

Гевко Ів. Б.,  
Гудь В. З.,  
Дубиняк Т. С.,  
Слободян Л. М.,  
Круглик О. А.  
Тернопільський державний  
технічний університет  
імені Івана Пулюя  
м. Тернопіль, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ  
ЗАВАНТАЖУВАЛЬНО-ЗАХИСНИХ НАСАДОК  
ГНУЧКИХ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ

УДК 621.867.42

*З метою захисту гнучких гвинтових конвеєрів від перевантажень і підвищення продуктивності транспортування вантажів проаналізовано принципи функціонування існуючих конструкцій завантажувально-захисних насадок та інших захисних механізмів, і запропоновано раціональні конструктивні рішення. Запатентовано, виготовлено і експериментально досліджено завантажувально-захисну насадку гнучкого гвинтового конвеєра. Проведено експериментальні дослідження видовження гнучкої шинкової спіралі під навантаженням і встановлено взаємозв'язок між її деформаційно-силовими та конструктивними параметрами. Встановлено, що величина відносного видовження шинкової спіралі є стабільною і незначною, і даний тип насадки доцільно використовувати на практиці, з метою регулювання зазорів просипання до завантажувальних магістралей гнучких гвинтових конвеєрів. Також встановлено, що для перевантаження матеріалів із значною різницею в густині конструктивні параметри насадок слід підбирати індивідуально. Виведено аналітичні залежності для визначення параметрів найбільш типових отворів просипання насадок для різних типів гнучких гвинтових конвеєрів.*

**Ключові слова:** насадка, гнучкий гвинтовий конвеєр, завантаження, захист, перевантаження, продуктивність.

**Вступ.** Гнучкі гвинтові конвеєри широко (ГГК) використовуються в сільськогосподарському виробництві при завантаженні сівалок, перевантаженні різного роду сільськогосподарських сипких вантажів тощо. Найважливішими критеріями функціонування ГГК вважається продуктивність, енерговитрати та виробнича і експлуатаційна собівартість. Тому при проектуванні ГГК необхідно забезпечувати як найбільшою продуктивність за мінімальних витрат усіх видів. Відповідно для реалізації ефективного процесу перевантаження матеріалів з допомогою ГГК необхідно забезпечувати їх оптимальне завантаження, але при цьому слід врахувати, що завантаження магістралей, яке відбувається через насадки, повинно передбачати не потрапляння до них сторонніх габаритних кускових предметів і відбуватися з врахуванням обмежень по технологічному забиванню магістралей.

Питанням теоретичного обґрунтування процесу роботи гнучких гвинтових конвеєрів, методик розрахунку їх конструктивно-силових параметрів, розробки прогресивних конструкцій присвячені роботи А.М. Григор'єва [5], Б.М. Гевка [1], Р.М. Рогатинського [10], В.С. Ловейкіна [7] та інших. У відомих дослідженнях особлива увага звернута на питання вибору параметрів робочих органів і процесів транспортування вантажів, проте проблема підвищення продуктивності транспортування вантажів і їх захисту від перевантажень завжди залишається актуальною.

**Постановка проблеми.** Обґрунтування параметрів завантажувально-захисних насадок гнучких гвинтових конвеєрів.

**Результати дослідження.** До найважливіших критеріїв роботи ГГК відносять продуктивність, енерговитрати та виробничу і експлуатаційну собівартість. Відповідно продуктивність необхідно забезпечувати як найбільшою за мінімальних витрат усіх

видів. Тому для реалізації ефективного процесу перевантаження матеріалів з допомогою ГГК необхідно забезпечувати їх оптимальне завантаження, але при цьому слід врахувати, що завантаження магістралей, яке відбувається через насадки, повинно забезпечувати і не потрапляння до них сторонніх габаритних кускових предметів і відбуватися з врахуванням обмежень по технологічному забиванню магістралей. Відповідно функціональне призначення насадок ГГК – бездеформаційний ввід спіралі в матеріал, її безпечна робота та здійснення оптимального завантаження кожуха ГГК за умови запобігання явища перевантаження технологічного характеру і поломок транспортних засобів [4]. Насадки ГГК поділяються на насадки з механізмом регулювання процесу завантаження магістралей (з регульованими отворами) і без (з постійними отворами). Проте ще однією функцією даних пристроїв є захист спіралей від перевантажень. Тому вони можуть бути із запобіжним механізмом відключення подачі, з механізмом регулювання подачі матеріалу під час процесу транспортування і без функції захисту.

