

УДК 631.374:631.362:633.1

В.Л. Куликівський

аспірант

Житомирський національний агроекологічний університет

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВИХ
ТРАНСПОРТЕРІВ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН**

Представлені результати досліджень зношування робочих органів гвинтових транспортерів та встановлено особливості характеру їх спрацювання для зерноочисних машин. Визначено закон зміни геометричних параметрів витка гвинта шнекового живильника в процесі транспортування зернового вороху в зону очистки.

Постановка проблеми

Сучасний стан розвитку всіх галузей народного господарства вимагає суттєвого покращення технологічних параметрів машин і механізмів, що дозволили б підвищити ефективність виробництва, поліпшити якість продукції, зменшити собівартість її виготовлення. Розв'язання цих проблем потребує глибокого вивчення відомих технологічних процесів, їх аналізу та створення передових високоефективних конструкцій із кращими показниками якості, надійності та довговічності. Серед вказаних проблем важливе значення мають дослідження умов роботи гвинтових транспортерів, помилки при проектуванні яких призводили до створення важких і громіздких конструкцій, підвищеної енергоємності і пошкодження матеріалу, що транспортується.

Аналіз останніх досліджень

За останні роки проявився підвищений інтерес до дослідження шнеків і намітилася тенденція більш широкого використання гвинтових транспортерів у багатьох галузях сільськогосподарського виробництва.

Гвинтові транспортери (конвеєри) поділяються на стаціонарні, пересувні і вбудовані в складні машини. Перші використовують при комплексній механізації кормоприготування, на транспортуванні зернофуражних продуктів і коренебульбоплодів між переробними агрегатами і на складах тощо. Другі застосовують у польових і складських умовах для перевалки сипких матеріалів [3].

В сільському господарстві гвинтові транспортери дуже широко використовуються у вигляді вбудованих транспортувальних механізмів (наприклад, зерноочисні машини, самохідні комбайни).

До основних робочих органів гвинтових транспортно-технологічних механізмів відносять гвинти, конвеєри, транспортні труби, живильники, преси тощо, які призначені для транспортування порошкових і зернистих сипких вантажів у горизонтальному, похилому чи вертикальному напрямках. За числом спіралей гвинти бувають одно-, дво-, трьох- чи багатозахідні з правим і лівим напрямком навивки. Відповідно продук-

тивність багатозахідних гвинтів більша, ніж в однозахідних. Гвинти також поділяють на суцільні, стрічкові, фасонні та лопатеві, й застосовуються вони залежно від виду вантажу та призначення (рис. 1). Суцільними гвинтами транспортують сипкі вантажі, стрічковими – дрібнокускові, а тістоподібні та в'язкі – фасонними і лопатевими [1].

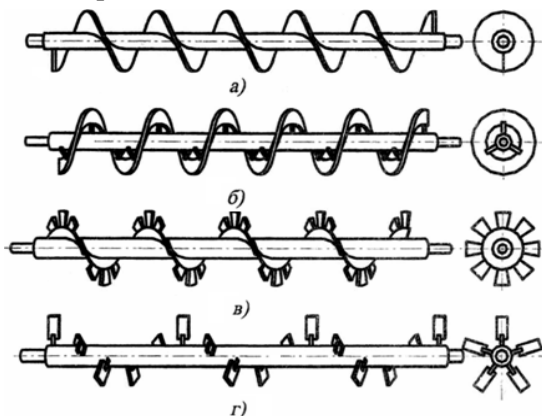


Рис. 1. Конструкції робочих органів гвинтових транспортерів:

- а) – суцільний гвинт; б) – гвинт-змішувач з радіальними перемичками;
в) – транспортний гвинт-змішувач; г) – лопатевий змішувач

До переваг гвинтових транспортерів (шнеків) слід віднести простоту конструкції, малі габарити, герметичність жолоба, що закритий по всій довжині, та безпечність обслуговування. До недоліків – необхідність рівномірного завантаження (неприспособаність до перевантажень), інтенсивний знос підшипників, витків гвинта і жолоба, кришіння матеріалу, що переміщається, і значна витрата енергії на транспортування. Шнеки мають обмежену здатність транспортувати матеріали, що злипаються, влегалися, і малосипких вантажів унаслідок їх схильності до утворення затворів в жолобі [5].

