

УДК 631.374

**В.Л. Куликівський, канд. техн. наук, В.К. Палійчук, доц., канд. техн. наук,
В.М. Боровський, ст. викл.**

*Житомирський національний агроекологічний університет, Житомир, Україна,
kuLik()^\^kiy^atamI. gu*

Експериментальні дослідження процесу транспортування зернового матеріалу шнеком

Наведена методика та результати експериментальних досліджень ефективності роботи гвинтових робочих органів транспортерів. Представлені стенди для проведення досліджень зі встановленими на них необхідними пристроями, механізмами і приладами для зміни, регулювання та вимірювання конструктивно-кінематичних параметрів гвинтових транспортерів. Визначені критерії оптимізації, а також фактори, що впливають на них.

шнек, зерновий матеріал, методика, параметри, гвинтовий робочий орган, дослідження

В.Л. Куликовский, канд. техн. наук, В.К. Палийчук, доц., канд. техн. наук, В.Н. Боровский, ст. преп.

Житомирский национальный агроэкологический университет, Житомир, Украина

Экспериментальные исследования процесса транспортировки зернового материала шнеком

Приведена методика и результаты экспериментальных исследований эффективности работы винтовых рабочих органов транспортеров. Представлены стенды для проведения исследований с установленными на них необходимыми устройствами, механизмами и приборами для изменения, регулирования и измерения конструктивно-кинематических параметров винтовых транспортеров. Определены критерии оптимизации, а также факторы, влияющие на них.

шнек, зерновой материал, методика, параметры, винтовой рабочий орган, исследования

Постановка проблеми. Ефективність робота шнеків залежить від багатьох факторів, що характеризують умови їх використання. Також слід відмітити значний вплив конструктивних та кінематичних параметрів транспортерів, що впливають на процес переміщення зернового матеріалу. Тому, постає проблема у виборі оптимальних параметрів транспортерів, які забезпечать найбільшу продуктивність при найменшій потужності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для виконання експериментальних досліджень використовується комплекс обладнання, що складається із стендів та вимірювальної апаратури.

Розроблене обладнання дозволяє змінювати в широкому діапазоні досліджувані параметри, а використовувана апаратура дає можливість реєструвати необхідні показники, що характеризують роботу досліджуваного пристрою. На рис. 1 представлені стенди [1] з прозорим корпусом транспортера.

Датчики, застосовувані для дослідження процесів, що відбуваються в сільськогосподарських машинах, мають аналогові вихідні сигнали, які обробити безпосередньо в комп'ютері неможливо. Попередньо вихідні сигнали датчиків необхідно піддати аналого-цифровому перетворенню та представити їх у цифровому вигляді. В результаті роботи аналого-цифрового перетворювача сигнал, безперервна функція часу, замінюється на ступінчасту функцію. Для проведення дослідження розроблена оригінальна вимірювально-фіксуєча система.

Взаємодія системи з комп'ютером забезпечується програмою, яка дозволяє отримувати інформацію на екрані монітора та роздруковувати на принтері як в цифровому табличному вигляді, так і у вигляді графіків чи гістограм. Це дозволяє підвищити інформативність вимірювальної системи шляхом обробки отриманих даних на ПК за допомогою спеціально складених програм.

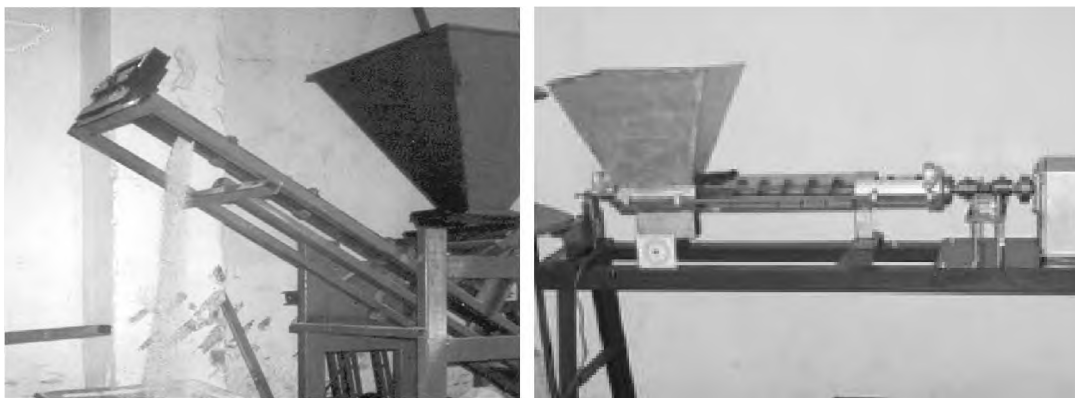


Рисунок 1 - Експериментальні стенди для дослідження та випробування гвинтових транспортерів і шнекових живильників

