УДК 631.35

КОНСТРУЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ШНЕКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ПЕРЕРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Руслан ШАФАРЧУК, Денис ШПАКОВСЬКИЙ, Андрій НОВОСЬОЛОВ

Здобувачі вищої освіти спеціальності Н7 Агроінженерія

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна

Анотація: *Обґрунтовано доцільність застосування шнекових транспортерів для переміщення сипких матеріалів у технологічних лініях переробки сільськогосподарської продукції завдяки компактності конструкції, можливості транспортування під кутом та герметичності робочого процесу. Проаналізовано класифікацію шнекових транспортерів за конструкцією робочого органа та просторовим розташуванням. Викладено методику інженерного розрахунку основних конструктивних і кінематичних параметрів шнека — діаметра, кроку гвинта, частоти обертання та потужності приводу — з урахуванням продуктивності лінії, властивостей матеріалу та кута нахилу транспортування. Показано вплив частоти обертання та діаметра шнека на його продуктивність, що дає змогу обґрунтовано підбирати конструктивні параметри транспортера для конкретних умов експлуатації.*

Ключові слова: *шнековий транспортер, шнек, сільськогосподарська продукція, продуктивність, крок гвинта, частота обертання, потужність приводу, конструювання.*

Шнекові транспортери широко застосовують у технологічних лініях переробки сільськогосподарської продукції для переміщення зерна, комбікормів, борошна, висівок, гранульованих та інших сипких матеріалів. Порівняно зі стрічковими та ковшовими конвеєрами шнекові транспортери відрізняються компактністю конструкції, герметичністю робочого процесу (що важливо для запилених матеріалів), можливістю транспортування під кутом до

горизонту та відносною простотою обслуговування, що зумовлює їх широке застосування на елеваторах, комбікормових заводах та лініях первинної переробки рослинної сировини [1, 2].

За просторовим розташуванням шнекові транспортери поділяють на горизонтальні, похилі та вертикальні [4, 5]. За конструкцією робочого органа розрізняють шнеки суцільногвинтові (з суцільною спіраллю), стрічкові (з гвинтовою стрічкою, закріпленою на спицях), лопатеві (із секцією нахилених пластин) та фасонні. Суцільногвинтові шнеки універсальні та найпоширеніші, стрічкові доцільні для липких і волокнистих матеріалів, лопатеві застосовують там, де потрібне додаткове перемішування продукту під час транспортування [3].

Конструктивна схема шнекового транспортера включає завантажувальний бункер, жолоб (кожух) з розміщеним у ньому шнеком, опорні підшипники та приводний вузол (редуктор з електродвигуном) на розвантажувальному кінці (рис. 1). Основними параметрами, що визначаються під час конструювання, є діаметр шнека D, крок гвинта S, частота обертання n та кут нахилу транспортування β.

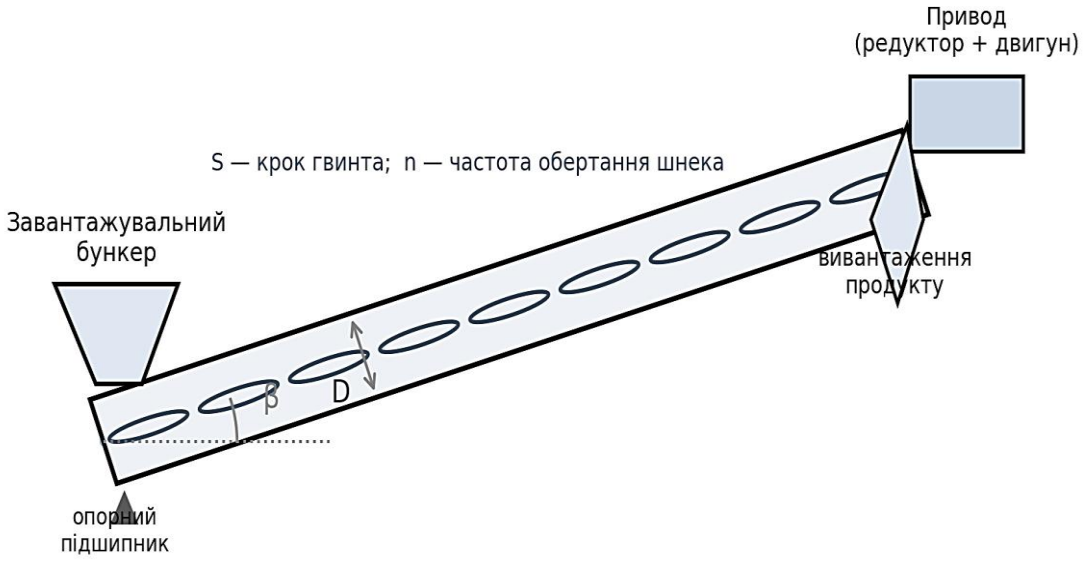


Рисунок 1. Конструктивна схема похилого шнекового транспортера

Продуктивність шнекового транспортера розраховують за формулою:

$$Q = 47{,}1 \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot \psi \cdot \rho \cdot C, \quad (1)$$

