

УДК 621.81

Навроцька Т.Д.¹

аспірант

Email: navrotska@ukr.net**Сіправська М.Д.¹**

асистент

Email : mariaradyk03@ukr.net¹кафедра автомобілівТернопільський національний університет імені Івана Пулюя
Тернопіль, Україна

НОВІ КОНСТРУКЦІЇ СЕКЦІЙНИХ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Анотація

З розвитком народного господарства України гвинтові механізми отримали широке застосування у всіх галузях. На сьогодні досить актуальним є створення нових конструкцій гнучких гвинтових робочих органів. Дослідження присвячене розробці нових конструкцій секційних гвинтових гнучких робочих органів конвеєрів (секційному двошарнірному з'єднанню гвинтових спіралей і секції гнучкого гвинтового конвеєра), підвищенню їх функціональних та експлуатаційних характеристик, виконаних з окремих секцій, оскільки існуючі гнучкі гвинтові робочі органи не можуть в повній мірі задовольнити експлуатаційні вимоги через їх високу матеріалоемність, високі енергозатрати та інших вимог.

Доведено, що вибір варіанту конструкції гвинтових робочих органів залежатиме, у першу чергу, від характеру виконання процесу і навантаження на гвинт. Тому, виходячи з необхідності забезпечення проектування рівномірних спіралей, можна обмежити кількість варіантів конструктивних рішень та запропонувати кількість працездатних конструкцій секцій гнучких гвинтових конвеєрів при транспортуванні сипких матеріалів по криволінійних трасах. Виведено аналітичні залежності для визначення конструктивних параметрів секцій гнучких гвинтових конвеєрів.

Результати досліджень захищені деклараційним патентом №123628 «Гвинтовий шарнірно-секційний робочий орган». До переваг його належить розширення технологічних можливостей і зменшення радіуса траси транспортування.

Розроблені нові конструкції секційних гнучких гвинтових робочих органів (СГПРО) конвеєрів мають розширені технологічні можливості, що забезпечить значне підвищення експлуатаційної надійності і довговічності, зменшення радіуса кривизни траси транспортування, зменшення енерговитрат та підвищення продуктивності праці.

Ключові слова: секційні гвинтові робочі органи, гвинтові конвеєри, сипкі матеріали, двошарнірне з'єднання.

Вступ. Важливим завданням сільськогосподарського машинобудування є розробка нових конструкцій секційних гнучких гвинтових робочих органів (СГПРО) конвеєрів з розширеними технологічними можливостями, які забезпечують значне підвищення експлуатаційної надійності і довговічності, значне зменшення радіуса кривизни траси транспортування, зменшення енерговитрат та підвищення продуктивності праці.

Принциповою відмінністю таких конвеєрів є те, що гнучкий гвинт – робочий орган СГПРО вільно (без опор) розташовується в еластичному кожусі і по його внутрішній поверхні переміщає матеріал в зону вивантаження. При обертанні робочого органу з частотою 500...600 об/хв. спіраль фактично рівномірно розподіляє сипкий матеріал по периферії кожуха, що забезпечує його самоцентрування і транспортування матеріалу в зону вивантаження.

Важливим фактором, який визначає надійність і довговічність шнека, є різниця в товщині внутрішньої і зовнішньої кромки. При прокатуванні товщина зовнішньої кромки в 1,5...2,6 разів менша ніж внутрішньої, а при навиванні ця різниця зведена до мінімуму і складає 0,1...0,2мм на 1мм товщини заготовки протів 0,3...0,6мм при прокатуванні.

При дослідженні зносостійкості спіралей шнеків, які виготовляють різними способами встановлено, що виті деталі мають переваги, які виготовляються методом навивання і довговічність їх збільшується в 1,5...2,2 рази в порівнянні з прокатуванням. Встановлено, що момент навивання в 3...7 рази менші моментів прокатування, а момент неперервного і періодичного навивання практично рівні між собою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питаннями обґрунтування параметрів гвинтових робочих органів машин присвячені праці Григорьева А.М. [1], Герман Х. [2], Куцина Л.М. [3], Омельченка О.О. [4], Гевко Б.М. [5], Рогатинського Р.М. [6], Пилипця М.І. [7], Зенков Р.Л. [8], Барышев А.И., Бадишевский В.А. [9], Гевко Р.Б. [10] та багатьох інших. Однак, цілий ряд питань, пов'язаних зі змінами траси транспортування, підвищення продуктивності і маневреності робочих органів, а також підвищення їх експлуатаційної надійності і довговічності потребують свого подальшого вирішення.