На рис. 1 зображено жорсткі і гнучкі гвинтові конвеєри, в яких завантаження здійснюється через насадки з нерегульованим механізмом завантаження магістралей. Частина з представлених насадок володіють певним механізмом захисту від потрапляння габаритних кускових предметів, але усі вони не володіють механізмом регулювання протікання матеріалу до магістралей, що може призвести до перевантаження конвеєра, викликане технологічним процесом.



Рис. 1 - Гвинтові конвеєри із завантаженням через насадки

а) ПАТ «Завод елеваторного обладнання», м. Кіровоград, <http://transport-sv.com.ua>; б) ООО «Промстройкомплект» Росія, <http://promstrojkomplekt.all.biz>; в) ООО «Флона», Білорусія, <http://www.flona.by>; г) ЕТ «КИСИ-Иван Маринов», Болгарія, <http://prodajba.net>; д) ООО «ТехРесурс», Росія, <http://www.tehresurs-altay.ru>; е) ООО ТД «БМЗ», Росія, <http://shneka.ru>

Для забезпечення надійної та продуктивної роботи ГГК й унеможливлення їх поломок, викликаних як випадковими, так і явищами технологічного характеру, необхідно використовувати захисні та регульовальні елементи. Так у ГГК, завантаження яких здійснюється через насадку, необхідно окрім захисних решіток використовувати регулюючі елементи, що забезпечують обсяг потрапляння певного матеріалу до магістралі за

одиноцю часу. Це забезпечуватиме, при їх правильному використанні, оптимальне завантаження магістралей та максимальну продуктивність при транспортуванні різноманітних матеріалів. Також у ГТК, завантаження яких здійснюється через насадку, можна використовувати запобіжні елементи, які можуть припинити завантаження магістралі шляхом відключення частину шнека, який знаходиться в насадці, при потрапленні до неї значних частин стороннього матеріалу, що можуть викликати поломки гвинта. Окрім того, завантажувальні пристрої в обов'язковому порядку повинні бути оснащені запобіжними муфтами. Класифікацію захисних механізмів гвинтових конвєсерів представлено на рис. 2.