де Q - продуктивність, т/год; D - діаметр шнека, м; S - крок гвинта, м; n - частота обертання, хв$^{-1}$; ψ - коефіцієнт заповнення жолоба; ρ - насипна густина матеріалу, т/м^3; C - поправковий коефіцієнт на кут нахилу транспортування.

Необхідну потужність приводу шнекового транспортера визначають за виразом:

$$N = Q \cdot L \cdot (\omega + \sin\beta) / (367 \cdot \eta), \quad (2)$$

де N - потужність приводу, кВт; L - довжина транспортування, м; ω - коефіцієнт опору переміщенню матеріалу; β - кут нахилу транспортера до горизонту; η - ККД приводу.

Характер залежності продуктивності шнекового транспортера від частоти обертання та діаметра шнека ілюструє рисунок 2.

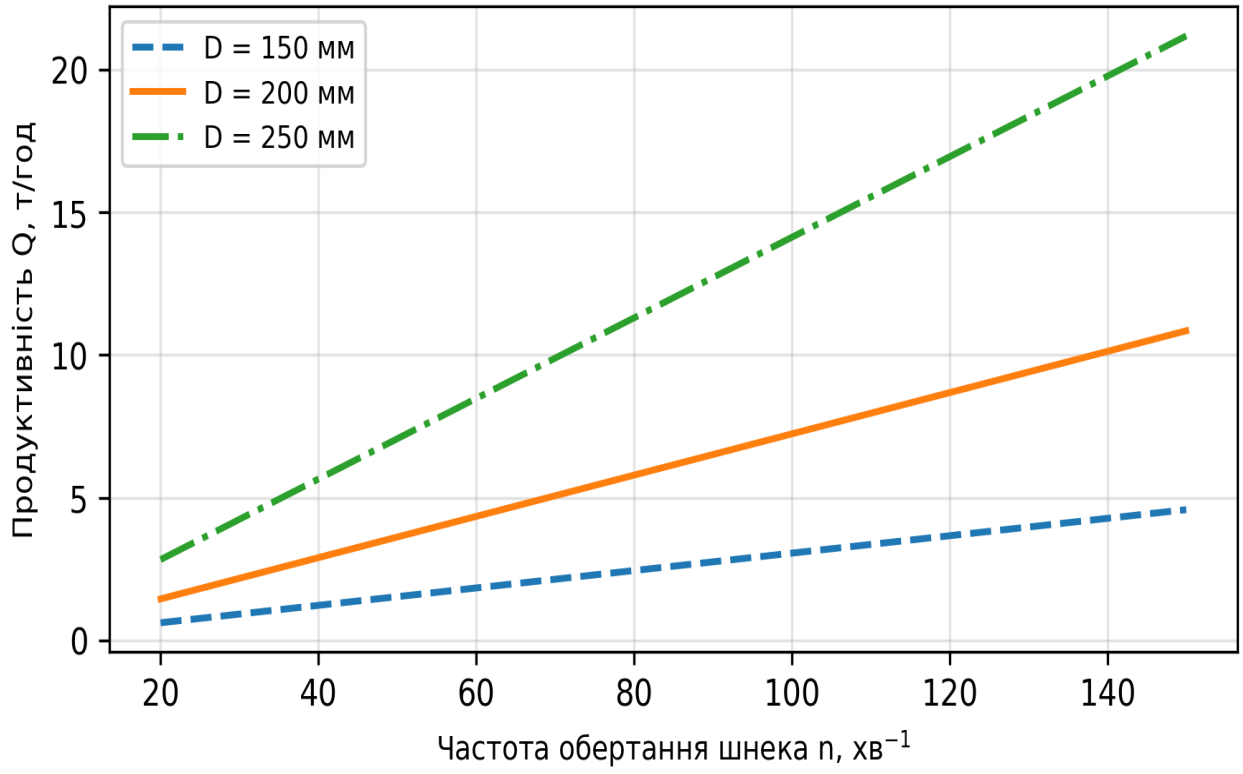


Рисунок 2. Залежність продуктивності шнекового транспортера від частоти обертання та діаметра шнека