Мета. Дослідження присвячене розробці нових конструкцій секційних гвинтових гнучких робочих органів конвеєрів, підвищенню їх функціональних та експлуатаційних характеристик, виконаних з окремих секцій при транспортуванні сипких і в'язких матеріалів на великі віддалі і по криволінійних траєкторіях, оскільки існуючі гнучкі гвинтові робочі органи не можуть в повній мірі задовольнити експлуатаційні вимоги через їх високу матеріалоемність, високі енергозатрати та інших вимог.

Методологія дослідження. За допомогою теоретичних та експериментальних досліджень поставлено завдання дослідити основні вимоги до гнучких гвинтових конвеєрів (ГГК):

- в повній мірі забезпечення експлуатаційних вимог ГГК в плані надійності і довговічності;
- забезпечення транспортування сипких матеріалів по криволінійних трасах на великі відстані з малими радіусами кривизни трас транспортування;
- обґрунтування можливості виготовлення ГГРО з відносною висотою 15...20 прогресивним способом і розробити технологічне спорядження для їх виготовлення;
- розробка технологічних процесів (ТП) калібрування гвинтових заготовок(ГЗ) і спроекувати відповідне спорядження;
- розробка інструменту для заміру конструктивних параметрів шнеків;
- розробка нових конструкцій гнучких секційних робочих органів конвеєрів підвищеної продуктивності і маневреності;
- розробка нових конструкцій СГГРО з розширеними технологічними можливостями.

Результати. Для транспортування сипких вантажів на великі відстані використовують секційну гвинтову спіраль (зображена на рис. 1), виконана у вигляді однакових спіралей лівої 1 і правої 2, кінці яких внутрішніми діаметрами жорстко з'єднані з окремими секціями оправки лівої 3 і правої 4, які виконані у вигляді півсферичних поверхонь 5 лівої і 6 правої. Крім цього оправки ліва 3 і права 4 виконані розбірними по діаметральних площинах перпендикулярно до торцевих поверхонь втулок, які жорстко з'єднані відомим болтовим кріпленням 7. Лівий кінець шарніра 8 виконано у вигляді сферичної поверхні 9, в якій рівномірно по колу великого діаметра виконано чотири радіусні півкруглі виїмки 10, які є у взаємодії з кулькою 11, які вільно встановлені у внутрішні сферичні поверхні 12 лівої оправки 3. Крім цього кульки 11

встановлені у сферичній поверхні півкруглі виїмки 10 для вільного повертання шарніра 8, а правий кінець шарніра 8 має аналогічну сферичну форму 13, який загвинчується в центральний отвір сферичної поверхні 13 з напрямком різі протилежним напрямку руху секцій, а по великому діаметрі якої виконано чотири радіусні півкруглі виїмки 14, які є у взаємодії з кульками 15, які вільно встановлені у внутрішні сферичні поверхні 16 правої оправки 4 з можливістю взаємного прокручування.

Для герметизації шарнірного з'єднання тіло шарніра 8 покрито пружним гофрованим герметичним кожухом 17 для запобігання попадання сипких матеріалів у зону тертя.

Крім цього сферичні поверхні 9 і 13 двохшарнірних з'єднань є у взаємодії з мастилом відомих камер змащення, які розміщені в оправках 3 і 4, які на кресленні не показані. При цьому елементи з'єднання сусідніх секцій 8, 9 і 13 доцільно виготовляти з якісної сталі 65Г з відповідною термообробкою.

Робота секційної гвинтової спіралі здійснюється наступним чином. Під час обертання гвинтової секційної спіралі обертовий рух передається з спіралі 1, на ліву секцію 3 кульки 11, сферичну головку 9, шарнір 8 і на праву втулку 4 і спіраль 2 при їх відносному зміщенні.

До переваг секційної спіралі відноситься розширення технологічних можливостей, підвищення навантажувальної здатності і зменшення радіуса згину секцій, а також їх доцільно виготовляти циліндричної, фасонної і конічної форм.