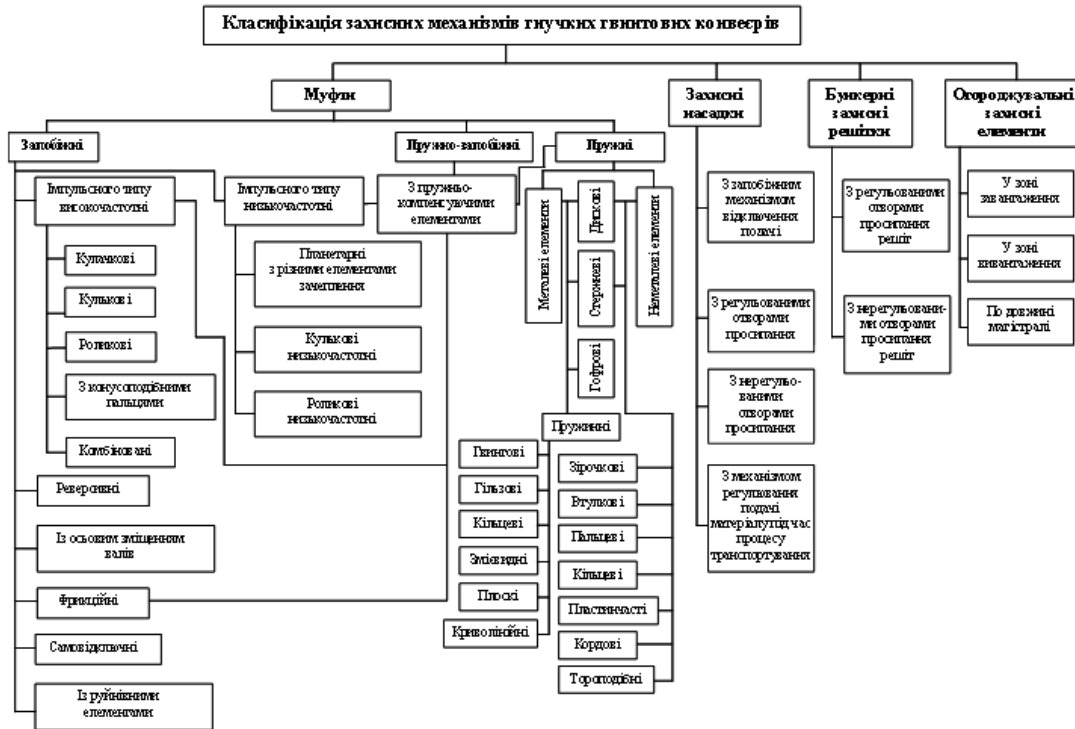


Рис. 2 - Класифікація захисних механізмів гнучких гвинтових конвєсерів

Відомі конструкції завантажувально-захисних насадок гвинтових конвєсерів, опис роботи яких здійснено в [4], представлено на рис. 3. До недоліків насадок представлених на рис. 3.а – рис. 3.в слід віднести неможливість регулювання величини завантаження конвєсера, а насадки зображені на рис. 3.д і рис. 3.е є надто складними.

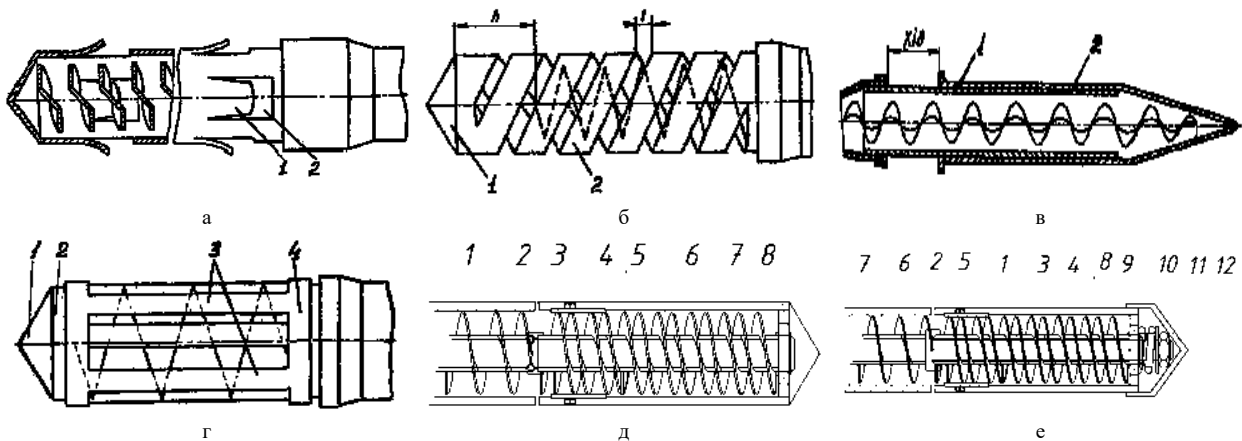


Рис. 3 - Конструкції завантажувально-захисних насадок гвинтових конвєсерів

Тому нами розроблено ряд завантажувально-захисних насадок ГГК (рис. 4). Насадка зображена на рис. 4.а [8] містить наконечник 1. Її закріплено в гнучкому кожусі 5 завантажувальної магістралі ГГК. Наприкінці гнучкого гвинтового робочого органу 3 на його зовнішньому контурі розміщено втулку 4. При перевантаженні магістралі та розтягуванні гнучкого гвинтового робочого органу 3 проходить його осьове зміщення в сторону наконечника 1, що забезпечує часткове перекривання отворів просипання 6, зменшуючи, тим самим, завантаження ГГК.

