

УДК 621.855

С.М. Герук, к.т.н.; А.П. Довбиш,  
ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

## **ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ТРУБЧАСТИХ КОНВЕЄРІВ**

*Приведено аналіз нових типів трубчастих скребкових гнучких конвеєрів із канатним тяговими органами, які здійснюють транспортування сипких матеріалів в агропромисловому комплексі по криволінійних трасах і відносяться до екологічно-чистого виду транспорту. Представлені аналітичні залежності для визначення продуктивності і конструктивних параметрів.*

### **ТРУБА, СКРЕБОК, ГНУЧКИЙ КОНВЕЄР, ПРОДУКТИВНІСТЬ.**

**Постановка проблеми.** Для транспортування зернових продуктів та кормових сумішей для годівлі тварин і птиці та інших матеріалів в агропромисловому комплексі широко застосовується конвеєрний транспорт. Трубчасті кормотранспортери надійно та ефективно вирішують завдання переміщення заданої кількості зернових матеріалів і кормосуміші на задану відстань у встановлений час.

Однак, існуючі трубчасті скребкові канатні конвеєри, які переміщують сипкі матеріали в направляючих трубах різної конфігурації характеризуються обмеженими функціональними можливостями, оскільки виконують лише транспортні функції. Тому важливим напрямком подальшого розвитку таких транспортерів є розширення їх функціональних можливостей та експлуатаційних показників за рахунок поєднання в одному технологічному процесі змішування та одночасного переміщення компонентів сухих кормових сумішей безпосередньо перед роздачею їх тваринам.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питаннями транспортування сипких матеріалів по прямих і криволінійних трасах присвячені праці Зенкова Р.Л. [1], Іванченка Ф.К. [2], Любіна М.В. [3], та багатьох інших. Транспортування сипучих матеріалів по криволінійних трасах трубчастими конвеєрами з використанням гнучких канатних робочих органів недостатньо досліджені й потребують свого подальшого опрацювання з метою зменшення зусилля транспортування й підвищення експлуатаційної надійності й довговічності робочих органів і транспортних жолобів.

**Мета роботи.** Метою даної роботи є створення нових транспортно-технологічних механізмів машин з гнучкими канатними

робочими органами і проведення конструктивно-технологічних параметрів.

**Результати дослідження.** Важливим питанням проектування транспортно-технологічних механізмів сільськогосподарських машин із гнучкими канатними робочими органами є пошук їх удосконалених конструкцій для досягнення високих показників продуктивності і якості транспортних операцій, а також розширення технологічних можливостей.

Трубчасті конвеєри – це різновид скребкових конвеєрів. Основними перевагами гнучких канатних конвеєрів є: можливість переміщення гарячих, миловидних, шматкових вантажів за великих кутів нахилу траси і навіть у вертикальному напрямі; робота у більш важких умовах.

На основі проведених експериментальних досліджень з визначення продуктивності робочого органу скребкового транспортера фірми «CABLEVEY» та «SPIROFLOW LIMITED» на рисунку 1 та [4] від його поступальної швидкості за різних діаметрів внутрішнього отвору направляючого кожуха встановлені залежності, які мають лінійний характер, а також встановлено, що мінімальну величину травмування насінневого матеріалу забезпечують трубчасті скребкові конвеєри, які в порівнянні з гвинтовими забезпечують зменшення коефіцієнту травмування у 2...3 рази [5, 6].



Рис. 1 – Конструкції трубчастих скребкових конвеєрів закордонних фірм

Кріплення скребків до тягового органу може бути центральне або бічне ланцюгових конвеєрів. При центральному кріпленні скребка до тягового органу необхідно виконувати на зірочці вирізи для проходження скребків, а при бічному кріпленні застосовуються ланцюги без поділу на окремі ланки.

У якості жолоба для скребків використовують сталеві та синтетичні труби, товщина сталевих складає: 1,8; 2,0; 2,2; 2,5 3 мм.

Тому зовнішній діаметр труби складатиме [1]:

$$d_i = d + 2\delta, \quad (1)$$

де  $d$  – внутрішній діаметр труби, мм;  $\delta$  – товщина стінки труби, мм.

Траси конвеєрів можуть бути розміщені в одній площині або у просторі.

Для зменшення опору при переміщенні скребків та тягового органу на ділянках, які розміщені під прямим кутом, монтують поворотні блоки або згинають трубу за відповідним радіусом, який складає:

$$R \geq 4d_i \text{ для труб (45...60 мм);}$$

$$R \geq 5d_i \text{ для труб (60...102 мм).}$$

Діаметр поворотного блоку визначається:

$$D_k = (6...7) \cdot d_c,$$

де  $d_c$  – зовнішній діаметр скребка, мм.

Залежно від типу тягового органу доцільно застосовувати привод фрикційний з гладеньким ободом. Його найкраще застосовувати при горизонтальній трасі або із зачепленням з зіркою при просторовій трасі. Привідну зірочку слід встановлювати в герметичному корпусі з оглядовим і ремонтними люками. Електродвигун з'єднують з редуктором за допомогою пружної муфти.

Діаметр приводної зірочки при просторовій трасі визначити з виразу:

$$D_3 = \frac{z \cdot t_c}{\pi}, \quad (2)$$

де  $z = 6...9$  – число зубців зірочки;  $t_c$  – крок скребків на тяговому органі.