Постановка завдання. Експериментальні дослідження процесу транспортування зернових матеріалів гвинтовим робочим органом проводилися з метою створення ефективної та надійної конструкції шнека.

Відповідно до поставленої мети були визначені такі основні завдання:

1. Встановлення закономірностей процесу переміщення зернового матеріалу гвинтовими транспортерами при різних режимах роботи.
2. Вивчення впливу змінного кроку гвинтових робочих органів на транспортуєчу здатність шнека.
3. Обґрунтування ефективності та визначення характеристик режиму віброзбудження гвинтового транспортера.
4. Визначення оптимальних конструктивно-кінематичних параметрів транспортера для переміщення з мінімальними витратами енергії.

Виклад основного матеріалу. У експериментальних дослідженнях шнеків в якості матеріалу, що транспортується, використовувалася озима пшениця (сорту Сейлор), основні характеристики якої визначались у відповідності із ДСТУ 4138-2002 [2] та ДСТУ 3768-2009 [3].

Експериментально визначається продуктивність гвинтового транспортера із максимально можливим в даних конкретних умовах коефіцієнтом заповнення (як

правило, у не більше 0,5 [4]) таким чином, щоб величина циркуляції не перевищувала 50%.

При більшому значенні циркуляції, у зв'язку із підвищеною енергоємністю, режим транспортування вважаємо нераціональним. Визначена описаним вище способом продуктивність становить Q_{max} . Двофакторні залежності $Q_{max}=f(S, n)$ при різних значеннях кута нахилу β та коефіцієнта заповнення шнека у отримані на основі аналізу графіків залежностей $Q=f(n)$, які, зважаючи на малу інформативність, не наведені.

В якості прикладу на рис. 2 представлено графік двофакторної залежності $Q_{max}=f(S, n)$. З отриманих результатів випливає, що продуктивність гвинтового транспортера зростає із збільшенням частоти обертання n та кроку гвинта S у всіх досліджах.

Разом з тим, візуальні спостереження за процесом транспортування, а також відеозйомка показали, що збільшення коефіцієнта заповнення шнека у більше 0,5 не призводить до помітного збільшення продуктивності моделі гвинтового живильника через перекидання (циркуляції) матеріалу через вал шнека. Кругове обертання спостерігається при частоті обертання гвинта n більш 100...120 хв^{-1} та куті нахилу живильника β більше 10°. Причому, особливо значне перекидання виникає при транспортуванні шнеком з кроком - 95 мм.

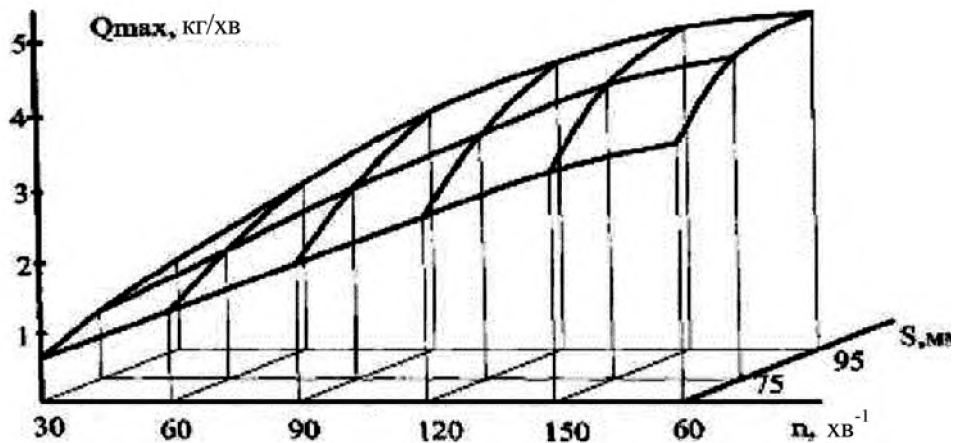


Рисунок 2 - Двофакторна залежність максимальної продуктивності від швидкості обертання та кроку гвинта (при $\beta = 20^\circ$)