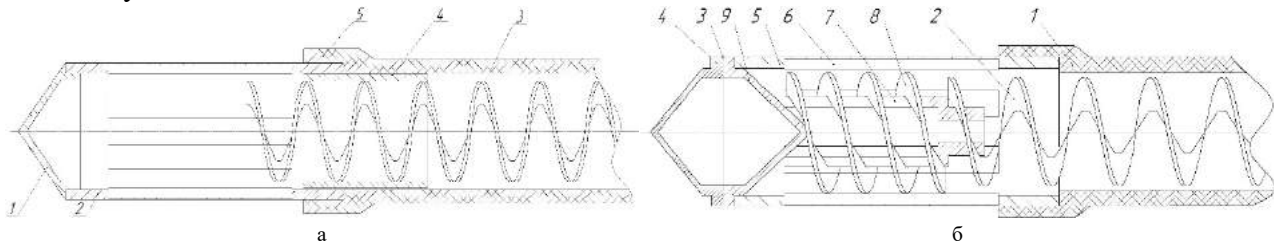


Рис. 4 - Завантажувально-захисні насадки гвинтового конвеєра

На рис. 4.б зображено конструкцію завантажувально-захисної насадки ГГК з еластичним елементом [9]. Її виконано у вигляді гнучкого кожуха 1 з розміщеною у ньому гнучкою гвинтовою спіраллю 2. З гнучким кожухом 1 з'єднано наконечник 3, що має конічну 4 і циліндричну 5 поверхні, де на циліндричній поверхні 5 наконечника 3 виконані отвори 6. До кінця гнучкої гвинтової спіралі 2, що заходить в наконечник 3, закріплено цангову втулку 7, на якій розташовано еластичну спіраль 8. Цангова втулка 7 контактує з конусом 9, який розташовано у циліндричній частині наконечника 3 і закріплено до його конічної частини 4. В процесі роботи сипкий матеріал через отвори 6 циліндричної поверхні 5 наконечника 3 потрапляє на гнучку гвинтову спіраль 2, якою транспортується по гнучкому кожуху 1 у зону вивантаження (на рисунку не показано). При перевантаженні конвеєра, коли занадто велика кількість сипкого матеріалу потрапляє до кожуха 1, проходить розтягування спіралі 2 під дією матеріалу, що призводить до осьового зміщення цангової втулки 7 у бік конуса 9 і її розтиску, що призводить до деформації еластичної спіралі 8, яка перекриває отвори 6 і зменшення завантаження. Після зменшення завантаження конвеєра проходить стиснення спіралі 2 і процес транспортування сипкого матеріалу відбувається в сталому режимі.

Конструкції насадок (рис. 4) дозволяють ефективно регулювати завантаження магістралей ГГК і захищати їх від потрапляння сторонніх кускових предметів і від технологічного перевантаження. Для підтвердження наших передбачень було виготовлено і експериментально досліджено завантажувально-захисну насадку ГГК, зображену на рис. 4.а [8]. Її загальний вигляд представлено на рис. 5, а вигляд навантаженої спіралі при проведенні статичних досліджень та їх результати на рис. 6 і рис. 7.

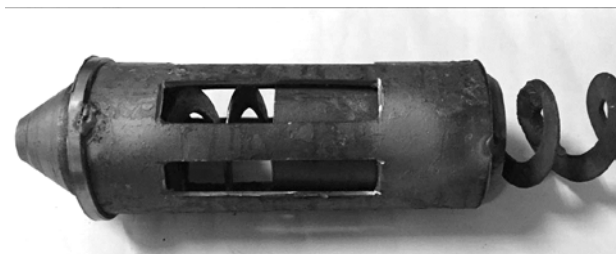


Рис. 5 - Загальний вигляд завантажувально-захисної насадки гнучкого гвинтового конвеєра

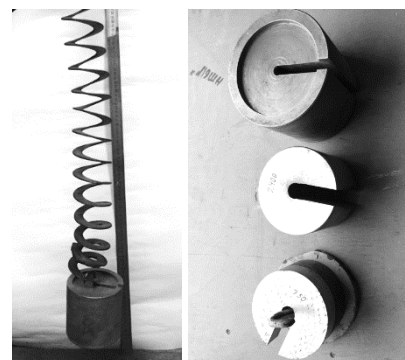


Рис. 6 - Загальний вигляд навантаженої спіралі і тягарців, що використовувались при виконання досліджень

Виконавши експериментальні дослідження видовження спіралі під навантаженням було встановлено взаємозв'язок між її деформаційно-силовими та конструктивними параметрами (довжина шнека  $L = 1$  м, висота витка спіралі  $b = 16$  мм, товщина спіралі  $h = 3$  мм, зовнішній діаметр спіралі  $D_1 = 68$  мм;  $D_2 = 98$  мм; крок спіралі  $t_{\text{крок1}} = 59$  мм;  $t_{\text{крок2}} = 85$  мм). При проведенні досліджень враховувалось, що при максимальному заповненні внутрішнього простору магістралі ( $D_{\text{max}} = 100$  мм,  $L = 1$  м, коефіцієнт завантаження  $\varphi = 0,5$ ) різними матеріалами з різною густиною (сіль, пісок, зернові) маса матеріалу, яка знаходиться в цьому об'ємі, коливатиметься від 1 кг до 8,6 кг.

