIII – підгрупи ієрархічного рівня; (1) - (3) – відповідні ієрархічні рівні

Використовуючи даний метод синтезу було розроблено конструкції ТКГ, які в порівнянні з традиційними гвинтовими завантажувачами значно підвищують продуктивність праці за рахунок ефективнішого забору сипких матеріалів з насипів для подальшого перевантаження. Зокрема на рис. 2.а [8]

зображено ТГК, який по мірі забору сипкого матеріалу за рахунок відпружинення здійснює переміщення в сторону насипаного матеріалу. На рис. 2.б відображено ТГК [9], в конструкції колісно-рухомого механізму якого використано механічна передача із змієвидною пружиною та храповим механізмом, які дозволяють за рахунок розкручування забезпечувати додаткову подачу ТКГ до матеріалу, по мірі його забору із насипу. На рис. 2.в зображено ТГК, розкручування секцій якого в сторону насипаного матеріалу здійснюється за рахунок вібрації та взаємодії храпового колеса з зубчатою рейкою, що виконана на нижньому кожусі транспортера. На рис. 2.г представлено ТГК, у якому телескопічне видовження на необхідну довжину здійснюють вручну. На рис. 2.д зображено ТГК з храповим та пружинним механізмом висування секцій, а на рис. 2.е представлено конструкцію конвеєра з механічним приводом опорно-колісного механізму.

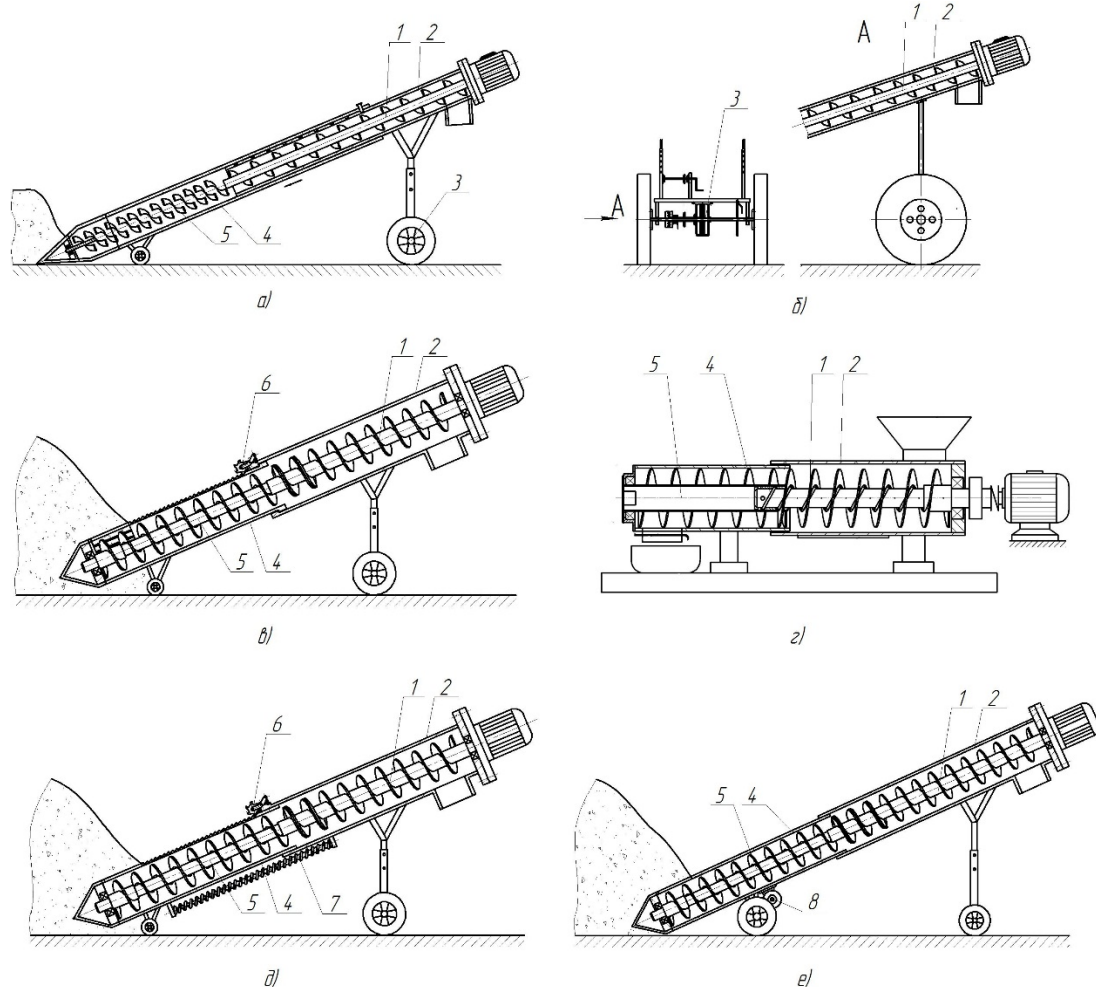


Рисунок 2 - Синтезовані конструкції телескопічних гвинтових конвеєрів:

а) д. п. України №103181 ; б) д. п. України №103866; в) заявка на д. п. України № u 2016 00748; г) заявка на д. п. України № u 2015 13054; д) заявка на д. п. України; е) заявка на д. п. України; 1) перша секція гвинта; 2) перший кожух; 3) пружинно-храповий механізм; 4) другий кожух; 5) друга секція гвинта; 6) храповий механізм; 7) пружина; 8) привід опорно-колісного механізму

Класифікацію ТГК за конструктивними ознаками представлено на рис. 3.



Рисунок 3 - Класифікація телескопічних гвинтових конвеєрів за конструктивними ознаками

Висновок:

Проведено структурний синтез телескопічних гвинтових конвеєрів методом ієрархічного групування за допомогою морфологічного аналізу й отримано ряд конструкцій з покращеними техніко-економічними характеристиками, що дало можливість частково вирішити питання підвищення ефективності забору сипких матеріалів з насипів для подальшого перевантаження з метою підвищення продуктивності праці перевантажувальних операцій.

Список літератури

1. Григорьев А. М. Гибкие шнеки / А. М. Григор'єв, П. А. Преображенський. – К. : Знание, 1967. – 98 с.
2. Механізми з гвинтовими пристроями / [Б.М. Гевко, М.Г. Данильченко, Р.М. Рогатинський та ін.]. – Львів : Світ, 1993. – 208 с.
3. Рогатинський Р.М. Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів: монографія / Р.М. Рогатинський, І.Б. Гевко, А.Є. Дячун. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. – 280 с.
4. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества: [учеб. пособие для студентов вузов] / А. И. Половинкин. – М. : Машиностроение, 1988. – 368 с.
5. Кузнецов Ю. М. Прогнозування розвитку технічних систем / [Ю. М. Кузнецов, Р. А. Склярів]; під заг. ред. Ю. М. Кузнецова. – К. : ТОВ «ЗМОК». – ПП «ГНОЗІС», 2004. – 323 с.

6. Одрин В. М. Морфологический анализ систем: Построение морфологических матриц / В. М. Одрин, С. С. Картавов. – К. : Наукова думка, 1977. – 183 с.

7. Структурний синтез гвинтових сепараторів методом морфологічного аналізу з ієрархічним групуванням / [І. Гевко, А. Дячун, Л. Рогатинська та ін.] // Вісник ХНТУ. – 2013. – № 1 (69). – С. 131–140.

8. Пат. № 103181 Україна, МПК E02F 9/00. Гвинтовий мобільний транспортер / заявники і власники патенту Гевко Іван Богданович, Гудь Віктор Зеновійович, Шуст Ігор Михайлович. – u201504652; заявл. 10.12.15; опубл. 10.12.15, Бюл. № 23.

9. Пат. № 103866 Україна, МПК B65G 19/00. Телескопічний гвинтовий завантажувач / заявники і власники патенту Гевко Іван Богданович, Шуст Ігор Михайлович, Гудь Віктор Зеновійович, Голод Василь Петрович. – u2015026312, заявл. 12.01.16; опубл. 12.01.16, Бюл. № 1.

Аннотация

Синтез телескопических винтовых конвейеров Гевко Ив.Б., Гудь В.С., Шуст И.М., Мельничук А.Л.

Проведен синтез телескопических винтовых конвейеров методом иерархических групп с помощью морфологического анализа. Обосновано, что выбор варианта конструкции винтовых погрузчиков в первую очередь зависит от характера выполнения процесса и нагрузки на рабочий орган. Поэтому, исходя из необходимости обеспечения проектирования загрузчиков можно ограничить количество вариантов конструктивных решений и сгенерировать значительное количество работоспособных конструкций телескопических винтовых погрузчиков для транспортировки сыпучих материалов по криволинейным трассам.

Abstract

The synthesis telescopic screw conveyors Hevko Iv.B., Hud V.Z., Shust I.M., Melnychuk L. A.

The synthesis of the telescopic screw conveyors the method of hierarchical groups by using morphological analysis. It is proved that the choice of design option screw loaders in the first place depends on the nature of a process, and the load on the working body. Therefore, based on the need to ensure the design of loaders it is possible to limit the number of variants of constructive solutions and generate a significant number of workable designs telescopic screw loader for transporting bulk materials along a curvilinear track.