Вкидання в основну масу завантажувального матеріалу окремих позначених зернонок наочно демонструє, як зі збільшенням трьох зазначених вище параметрів виникає та розвивається циркуляція матеріалу. У круговий рух втягується значна його частина та зменшується осьова швидкість переміщення (рис. 3).



Рисунок 3 - Дослідження параметрів потоку вантажу при переміщенні гвинтовим робочим органом

Представляє інтерес зміна кута відхилення частинок матеріалу від вертикалі θ при різних режимах транспортування. На рис. 4 представлений графік двофакторної залежності $\theta = \Gamma(B, n)$ при $\delta = 20^\circ$.

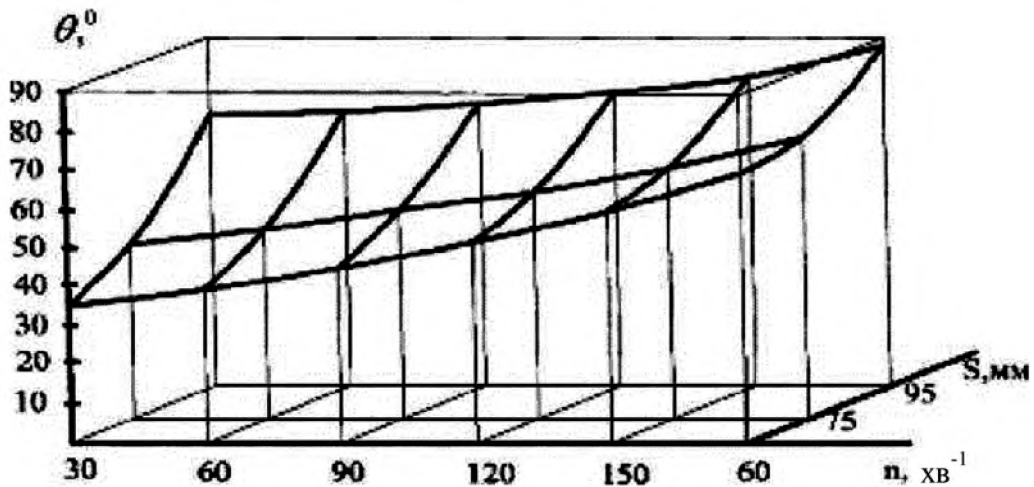


Рисунок 4 - Двофакторна залежність кута відхилення матеріалу від частоти обертання та кроку гвинта (при $\delta = 20^\circ$)

У випадках, коли кут θ перевищує 90° , зернини матеріалу відриваються від поверхні корпусу, відбувається інтенсивне їх перемішування та циркуляція. При частотах обертання гвинтового робочого органу n більше 150 хв^{-1} припиняється помітне зростання продуктивності через залучення значної частини матеріалу, що транспортується, в круговий рух (рис. 5).



Рисунок 5 - Дослідження руху зернового матеріалу при n більше 150 хв^{-1}

Поряд з гвинтовими робочими органами фіксованого кроку був випробуваний шнек, у якого крок плавно зростає від 60 мм в місці завантаження до 110 мм в кінці транспортування. Яких-небудь переваг у порівнянні зі шнеками фіксованого кроку виявлено не було.

При частоті обертання менше 120 хв^{-1} та кутах нахилу δ в межах $0 \dots 5^\circ$ коефіцієнт заповнення шнека у зменшується по довжині гвинта пропорційно зміні його кроку (рис. 6, а). Осьова швидкість переміщення матеріалу збільшується в тій же пропорції. При цьому маса матеріалу, що проходить в різних перетинах гвинтового транспортера за

одиницю часу залишається постійною. Таким чином, продуктивність шнека зі змінним кроком відповідає продуктивності живильника фіксованого кроку $8=60$ мм.