Для транспортування зернової (неабразивної і напівабразивної) маси використовують гвинтові транспортери типу а (рис. 1). Транспортери даного типу є невід'ємною складовою більшості зерноочисних машин, як стаціонарних, так і пересувних. У зерноочисних машинах шнеки використовують для транспортування зернового вороху в зону очистки та відводу очищеного зерна і домішок.

Об'єкти та методика досліджень

Об'єктом досліджень є процеси контактної взаємодії і закономірності динаміки зношування елементів робочих поверхонь гвинтових транспортерів.

Теоретичне обґрунтування геометричних параметрів гвинта транспортера здійснювалося із застосуванням елементів вищої математики та на основі експериментальних досліджень.

Результати досліджень

Однією з основних характеристик роботи гвинтового транспортера є продуктивність. Вона залежить від геометричних та конструктивних параметрів шнека, числа його обертів і матеріалу, який транспортується.

Продуктивність гвинтових транспортерів зерноочисних машин (рис. 2) з суцільним гвинтом визначається за формулою [5]:

$$Q = 60 \frac{\pi D^2}{4} \psi S n \gamma C, \quad (1)$$

де Q – продуктивність, т/год.;

D – діаметр гвинта, м;

S – крок гвинта, м;

n – число обертів гвинта, об./хв.;

γ – насипна вага матеріалу, т/м³;

ψ – коефіцієнт наповнення жолобу (відношення середньої площі F насипання матеріалу в жолоб до площі нормальної проекції гвинта);

C – коефіцієнт, пов'язаний з кутом нахилу транспортера.

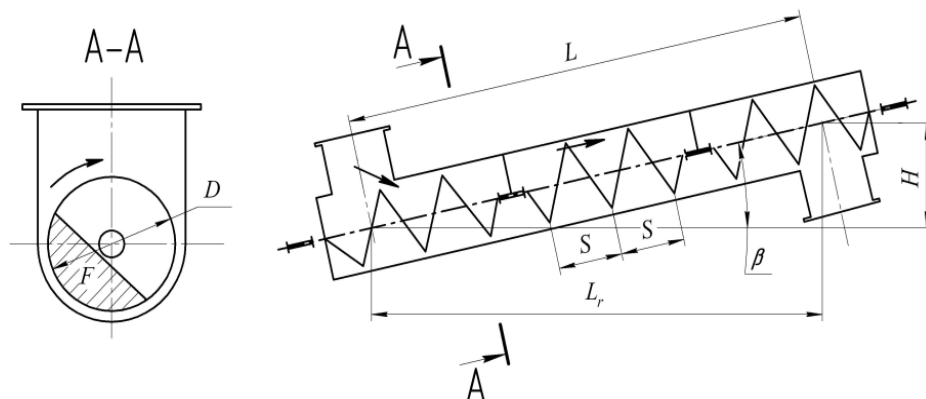


Рис. 2. Розрахункова схема гвинтового транспортера зерноочисної машини

Одним з основних конструктивних параметрів, який значно впливає на продуктивність транспортера, є діаметр гвинта D . Зменшення діаметра гвинта в процесі експлуатації призводить до збільшення зазорів між торцем пера та стінкою жолоба, що різко зменшує продуктивність процесу транспортування.

На рис. 3 представлені графіки продуктивності шнекового живильника сепаратора-ворохоочишувача СВС-25 залежно від частоти обертання, діаметра гвинта та при транспортуванні різних зернових матеріалів, що підтверджують зазначене вище.