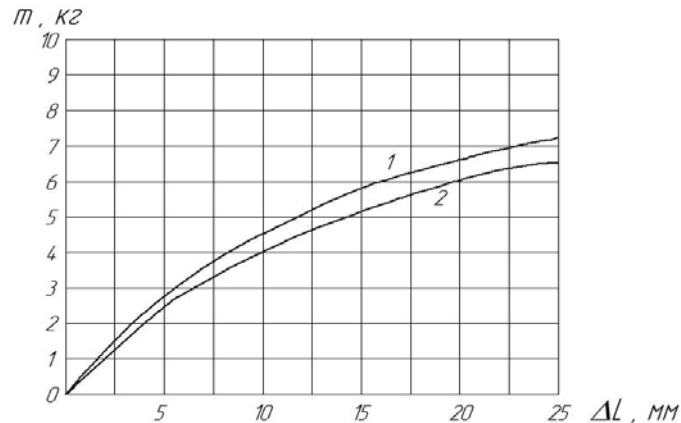


Рис. 7 - Залежність величини відносного видовження шнекової спіралі  $\Delta L$  від маси підвішеного вантажу  $m$  при зовнішньому діаметрі спіралі:  
 1 -  $D_1 = 68$  мм; 2 -  $D_2 = 98$  мм

За результатами досліджень встановлено, що величина відносного видовження шнекової спіралі ГГК (рис. 7) є прямолінійною, і якщо даний тип насадки використовувати на практиці, то вона буде ефективно регулювати зазори просипання до завантажувальних магістралей ГГК для різних матеріалів з різною густиною забезпечуючи захист спіралі від перевантажень. Якщо враховувати видовження спіралі довжиною 4–6 м (раціональні конструктивні розміри завантажувальних магістралей ГГК), то воно при транспортуванні різних матеріалів різними типами спіралей коливатиметься приблизно в межах від 10 до 150 мм. Відповідно можна зробити висновок, що для перевантаження матеріалів із значною різницею в густині конструктивні параметри насадок слід підбирати індивідуально.

Вихідними даними для проектування ГГК є його тип (функціональне призначення згідно виконуваних операцій), продуктивність, характеристики транспортно-технологічного процесу, тип технологічного вантажу (густина, коефіцієнти внутрішнього і зовнішнього тертя, кут природного відкосу) тощо. Для забезпечення протікання нормального технологічного процесу транспортування ГГК з втягуючою магістраллю необхідно визначати оптимальні геометричні розміри отворів просипання насадок.

Продуктивність вивантаження відповідно рівна продуктивності завантаження сипкого матеріалу. Залежності для визначення продуктивності транспортування ГГК представлено в [2]. У випадку завантаження сипких вантажів через насадку, продуктивність визначається залежністю [3]:

$$Q_3 = k_3 \cdot F \cdot n_n \cdot V_3$$

де  $F$  – площа одного отвору;  $n_n$  – кількість завантажувальних отворів в насадці;  $k_3$  – коефіцієнт просипання (враховує відношення робочої площі просипання до загальної; для насадок з розташованими отворами просипання на верхній площині  $k_3 = 1$ , для циліндричних з розташованими отворами просипання по всій поверхні циліндра  $k_3 = 0.5 \dots 0.7$ );  $V_3$  – швидкість просипання сипкого матеріалу, яка визначається по формулі [6]:

$$V_3 = \lambda \cdot \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R}$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт просипання;  $g$  – прискорення земного тяжіння;  $R$  – гідравлічний радіус отвору просипання насадки (відношення площі до периметра отвору): для круглого отвору  $R = D_o / 4$ , де  $D_o$  – діаметр отвору просипання; для квадратного отвору  $R = a / 4$ , де  $a$  – сторона квадрата отвору просипання; для насадок зображених на рис. 4  $R = b \cdot L / 2 \cdot (b + L)$ , де  $b$  і  $L$  – відповідно ширина і довжина отвору просипання насадки.

Провівши відповідні перетворення, отримуємо залежності для визначення параметрів отвору просипання насадки для різних типів ГТК (табл. 1).