Картина змінюється при підвищенні частоти обертання гвинтового робочого органу більше 120 хв^{-1} та збільшенні кута нахилу гвинтового транспортера до 20° (рис. 6, б).

Коефіцієнт циркуляції K_c зростає по довжині гвинтового транспортера, що призводить до збільшення коефіцієнту заповнення шнека (у порівнянні з графіком на рис. 6, а) та зменшення середньої осьової швидкості частинок зернового матеріалу.

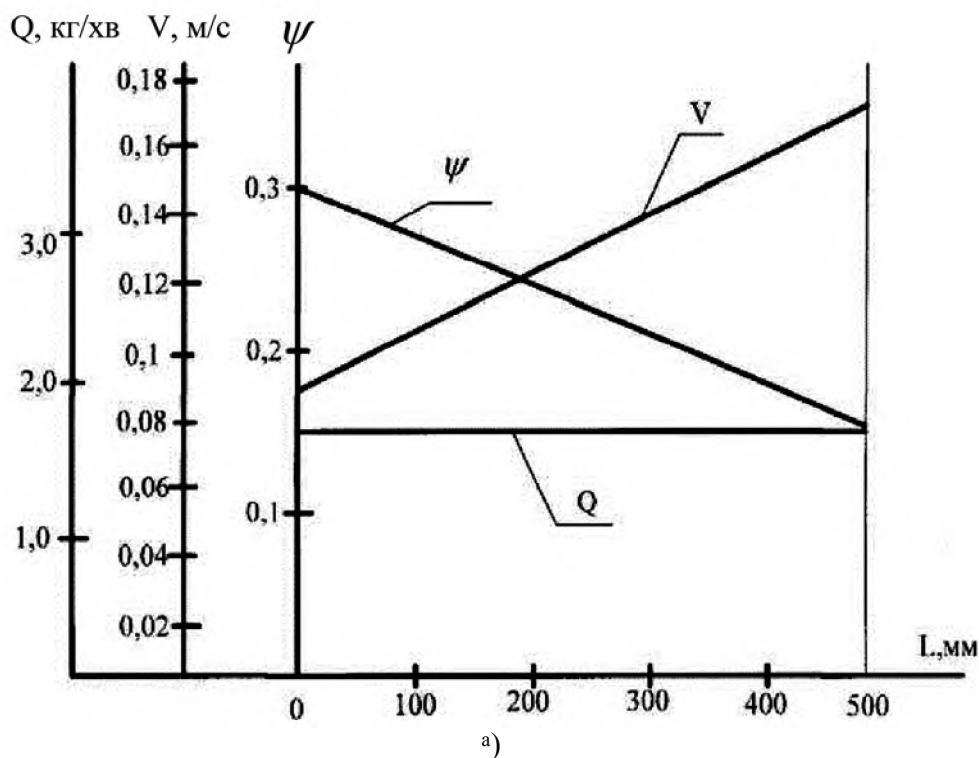
Таким чином, можна зробити висновок, що використання шнека змінного кроку гвинта в діапазоні від 60 до 110 мм - нераціонально.