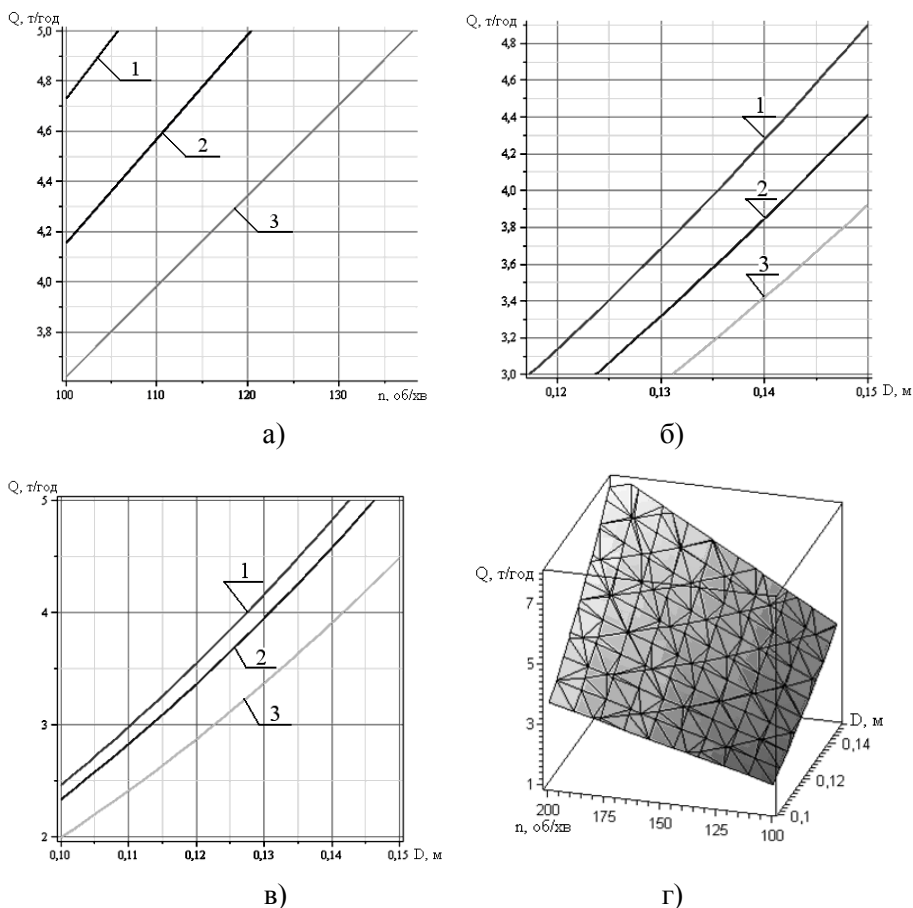


Рис. 3. Графіки продуктивності шнекового живильника залежно:
а) – від частоти обертання гвинта (1 – при діаметрі гвинта 160 мм; 2 – при діаметрі 150 мм; 3 – при діаметрі 140 мм); б) – від діаметру гвинта (1 – при куті нахилу 0 град.; 2 – при куті нахилу 5 град.; 3 – при куті нахилу 10 град.); в) – від діаметру гвинта при транспортуванні різних зернових матеріалів (1 – пшениця; 2 – кукурудза; 3 – ячмінь); г) – від частоти обертання та діаметру гвинта

Згідно з даними [2], при транспортуванні насіннєвого зерна внаслідок інтенсивного зношування робочих поверхонь транспортера, особливо зовнішнього краю спіралі, та відхилень геометрії, не менше 2 % насіння механічно пошкоджується, у той час як, згідно з даними [4], лише 1 % пошкодженого насіння є причиною зменшення врожайності на 15–20 кг/га. Форма зносу витка гвинтового транспортера є нерівномірною. Частина витка, яка знаходиться в постійному контакті з матеріалом, що транспортується, зношується інтенсивніше (рис. 4).

З рис. 5 видно, що криволінійний профіль зношеного витка транспортера має форму параболи, що в загальному випадку може бути описана рівнянням:

$$y = ax^2 + bx + c. \quad (2)$$

Відповідно до рис. 5, рівняння (2) перетворюється на рівняння:

$$y - y_1 = -ax^2, \quad (3)$$

де y_1 – ордината точки, що відповідає найменшому зносу діаметра витка по товщині;

a – характеристична стала, яка залежить від умов роботи шнека та виду матеріалу, що транспортується.