Як видно з наведених залежностей, продуктивність шнекового транспортера зростає практично пропорційно частоті обертання шнека та квадрату його

діаметра. Проте надмірне підвищення частоти обертання призводить до зростання коефіцієнта опору переміщенню матеріалу, підвищеного травмування зерна та збільшення споживаної потужності, тому конструктивні параметри слід обирати з урахуванням допустимої швидкості ковзання матеріалу по гвинтовій поверхні, що для зернових культур зазвичай не перевищує 2,5–3,5 м/с на зовнішньому діаметрі шнека.

Під час конструювання шнекового транспортера для технологічних ліній переробки сільськогосподарської продукції доцільно враховувати такі рекомендації: величину зазору між зовнішнім краєм гвинта та стінкою жолоба слід мінімізувати для зниження втрат матеріалу, але з урахуванням теплового розширення та запобігання заклинюванню; коефіцієнт заповнення жолоба для крихких і травмованих матеріалів (зерна, насіння) не повинен перевищувати 0,3–0,4; для транспортування абразивних матеріалів робочу поверхню гвинта доцільно виготовляти із зносостійких сталей або наносити захисне покриття; для похилих і вертикальних шнеків слід передбачати підвищений запас потужності приводу.

Таким чином, конструювання шнекового транспортера для технологічних ліній переробки сільськогосподарської продукції потребує комплексного розрахунку продуктивності, потужності приводу та обґрунтованого вибору конструктивних параметрів (діаметра, кроку гвинта, коефіцієнта заповнення) з урахуванням властивостей матеріалу, що транспортується, та кута нахилу лінії. Викладена методика розрахунку може бути використана як основа для проєктування нових та модернізації існуючих шнекових транспортерів технологічних ліній АПК.

Список використаних джерел

1. Hud V., Lyashuk O., Hevko I., Ungureanu N., Vlăduț N.-V., Stashkiv M., Hevko O., Pik A. Enhancement of Agricultural Materials Separation Efficiency Using a Multi-Purpose Screw Conveyor-Separator. Agriculture. 2023. Vol. 13, No. 4. Article 870. DOI: 10.3390/agriculture13040870.

2. Rucins A., Bulgakov V., Holovach I., Trokhaniak O., Klendii M., Popa L., Yaremenko V. Research on Power Parameters of a Screw Conveyor with Bladed Operating Body for Transporting Agricultural Materials. INMATEH – Agricultural Engineering. 2024. Vol. 74, No. 3. P. 428–435. DOI: 10.35633/inmateh-74-38.

3. Bulgakov V., Trokhaniak O., Adamchuk V., Chernovol M., Korenko M., Dukulis I., Ivanovs S. A Study of Dynamic Loads of a Flexible Sectional Screw Conveyor. Acta Technologica Agriculturae. 2022. Vol. 25, No. 3. P. 131–136. DOI: 10.2478/ata-2022-0020.

4. Guo Q., Zhuang Y., Xu H., Li W., Li H., Wu Z. Optimization of the Screw Conveyor Device Based on a GA-BP Neural Network. Machines. 2025. Vol. 13, No. 1. Article 24. DOI: 10.3390/machines13010024.

5. Motaln M., Lerher T. Innovative Approaches to Wear Reduction in Horizontal Powder Screw Conveyors: A Design of Experiments-Guided Numerical Study. Applied Sciences. 2024. Vol. 14, No. 7. Article 3064. DOI: 10.3390/app14073064.

Abstract: *The paper substantiates the expediency of using screw conveyors for moving bulk materials in technological lines for processing agricultural products, owing to their compact design, ability to convey at an incline, and sealed operation. The classification of screw conveyors by working-body design and spatial arrangement is analysed. An engineering method for calculating the main structural and kinematic parameters of a screw — diameter, pitch, rotational speed and drive power — is presented, taking into account line productivity, material properties and the conveying inclination angle. The effect of rotational speed and screw diameter on productivity is shown, enabling a well-founded selection of conveyor design parameters for specific operating conditions.*

Keywords: *screw conveyor, auger, agricultural products, productivity, screw pitch, rotational speed, drive power, design.*

Науковий керівник:
Доценко Н.А.

Д-р пед. наук, канд. техн. наук, професор
Миколаївський національний аграрний університет