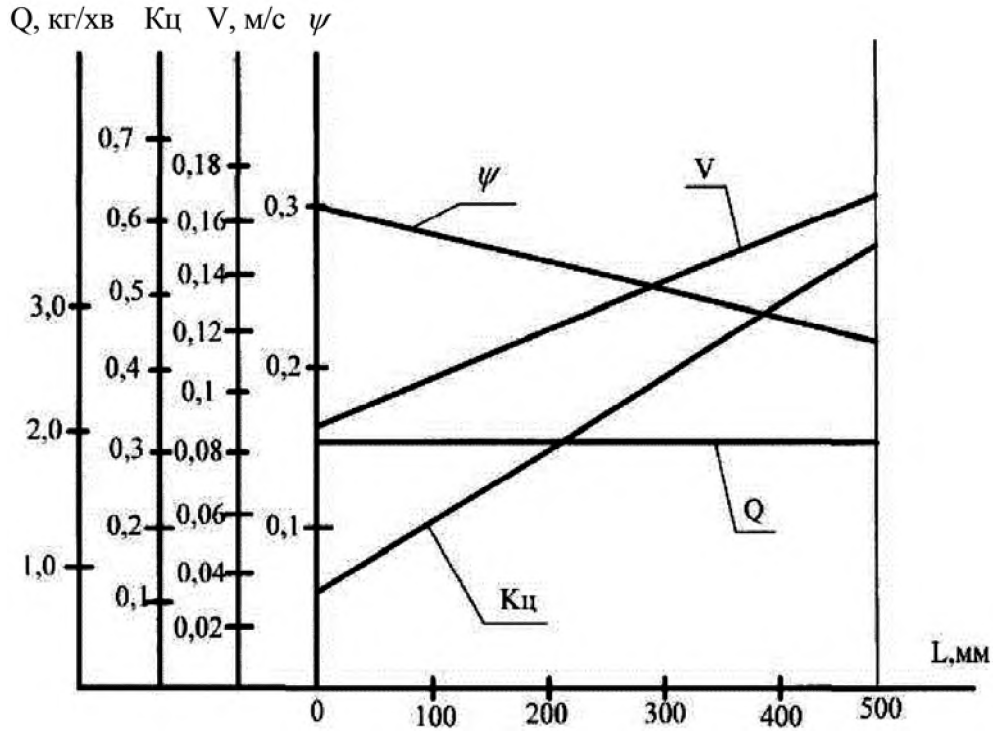
Виконано дослідження впливу віброзбудження елементів гвинтового живильника на ефективність транспортування. Відомо, що застосування вібрації, як правило, призводить до значної інтенсифікації процесів та підвищенню якісних показників різних пристроїв. Вібраційні машини та технологічні процеси в даний час використовуються практично у всіх галузях промисловості.

У результаті аналізу існуючих конструкцій вібраторів гвинтових транспортерів розроблена нова конструкція віброзбудника.

Експерименти з віброзбудження гвинтового живильника виявили у всіх випадках зменшення циркуляції транспортованого матеріалу, що збільшує продуктивність шнека.

Цей ефект особливо помітний при підвищеній частоті обертання гвинта (більше 100 хв^{-1}), значеннях кроку робочого органу більше 75 мм, кутах нахилу гвинтового транспортера понад 10° та коефіцієнтах заповнення шнека більше 0,3.





б)

а) - $\delta = 0 \dots 5^\circ$; б) - $\delta = 20^\circ$

Рисунок 6 - Графіки зміни параметрів по довжині шнека зі змінним кроком

В якості прикладів на рис. 7, 8 наведено графіки залежностей продуктивності Q і кута відхилення θ від частоти обертання n з вібрацією шнека (пунктирні лінії) та без вібрації (суцільні лінії).

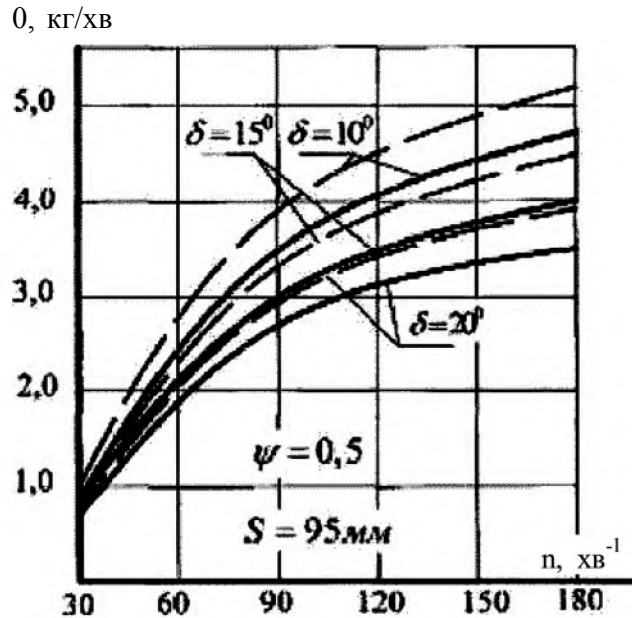


Рисунок 7 - Графіки залежностей продуктивності від швидкості обертання гвинта з вібрацією (пунктирні лінії) та без вібрації (суцільні лінії)