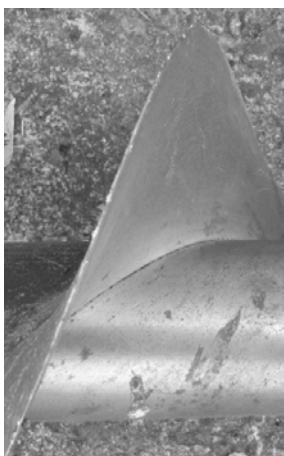


Рис. 4. Фрагмент зношеного гвинта шнека

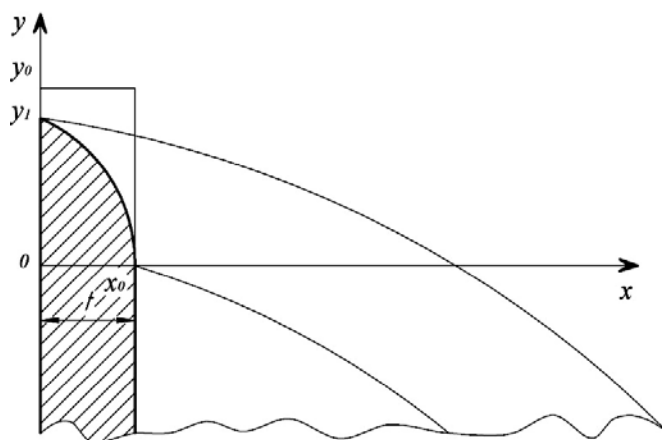


Рис. 5. Розрахункова схема до визначення профілю зносу витка шнека

Враховуючи, що товщина витка шнека складає x_0 , на змінну рівняння (3) можна накласти відповідні обмеження, тобто $0 \leq x_0 \leq x$.

У процесі експлуатації гвинт транспортера зношується, втрачаючи частину своєї маси, яку можна визначити за залежністю:

$$m_{zn} = V_{zn} \cdot \rho, \quad (4)$$

де V_{zn} – об'єм матеріалу гвинта, що втрачається при зношуванні, m^3 ;

ρ – густина матеріалу гвинта, $кг/м^3$.

Таким чином, об'єм матеріалу гвинта V_{zn} можна визначити за формулою:

$$V_{zn} = V_n - V, \quad (5)$$

де V_n – об'єм матеріалу нового гвинта транспортера, m^3 ;

V – об'єм матеріалу гвинта, що залишився після експлуатації, m^3 .

Об'єм матеріалу нового гвинта шнека:

$$V_n = x_0 \cdot y_0 \cdot L, \quad (6)$$

де y_0 – початкове значення y нового шнека;

L – довжина гвинтової поверхні, м.

Об'єм матеріалу гвинта, що залишився після експлуатації шнека:

$$V = F_B \cdot L, \quad (7)$$

де F_B – площа поперечного перерізу витка шнека у граничному стані, м².

Площа поперечного перерізу витка дорівнює:

$$F_B = \int_0^{x_0} (-ax^2 + y_1) \cdot dx. \quad (8)$$

Після математичних перетворень отримаємо:

$$F_B = x_0 \left(y_0 - y_1 + \frac{ax_0^2}{3} \right). \quad (9)$$

$$\text{Отже, } V_{zn} = x_0 \left(y_0 - y_1 + \frac{ax_0^2}{3} \right) \cdot L. \quad (10)$$

Тоді маса матеріалу гвинта, що зносилася, визначається за залежністю:

$$m_{zn} = x_0 \left(y_0 - y_1 + \frac{ax_0^2}{3} \right) \cdot L \cdot \rho. \quad (11)$$

Висновки

1. Зменшення діаметра гвинта транспортера під час інтенсивної експлуатації різко знижує продуктивність процесу транспортування.

2. Встановлено, що закон зміни геометричних параметрів витка гвинта носить нелінійний характер.

3. Запропонована методика для визначення маси металу, що видаляється зерновою масою, в процесі зношування витка гвинтового транспортера.

Перспективи подальших досліджень

Закон зміни геометричних параметрів гвинта транспортера потребує більш глибокого дослідження в процесі експлуатації. Встановити вплив геометричних параметрів шнека на надійність і довговічність його роботи.

Література

1. Гевко І.Б. Гвинтові транспортно-технологічні механізми: розрахунок і конструювання / І.Б. Гевко. – Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. – 307 с.
2. Гошко З.О. Розширення функціональних можливостей шнекових протруювачів насіння / З.О. Гошко., О.М. Крутич., М.О. Гошко //

- Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – Луцьк: Вид-во ЛДТУ, 2000. – Вип. 7. – С. 36–45.
3. *Григорьев А.М.* Винтовые конвейеры / *А.М. Григорьев.* – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.
 4. *Пугачев А.Н.* Повреждение зерна машинами / *А.Н. Пугачев.* – М.: Машиностроение, 1976. – 320 с.
 5. Машиностроение: энциклопедический справочник: в 15-ти т. / отв. ред. *В.М. Кован.* – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1949. – Т. 9: Конструирование машин / гл. ред. *М.А. Северин.* – С. 1101–1104.