Таблиця 1

**Залежності для визначення параметрів отвору просипання насадки ГТК**

Тип ГТК	Розрахункова формула*
<b>Гнучкий тихохідний:</b>	
- з спіральним ГРО	$D_o = \sqrt[5]{\frac{90 \cdot D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}}; a = \sqrt[5]{\frac{56,25 \cdot D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}};$ $\frac{b^3 \cdot L^3}{b + L} = 1265,625 \frac{D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}$
- з гофрованим ГРО	$D_o = \sqrt[5]{\frac{90 \cdot D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot k_z^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}}; a = \sqrt[5]{\frac{56,25 \cdot D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot k_z^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}};$ $\frac{b^3 \cdot L^3}{b + L} = 1265,625 \frac{D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot k_z^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}$
- з секційним ГРО	$D_o = \sqrt[5]{\frac{90 \cdot D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot k_z^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}}; a = \sqrt[5]{\frac{56,25 \cdot D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot k_z^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}};$ $\frac{b^3 \cdot L^3}{b + L} = 1265,625 \frac{D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot k_z^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}$
<b>Гнучкий швидкохідний:</b>	
- з спіральним ГРО	$D_o = \sqrt[5]{\frac{90 \cdot D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2 \cdot \psi_{np}^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}}; a = \sqrt[5]{\frac{56,25 \cdot D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2 \cdot \psi_{np}^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}};$ $\frac{b^3 \cdot L^3}{b + L} = 1265,625 \frac{D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2 \cdot \psi_{np}^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}$
- з гофрованим ГРО	$D_o = \sqrt[5]{\frac{90 \cdot D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot k_z^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2 \cdot \psi_{np}^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}}; a = \sqrt[5]{\frac{56,25 \cdot D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot k_z^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2 \cdot \psi_{np}^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}};$ $\frac{b^3 \cdot L^3}{b + L} = 1265,625 \frac{D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot k_z^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2 \cdot \psi_{np}^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}$
- з секційним ГРО	$D_o = \sqrt[5]{\frac{90 \cdot D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot k_z^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2 \cdot \psi_{np}^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}}; a = \sqrt[5]{\frac{56,25 \cdot D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot k_z^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2 \cdot \psi_{np}^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}};$ $\frac{b^3 \cdot L^3}{b + L} = 1265,625 \frac{D^6 \cdot k_s^2 \cdot k_c^2 \cdot k_z^2 \cdot n^2 \cdot \varphi^2 \cdot \rho^2 \cdot \psi_{np}^2}{k_z^2 \cdot n_n^2 \cdot \lambda^2 \cdot g}$

\* де  $D$  – зовнішній діаметр шнека, м<sup>2</sup>;  $k_s = p/D$  – коефіцієнт кроку спіралі,  $k_s = 0,8 \dots 1,5$ ;  $p$  – крок спіралі;  $k_c$  – коефіцієнт зменшення швидкості транспортування і продуктивності внаслідок перегину шляху,  $k_c = 0,8 \dots 1$ ;  $k_z$  – коефіцієнт, що враховує профіль гофр гвинтової спіралі,  $k_z = 0,9 \dots 0,98$ ;  $k_z$  – коефіцієнт, що враховує профіль гвинтової секції,  $k_z = 0,85 \dots 0,95$ ;  $n$  – частота обертання робочого органу, об/хв.;  $\varphi$  – коефіцієнт наповнення ГТК;  $\rho$  – густина транспортованого вантажу, т/м<sup>3</sup>;  $\psi_{np}$  – коефіцієнт, що враховує відхилення осьової швидкості потоку.

Ширина отвору просипання ЗЗН визначається із умови не потрапляння до магістралі кускового матеріалу, розміри якого можуть викликати заклинювання спіралі. Цей розмір повинен бути в межах 0,8 кроку спіралі. Враховуючи можливі перекосяні спіралі і зменшення її кроку на малих радіусах кривизни під час транспортування та виходячи із величини коефіцієнта кроку спіралі  $k_s = p/D = 0,8 \dots 1,5$ , ширина отвору просипання насадки  $b$  повинна становити  $b = 0,7 \cdot p$  або  $b = 0,56 \cdot D$  (при розрахунку слід приймати менше значення).

Задавшись відповідною шириною отвору просипання насадки  $b$  можна визначити його необхідну довжину. Оскільки ширина і кількість отворів в циліндричній насадці взаємопов'язані (обмежені діаметром для циліндричної чи шириною периметру просипання для прямокутної насадки), то впливати на обсяг потрапляння сипкого вантажу до магістралі ГГК можна лише довжиною насадки. Для практичного використання при підборі основних конструктивних параметрів завантажувально-захисних насадок в залежності від величини раціонального потрапляння сипкого вантажу до магістралі ГГК та її захисту від потрапляння до неї сторонніх габаритних кускових предметів і з врахуванням обмежень по технологічному забиванню магістралі запропоновано раціональну конструкцію насадки (рис. 7) і конструктивні параметри прямокутних отворів просипання для неї (табл. 2).