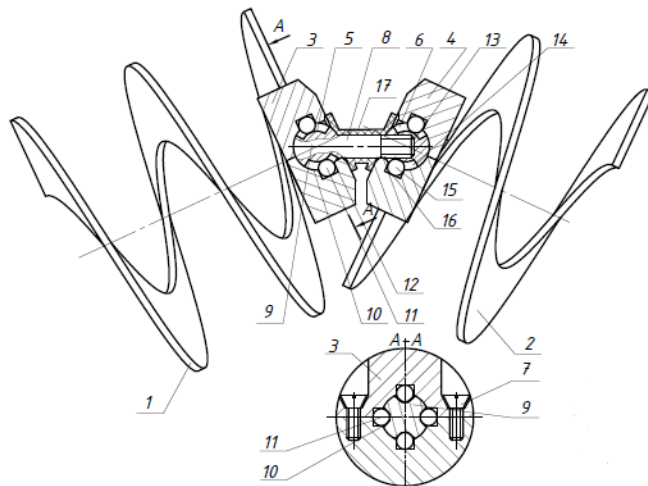


Рис. 1. Секційна з двохшарнірним з'єднанням гвинтова спіраль

Необхідний крутний момент обертання шнека в зоні видобування сапропелю визначають з залежності:

$$M_{z_1} = R_{cp} (\sin \alpha + f_3 \cdot \cos \alpha) P_1, \quad (1)$$

де R_{cp} – середній радіус шнека, мм; P_1 – сила зневоднення сапропелю, Н; α – кут підйому витків по середньому радіусу шнека, град.

Міцність стяжного болта двох сусідніх секцій ГГРО визначається з формули оцінювання еквівалентного напруження [7]:

$$\sigma_E = \frac{4F_0}{\pi d_1^2} \sqrt{1 + 4 \frac{2d_2 \operatorname{tg}(\psi + \rho)}{d_1}} = \frac{4F_0 \beta}{\pi d_1^2} \leq [\sigma], \quad (2)$$

де F_0 – сила розтягу стяжного болта; d_1 , d_2 – відповідно внутрішній діаметр і середній діаметр різі; ψ і ρ – кут підйому витків і зведений кут тертя різі.

$$\beta = \sqrt{1 + 4 \left(\frac{2d_2 \operatorname{tg}(\psi + \rho)}{d_1} \right)^2} \quad (3)$$

А також, для транспортування сипких вантажів використовують секцію гнучкого гвинтового конвеєра зображено (рис. 2), де з'єднання сусідніх гвинтових секцій відбувається П-подібними пружними елементами.

Секція гнучкого гвинтового конвеєра виконана з лівої 1 і правої 2 гвинтових секцій однакових розмірів і довжин одного гвинтового напрямку, кінці яких жорстко з'єднані з фланцевими втулками відповідно лівої 3 і правої 4. Фланцеві втулки через отвори 5 з'єднані з П-подібними пружними елементами 6 з опорними шийками 7 з можливістю відносного повертання. Причому пружні з'єднувальні елементи 6 на сусідніх фланцевих втулках 3 і 4 встановлені під кутом 45° один до одного і вони з'єднані між собою профільними скобами 8 з можливістю відносного повертання. Секції гнучкого гвинтового конвеєра 1 і 2 приводяться в рух від приводу, який на кресленні не показано.

Робота секцій гнучкого гвинтового конвеєра здійснюється наступним чином. Обертовий рух від 1 секції на секцію 2 здійснюється через з'єднувальні П-подібні пружні з'єднувальні елементи 6 під необхідним кутом через скобу 8 по криволінійній трасі, яку не показано на рисунку.

До переваг корисної моделі відноситься розширення технологічних можливостей і зменшення радіусів згину трас транспортування.

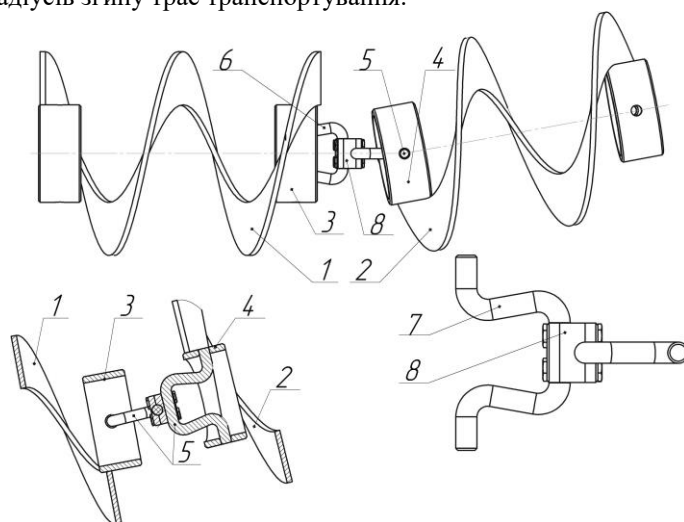


Рис. 2. Секція гнучкого гвинтового конвеєра

Висновки і перспективи. На основі проведених досліджень:

1. Наведено нові конструкції секційних гнучких гвинтових робочих органів конвеєрів: двохшарнярного з'єднання і секція гнучкого гвинтового конвеєра.
2. Виведено аналітичні залежності для визначення силових і конструктивних параметрів двохшарнярного з'єднання.

Список використаних джерел

1. Баришев А.И., Бадишевский В.А. и др. Расчет и проектирование транспортных средств непрерывного действия. Донецк : Норд-Пресс, 2005. 640 с.
2. Гевко Б.М. та ін. Механізми з гвинтовими пристроями. Львів : Світ, 1993. 205 с.
3. Гевко Б.М. Технология изготовления спиралей шнеков. Львов : Высшая школа, 1986. 125 с.
4. Гевко Р.Б. Підвищення технологічного рівня процесів завантаження та перевантаження матеріалів у гвинтових конвеєрах : монографія. Тернопіль, 2008. 80 с.
5. Герман Х. Шнековые машины в технологиях ФРГ. Ленинград, 1975. 148 с.
6. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры. Москва : Машиностроение, 1972. 245 с.
7. Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. Москва : Машиностроение, 1987. 304 с.
8. Клендій В.М. Обґрунтування параметрів гнучких гвинтових конвеєрів з шарнірно-секційним робочим органом: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.05. Тернопіль, 2014. 21 с.
9. Комар Р.В. Обґрунтування параметрів з'єднувальних компенсаційних муфт з пружними гвинтовими елементами: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.02.02. Хмельницький, 2004. 162 с.
10. Куцын Л.М. Механико-технологические основы создания, транспортирующих, дозирующих и смешивающих устройств для приготовления кормов на животноводческих фермах: автореферат дис. д-ра техн. наук. Ростов-на-Дону, 1982. 20 с.
11. Омельченко А.А., Ткач Б.Д. Справочник по механизации животноводческих и птицеводческих ферм и комплексов. Киев, 1982.
12. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. Київ : Вища школа, 1993. 556 с.
13. Пилипець М.І. Гнучкі винтові механізми. *Машиностроитель*. 1989. № 9. С.11-13.
14. Рогатинський Р.М., Гевко І.Б., Дячун А.Є. Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів. Тернопіль, 2014. 280 с.

Дата надходження статті до редакції: 19.06.2018

Рецензування: 18.07.2018 Прийняття в друк: 24.11.2018

Navrotska T.D.

Post-graduate student

Email: navrotska@ukr.net

Sipravska M.D.

Assistant Professor

Email: mariaradyk03@ukr.net

¹Department of Automobiles

Faculty of Engineering of Machinery, Constructions, and Technologies

Ternopil Ivan Puluji National Technical University

Ternopil, Ukraine

NEW DESIGNS OF SECTIONAL SCREW WORKING BODIES

Abstract

Screw mechanisms are widely spread in all areas of national economy of Ukraine. The creation of new designs of flexible screw working bodies is an up-to-date issue. The research considers the development of new designs of sectional screw conveyor flexible working bodies (section double connection of screw spirals and a section of flexible screw conveyor) and the raising their functional and operational characteristics, made with the individual sections, because the existing flexible screw working bodies may not fully meet performance requirements because of their high material consumption, high energy expenses and other requirements.

It has been proved that the choice of screw working bodies' design will depend, first of all, on the

characteristics of the process and the load on the screw. Therefore, to ensure the design of producing joints equal in spirals, we can limit the number of design choices and offer a number of functioning structures of sections of flexible screw conveyors for transportation of granular materials on curved roads. The analytical dependences for determination of design parameters of conveyor flexible screw sections are determined in the paper.

