

УДК 621.867.42

Р.С. Грудовий, канд. техн. наук*Житомирський національний агроекологічний університет, м.Житомир, Україна,
roma-grudovij@yandex.ua*

Результати експериментальних досліджень питомих енерговитрат транспортування зерна гвинтовим конвеєром

Представлена наукова робота висвітлює результати експериментальних досліджень зміни величини питомих енерговитрат, під час транспортування гвинтовим конвеєром з рівнозбільшеним кроком витків в напрямку руху вантажу зерна пшениці та ячменю, від зміни трьох основних факторів: від приросту кроку шнека на одному витку ΔT , кута нахилу конвеєра γ та частоти обертання шнека n , тобто $w=f(\Delta T, \gamma, n)$. Отримані рівняння регресії для визначення величини питомих енерговитрат гвинтового конвеєра у таких межах зміни вхідних факторів: $0,003 \leq \Delta T \leq 0,007$ (м); $15 \leq \gamma \leq 45$ (град); $100 \leq n \leq 400$ (об/хв). За допомогою прикладної програми побудовано графічне відтворення проміжних загальних регресійних моделей у вигляді квадратичних поверхонь відгуку та їх двомірних перерізів величини питомих енерговитрат.

гвинтовий конвеєр, зерновий матеріал, питомі енерговитрати

Р.С. Грудовий, канд. техн. наук*Житомирський національний агроекологічний університет, г.Житомир, Україна*

Результаты экспериментальных исследований удельных энергозатрат транспортировки зерна винтовым конвейером

Представленная научная работа освещает результаты экспериментальных исследований изменения величины удельных энергозатрат, во время транспортировки винтовым конвейером с равномерным увеличением шага витков в направлении движения груза зерна пшеницы и ячменя, от изменения трех основных факторов: от прироста шага шнека на одном витке ΔT , угла наклона конвейера γ и частоты вращения шнека n , то есть $w = f(\Delta T, \gamma, n)$. Полученные уравнения регрессии для определения величины удельных энергозатрат винтового конвейера в таких пределах изменения входных факторов: $0,003 \leq \Delta T \leq 0,007$ (м); $15 \leq \gamma \leq 45$ (град); $100 \leq n \leq 400$ (об/мин). С помощью приложения построено графическое воспроизведение промежуточных общих регрессионных моделей в виде квадратичных поверхностей отклика и их двухмерных сечений величины удельных энергозатрат.

винтовой конвейер, зерновой материал, удельные энергозатраты

Постановка проблеми. Питання підвищення ефективності роботи гвинтових конвеєрів є важливим з точки зору їх масового використання у різних галузях сільського господарства. Тому питання зменшення питомих енерговитрат при транспортуванні різних сипких матеріалів є актуальне і має важливе народногосподарське значення.

Для вирішення цієї задачі запропоновано гіпотезу зменшення питомих енерговитрат під час транспортування сипких і насінневих сільськогосподарських матеріалів. Ідея полягає в тому, що рівномірне збільшення міжвиткового простору шнека в напрямку руху зерна шляхом поступового збільшення кроку між витками та за рахунок зміни конструкції приводного вала, в якого зовнішній діаметр зменшується в напрямку руху вантажу, дозволить зменшити питомі енерговитрати під час транспортування сипких і насінневих матеріалів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основи конструювання, проектування та дослідження гвинтових конвеєрів заклали такі вчені як А. Віденбаум, Р. Мор, М. Данквертс, Д. Лейсі, Ю.І. Марков, А.М. Ластовцев, Г. Шенкель, В. Штербачек, Г.Г. Кошелєв, Р.В. Торнер, М.В. Тебін, Д. Мак-Кельві, Р.М. Рогатинський, Б.М. Гевко та інші [2 - 4]. Проте розробка кожної окремої модифікації гвинтового конвеєра має свою специфіку, особливо при наданні їм можливостей виконання додаткових операцій, що зумовлює потребу в їх подальших дослідженнях і конструюванні.

На основі проведеного аналізу технологічних процесів транспортування та переробки зернових матеріалів встановлено, що на практиці та в літературних джерелах питанню зменшення питомих енерговитрат приділено не достатньо уваги, відсутні прогресивні конструкції ГК, які забезпечують мінімальні зусилля переміщення зернових матеріалів, а також стендове оснащення для їх дослідження.