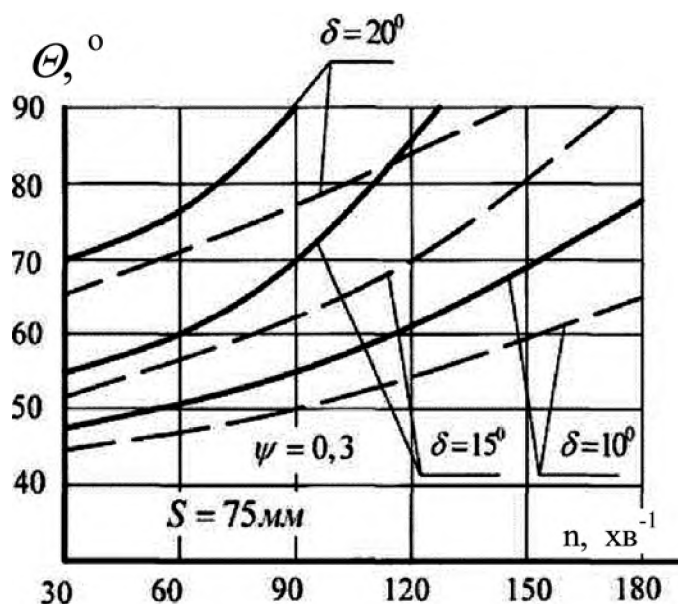


Рисунок 8 - Графіки залежностей кута відхилення матеріалу від швидкості обертання гвинта з вібрацією (пунктирні лінії) та без вібрації (суцільні лінії)

Як видно з графіків, віброзбудження дозволяє збільшити продуктивність в середньому на 10.. 13 % при частоті обертання гвинтового робочого органу більше 90 хв⁻¹. Кут відхилення матеріалу G при вібрації зменшується на 10.. 15°.

Як показали дослідження, раціональні значення амплітуди і частоти вібрації склали відповідно 2 мм та 10 Гц.

Висновки.

1. Проведена серія двофакторних експериментів із визначення впливу конструктивно-кінематичних параметрів транспортера на ефективність переміщення зернового матеріалу.

2. Нераціонально використовувати шнек зі змінним кроком гвинтового робочого органу в діапазоні від 60 до 110 мм.

3. Віброзбудження шнека дозволяє збільшити продуктивність на 13 % при частоті обертання гвинтового робочого органу більше 90 хв⁻¹. Кут відхилення матеріалу G при вібрації зменшується на 15°.

Подальші дослідження слід зосередити на вивченні питання удосконалення та пошуку нових більш ефективних конструкцій гвинтових транспортерів і шнекових живильників. Також необхідно встановити вплив конструктивних параметрів гвинтових робочих органів шнеків та умов їх експлуатації на показники надійності машин.

Список літератури

1. Пат. 68860 Україна, МПХ В65G 33/16. Стенд для дослідження характеристик гвинтових транспортерів та шнекових живильників [Текст] / А.І. Бойко, С.В. Міненко, В.Л. Еуликівський; заявник В.Л. Еуликівський. - №u201112449; заявл. 24.10.2011; опублік. 10.04.2012, Бюл. № 7, 2012 р.
2. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. - К.: Редакційно-видавничий відділ УкрНДІССІ, 2003. - 172 с.
3. ДСТУ 3768-2009. Пшениця. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 2009. - 12 с.
4. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры [Текст] / А.М. Григорьев. - М.: Машиностроение, 1972. - 184 с.

Vladimir Kulykivskiy, PhD tech. sci., Vladimir Paliychuk, Assos. Prof., PhD tech. sci., Victor Borovskiy, assis. prof.

Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

Experimental study of the process of material transport grain auger

Experimental studies of the transportation of grain materials screw working body carried out in order to create an effective and reliable design of the screw.

The method and results of experimental studies the effectiveness of the work of screw conveyors. The stands for research fitted with the necessary devices, mechanisms and instruments for change, management and measurement of structural and kinematic parameters of screw conveyors. Well the criteria of optimization as the factors influencing them.

To study the effect of vibration elements screw feeder to transport efficiency. Experiments with vibration screw feeder found in all cases, a decrease in the circulation of the transported material, increasing the productivity of the screw.

auger, grain material, methods, parameters, the screw actuator, research

Одержано 03.11.15