The results of the research are protected by declaration patent No. 123628 "Screw hinge-part working body." It benefits in the expansion of technological capabilities and reducing the radius of the track. The new designs of conveyor sectional flexible screw working bodies (SGGRO) have advanced technological capabilities that provide significant increase in operational reliability and durability, reduction of the radius of transportation track curvature, reduce in energy costs and increase in productivity.

Keywords: sectional screw working bodies, screw conveyors, bulk materials, double connection.

References

1. Barishev, A.I., Badishevskij, V.A. et al. (2005). *Raschet i proektirovanie transportnyh sredstv nepreryvnogo dejstvija* [Calculation and designing of vehicles of continuous action]. Donetsk : Nord-Press. [in Rus.]
2. Gevko, B.M. ta in. (1993). *Mehanizmi z gvintovimi pristrojami* [Mechanisms with screw devices]. Lviv : Svit. [in Ukrainian]
3. Hevko, B.M. (1986). *Tekhnolohiya yzgotovleniya spiralei shnekov* [Technology of manufacturing screw helix]. Lviv: Vysshaha shkola. [in Rus]
4. Gevko, R.B. (2008). *Pidvyshhennja tehnologichnogo rivnja procesiv zavantazhennja ta perevantazhennja materialiv u gvintovih konveierah : monografija* [Improvement of the technological level of loading and overloading processes in screw conveyors: a monograph]. Ternopil. [in Ukrainian]
5. Herman, Kh. (1975). *Shnekovyje mashyny v tekhnolohiyakh FRH* [Screw machines in the technologies of the FRG]. Leningrad. [in Rus]
6. Grigorev, A. M. (1972). *Vintovyje konvejery* [Screw conveyors]. Moskow: Mashinostroenie. [in Rus.]
7. Zenkov, R.L., Ivashkov, I.I., & Kolobov, L.N. (1987). *Mashiny nepreryvnogo transporta* [Machines of continuous transport]. Moskow: Mashinostroenie. [in Rus.]
8. Klendij, V.M. (2014). *Obgruntuvannia parametriv hnuchkykh hvyntovykh konveieriv z sharniro-sektsiinym robochym orhanom: avtoref. dis. na zdobuttja naukovogo stupenja kand. tehn. nauk: spec. 05.05.05* [Substantiation of parameters of flexible screw conveyors with a hinged-section working body (Unpublished PhD abstract thesis)]. Ternopil. [in Ukrainian]
9. Komar, R.V. (2004). *Obgruntuvannia parametriv ziednuvalnykh kompensatsiinnykh muft z pruzhnymy hvyntovymy elementamy: dis. ... kand. tehn. nauk: spec. 05.02.02* [Justification of the parameters of connecting compensating couplings with elastic screw elements (Unpublished PhD thesis)]. Khmelnytskyi. [in Ukrainian]
10. Kutsyn, L.M. (1982). *Mehaniko-tehnologicheskie osnovy sozdaniya, transportirujushhih, dozirujushhih i smeshivajushhih ustrojstv dlja prigotovleniya kormov na zhivotnovodcheskih fermah: avtoreferat dis. d-ra tehn. Nauk* [Mechano-technological bases of creating, transporting, dispensing and mixing devices for preparation of feed on livestock farms (Unpublished Doctoral dissertation)]. Rostov na Donu. [in Rus.]
11. Omel'chenko, A.A., Tkach, B.D. (1982). *Spravochnik po mehanizacii zhivotnovodcheskih i pticevodcheskih ferm i kompleksov* [Manual on the mechanization of livestock and poultry farms and complexes]. Kyiv : Vishha shkola. [in Rus.]
12. Pavlishhe, V.T. (1993). *Osnovi konstrujuvannja ta rozrahnok detalej mashyn* [Fundamentals of design and calculation of machine parts]. Kyiv : Vishha shkola [in Ukrainian]
13. Pilipets, M.I. (1989). *Gibkie vintovyje mehanizmy* [Flexible screw mechanisms]. *Mashinostroitel*, 9, 11-13. [in Rus.]
14. Rogatinskij, R.M., Gevko, I.B., & Djachun, A.C. (2014). *Naukovo-prikladni osnovi stvorennja gvintovih transportno-tehnologichnih mehanizmiv* [Scientific and applied bases for creation of helical transport-technological mechanisms]. Ternopil. [in Ukrainian]

Received: June 19, 2018

Revision: July 18, 2018 Accepted: November 24, 2018