До ланок трубчастих конвеєрів закріплюють скребки на канат, які виготовляють з сталі, чавуну, пластмаси або гуми. Канат можуть виготовляти з вуглецевої або нержавіючої сталі відповідно до застосуванням. Відстань між скребками (крок скребків) залежить від кроку зубів зірочки та діаметру труби, і визначається з залежності [1] :

$$t_c = K_4 p_t = K_5 D_T, \quad (3)$$

де  $K_4$  і  $K_5$  – коефіцієнти ( для конвеєрів з прямолінійною трасою  $K_4 = 2...6$ , а  $K_5 = 2...3$ , для конвеєрів з просторовою трасою  $K_4 = 2...4$ ,  $K_5 = 1,0$ ).

Діаметр скребка вибирають на 2...3 мм меншим, ніж діаметр труби.

Продуктивність визначають за залежністю [1] :

$$Q = 3600 A \gamma_B \rho K_S, \quad (4)$$

де  $A$  – площа поперечного перетину вантажу, що транспортують, м<sup>2</sup>;

$K_{\Sigma}$  – сумарний коефіцієнт транспортування сипкого матеріалу;

$$K_{\Sigma} = K_1 K_2 K_3 K_4, \quad (5)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт, який враховує втрати об'єму жолоба через розміщення в ньому скребоків та ланцюгів,  $K_1 = 0,8 \dots 0,9$ ;  $K_2$  – коефіцієнт ущільнення вантажу,  $K_2 = 1,1 \dots 1,2$ ;  $K_3$  – коефіцієнт зсуву, який враховує можливість відставання вантажу від тягового ланцюга:

для пухких –  $0,75 \dots 0,80$ ,

для сипких –  $0,8 \dots 0,9$ ,

для дрібно шматкових –  $0,6 \dots 0,8$ ;

$K_4$  – коректуючий коефіцієнт для нахилених конвеєрів,  $K_4 = 0,8 \dots 0,9$ .

Швидкість транспортування вантажу приймають  $0,1 \dots 0,4$  м/с, інколи до  $0,8$  м/с.

При цьому коефіцієнт  $K_3 = 1$ , коефіцієнт заповнення жолоба  $K_1 = 0,8 \dots 0,9$ . За заданою продуктивністю визначають діаметр труби конвеєра та заокруглюють його до найближчого стандартного значення:

$$D_T = K_{II} \sqrt{\frac{Q}{282 \gamma_B \vartheta \psi}}, \quad (6)$$

де  $K_{II}$  – поправочний коефіцієнт, який для різних матеріалів є різним і визначається експериментально;  $\psi$  – коефіцієнт заповнення перерізу труби, враховуючи об'єм, який займає ланцюг та скребок  $\psi = 0,8 \dots 0,9$ ;  $\gamma_B$  – об'ємна маса вантажу,  $H/м^3$ ;  $\vartheta$  – швидкість тягового органу,  $\vartheta = 0,1 \dots 0,4$  м/с.

При тяговому розрахунку коефіцієнт опору рухові тягового органу дорівнює коефіцієнту тертя скребоків по жолобу,  $w = f = 0,3 \dots 0,6$  (сталь по сталі),  $f = 0,5 \dots 0,6$  (гума по сталі). Коефіцієнт опору переміщення сипучого вантажу по трубі з врахуванням тиску вантажу на стінки труби приймають на горизонтальних ділянках траси  $f' = 0,6 \dots 0,7$ , на вертикальних  $f' = 2,5 \dots 3,0$ .

Аналіз залежностей для конкретних умов експлуатації дозволить оцінити характер зміни переміщень канату та їх натягу в процесі роботи і обґрунтувати параметри та режими експлуатації конвеєрів з гнучкими тяговими елементами.

**Висновки:** 1. Проведено огляд нових типів екологічно чистих трубчастих, скребкових, гнучких канатних конвеєрів для транспортування сипких матеріалів в агропромисловому комплексі по криволінійних трасах з забезпеченням екологічно чистого технологічного процесу. 2. Представлені теоретичні залежності для визначення продуктивності і конструктивних параметрів, які необхідно експериментально підтвердити і уточнити.

### Література

1. Зенков Р.Л. Механика насыпных грузов. – М.: Машиностроение, 1964. – 250с.
2. Іванченко Ф.К. Піднімально-транспортні машини [Текст] / Ф.К. Іванченко - К.: Вища школа, 1993. – 414 с.
3. Любін М.В. Механізація транспортуючих та вантажо-підйомних робіт [Текст] / М.В. Любін, П.С. Берник – Київ – Вінниця: Урожай, 1996. -191с.
4. Oleg LYASHUK, Andriy DYACHUN, Roman ZOLOTUY, Olexandr OLEKSYSHYN, Yroslav ZAMORA, Zdenko TKÁČ. 2013. – Results of Experimental Research of Granular Materials Transportation by Tubular Scraper Conveyors. In acta technologica agriculturae, 2013, no. 4, p.101-105, Nitra, Slovak Republic. ISBN 1335-2555.
5. Ляшук О.Л. Коливання канатів гнучких конвеєрів для транспортування насипних вантажів / О.Л. Ляшук // Збірник науково-технічних праць. – Національний лісотехнічний університет України. Випуск 20.9 «Науковий вісник НЛТУ України». – Львів, 2010. – С. 84–88.
6. Гевко І.Б. Результати експериментальних досліджень величини травмування зерна під час транспортування трубчастим скребковим конвеєром [Текст] / І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, А.Є. Дячун // Вісник Львівського національного аграрного університету, Агроінженерні дослідження. – Випуск 17. – Львів, 2013. – С. 187–193.

*Рецензент д.т.н., проф. Б.М. Гевко*