Таблиця 2

Конструктивні параметри отворів просипання завантажувально-захисної насадки

Діаметр насадки $D$ , мм	Ширина отвору просипання насадки $b$ , мм	Довжина отвору просипання насадки $L$ , мм
70	20	300
	30	250
	40	200
100	20	350
	30	300
	40	250
130	20	400
	30	350
	40	300

Загалом для практичного використання досить важко передбачити необхідні конструктивні параметри насадок, оскільки ГГК використовуються в одиничному і дрібно-серійному виробництві, а відтак при використанні однієї і тієї ж конструкції відбувається транспортування вантажів з різною густиною по різних криволінійних траєкторіях, що призводить до різного видовження спіралі і перекривання отворів просипання. Крім того, довжина отворів просипання, а відтак і всієї площі потрапляння вантажу до магістралі ГГК, обмежені габаритними розмірами насадки, які по діаметру обмежені зовнішнім діаметром спіралі, а по довжині не можуть бути габаритними (максимально до 350 мм). Відтак запропонована конструкція насадки (рис. 8) дозволяє в кожному конкретному випадку перевантаження вантажів регулювати процес завантаження.

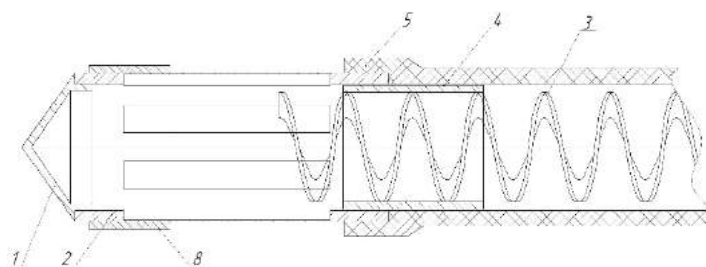


Рис. 8 - Завантажувально-захисна насадка гвинтового конвєсера з регулюванням процесу завантаження

### Висновки:

1. Виведено аналітичні залежності завдяки яким можна забезпечити потрібні конструктивні розміри отворів просипання насадок і добитися максимальної продуктивності гнучких гвинтових конвеєрів при дотриманні встановлених норм виконання технологічного процесу транспортування.

2. Для практичного використання при підборі основних конструктивних параметрів завантажувально-захисних насадок в залежності від величини раціонального потрапляння сипкого вантажу до магістралі конвеєра та її захисту від потрапляння до неї сторонніх габаритних кускових предметів і з врахуванням обмежень по технологічному забиванню магістралі запропоновано раціональну конструкцію насадки і конструктивні параметри прямокутних отворів просипання.

### Література:

1. Гевко Б.М. Механізми з гвинтовими пристроями [Текст] / Б. М. Гевко, Р. М. Рогатинський. – Львів: Світ, 1993. – 208с.
2. Гевко І. Б. Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : спец. 05. 02.02 «Машинознавство» / І. Б. Гевко. – Львів, 2013. – 42 с.
3. Гевко І.Б. Аналіз конструкцій і розрахунок завантажувальної здатності насадок гвинтових конвеєрів [Текст] / І.Б. Гевко // Збірник наукових праць Національного аграрного університету. – Київ, 2000. – Т. 7. – С. 160-163.
4. Гевко І.Б. Обґрунтування параметрів гвинтових завантажувачів [Текст] / І.Б. Гевко, Ю.М. Тарасюк, В.М. Клендій // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки" ЛНТУ. - Луцьк, 2014. - Випуск 44, - С. 57-62.
5. Григорев А. М. Винтовые конвейеры [Текст] / А. М. Григорев. - М. : Машиностроение, 1972. - 184с.
6. Зенков Р. Л. Механика насыпных грузов / Р. Л. Зенков. – М. : Машиностроение, 1973. – 220 с.
7. Ловейкін В. С. Вибір раціональних параметрів та режимів роботи вертикальних гвинтових конвеєрів [Текст] / В. С. Ловейкін, О. Р. Рогатинська // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – 2005. – Вип. 23. – С. 181–195.
8. Пат. 122609 Завантажувально-захисна насадка гнучкого гвинтового конвеєра Гевко Ів.Б., Стадник І.Я., Дубиняк Т.С., 25.01.2018, бюл. № 2 номер заявки № а201708195.
9. Пат. 122610 Гнучкий гвинтовий конвеєр із завантажувально-захисною насадкою з еластичним елементом Гевко Ів.Б., Стадник І.Я., Дубиняк Т.С. номер заявки № а201708201.
10. Рогатинський Р. Модель конструювання і вибору гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями / Р. Рогатинський, І. Гевко // Вісник ТНТУ. – 2012. – № 3 (67). – С.197–210.

### Summary

**Hevko Iv.B., Good V.Z., Dubynyak T.S., Slobodyan L.M., Kruglik O.A.** Grounds of parameters loading-protected nozzle for screw conveyers

*In order to protect the flexible screw conveyors from overloads and increase the productivity of cargo transportation, the principles of functioning of existing structures of loading and protective attachments and other protective mechanisms have been analyzed, and rational design solutions have been proposed. Patented, manufactured and experimentally investigated*



*the boot-protective nozzle of a flexible screw conveyor. Experimental investigations of elongation of a flexible screw helix under load are carried out and the interrelation between its deformation force and structural parameters is established. It is established that the magnitude of the relative lengthening of the screw spiral is stable and insignificant, and it is advisable to use this type of nozzle in practice, in order to regulate the gaps between the protrusions and the loading lines of the flexible screw conveyors. It was also found that for the overload of materials with a significant difference in density, the design parameters of the nozzles should be selected individually. The analytical dependencies are derived for determining the parameters of the most typical apertures for protrusion of nozzles for different types of flexible screw conveyors.*

**Keywords:** nozzle, flexible screw conveyor, loading, protection, overload, performance

### References

1. Gevko B.M. Mexanizmy z gvyntovymy prystroyamy. B. M. Gevko, R. M. Rogatynskiy. – Lviv: Svit, 1993. – 208s.
2. Gevko I. B. Naukovo-prykladni osnovy stvorennya gvyntovykh transportno-texnologichnykh mexanizmiv: avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya doktora texn. nauk: specz. 05.02.02 «Mashynoznavstvo» I. B. Gevko. – Lviv, 2013. – 42 s.
3. Gevko I.B. Analiz konstrukcij i rozrazunok zavantazhuval'noyi zdatnosti nasadok gvyntovykh konveyeriv. I.B. Gevko. Zbirnyk naukovykh pracz Nacionalnogo agrarnogo universytetu. – Kiev, 2000. T. 7. – S. 160-163.
4. Gevko I.B. Obgruntuvannya parametriv gvyntovykh zavantazhuvachiv. I.B. Gevko, Y.M. Tarasyuk, V.M. Klendij. Mizhvuzivskiy zbirnyk "Naukovi notatky" LNTU. - Luczk, 2014. - Vypusk 44, - S. 57-62.
5. Grygorev A. M. Vyntovye konvejeru. A. M. Grygorev. M.: Mashynostroenye, 1972. 184s.
6. Zenkov R. L. Mexanyka nasupnux gryzov. R. L. Zenkov. – M.: Mashynostroenye, 1973. – 220 s.
7. Lovejkin V. S. Vybir racionalnykh parametriv ta rezhymiv roboty vertykalnykh gvyntovykh konveyeriv. / V. S. Lovejkin, O. R. Rogatynska. Zbirnyk naukovykh pracz Vinnyczkogo derzhavnogo agrarnogo universytetu. – 2005. – Vypusk. 23. – S. 181–195.
8. Pat. 122609 Zavantazhuvalno-zaxysna nasadka gnuchkogo gvyntovogo konveyera Gevko Iv.B., Stadnyk I.Ya., Dubyniak T.S., 25.01.2018, nomer zayavky a201708195.
9. Pat. 122610 Gnuchkyj gvyntovyj konveyer iz zavantazhuvalno-zaxysnoyu nasadkoyu z elastychnym elementom Gevko Iv.B., Stadnyk I.Ya., Dubyniak T.S. nomer zayavky a201708201.
10. Rogatynskiy R. Model konstruyuvannya i vyboru gvyntovykh konveyeriv z rozshyrenymy texnologichnymy mozhlyvostyamy / R. Rogatynskiy, I. Gevko // Visnyk TNTU. – 2012. – # 3 (67). – S.197–210.