Постановка завдання. Метою випробовування дослідного зразка гвинтового конвеєра було встановлення впливу зміни величини кроку шнека по його довжині на рух сипких матеріалів та на питомі енерговитрати і порівняння з транспортуванням сипких матеріалів гвинтовим робочим органом таких же параметрів, але з постійним кроком.

Виклад основного матеріалу. Для визначення впливу конструктивних і кінематичних параметрів (незалежних факторів x_i) гвинтового конвеєра на його питомі енерговитрати під час транспортування пшениці та ячменю (параметр оптимізації w) проведено повнофакторний експеримент, тобто визначення величини питомих енерговитрат транспортування зерна від зміни трьох основних факторів: від приросту кроку шнека на одному витку ΔT , кута нахилу конвеєра γ та частоти обертання шнека n , тобто $w=f(\Delta T, \gamma, n)$.

Оброблення отриманих експериментальних даних проведено з використанням загальновідомих методик регресійного аналізу. Для отримання регресійних моделей параметрів оптимізації, вибирали відповідний план повнофакторного експерименту.

За результатами розрахунків, які проводили за допомогою пакету прикладних статистичних програм оброблення та аналізу результатів експериментальних досліджень для ПК, будували поверхні відгуку параметра оптимізації та двомірний переріз поверхонь відгуку. питомих енерговитрат w як функцію від двох змінних факторів $x_{i(1,2)}$ за постійного незмінного рівня відповідного третього фактора $x_{i(3)} = const$.

Питомі енерговитрати конвеєра визначено за формулою:

$$w = \frac{N}{QL} \quad (1)$$

Довжина робочої частини шнека складала $L=1,5$ м.

Отримані значення коефіцієнтів рівняння регресії зведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів рівнянь регресії

Коеф.	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
пшениця	0,018	-0,00096	0,0096	0,018	-0,00041	-0,00099	0,0054	0,00056	-0,0008	0,0085
ячмінь	0,019	-0,001	0,01	0,019	-0,00043	-0,001	0,0056	0,00059	-0,00084	0,0089

Джерело: отримано автором

Загальний вигляд рівняння регресії питомих енерговитрат гвинтового конвеєра залежно від зміни приросту кроку шнека на одному витку ΔT , кута нахилу конвеєра γ та частоти обертання шнека n , тобто $w_{(x_1, x_2, x_3)} = f(\Delta T, \gamma, n)$ за результатами проведених ПФЕ

z^3 у кодованих величинах дорівнює:

- для транспортування пшениці:

$$w_{(x_1, x_2, x_3)} = 0,018 - 0,00096x_1 + 0,0096x_2 + 0,018x_3 - 0,00041x_1x_2 - \quad (2)$$

$$-0,00099x_1x_3 + 0,0054x_2x_3 + 0,00056x_1^2 - 0,0008x_2^2 + 0,0085x_3^2,$$

- для транспортування ячменю:

$$w_{(x_1, x_2, x_3)} = 0,019 - 0,001x_1 + 0,01x_2 + 0,019x_3 - 0,00043x_1x_2 - \quad (3)$$

$$-0,001x_1x_3 + 0,0056x_2x_3 + 0,00059x_1^2 - 0,00084x_2^2 + 0,0089x_3^2,$$

де x_1 – кодоване значення приросту кроку шнека на одному витку;

x_2 – кодоване значення кута нахилу конвеєра;

x_3 – кодоване значення частоти обертання шнека.

Оцінку статистичної значущості коефіцієнтів рівняння регресії та перевірку адекватності (відповідності) отриманого теоретичного розподілу випадкових величин рівнянь регресії (2, 3) реальному експериментальному процесу проводили згідно методики [1,8].

У натуральних величинах (координатах) рівняння регресії (2), (3) після перетворення та спрощення виразів прийнято в кінцевому вигляді:

- для транспортування пшениці

$$w_{(\Delta T, \gamma, n)} = 1,314 \cdot 10^{-2} - 0,652\Delta T - 9,978 \cdot 10^{-5}\gamma - 1,23 \cdot 10^{-4}n - 1,36 \cdot 10^{-2}\Delta T\gamma - \quad (4)$$

$$-3,3 \cdot 10^{-3}\Delta Tn + 2,378 \cdot 10^{-6}\gamma n + 140,5\Delta T^2 + 3,556 \cdot 10^{-6}\gamma^2 + 3,769 \cdot 10^{-7}n^2,$$

- для транспортування ячменю

$$w_{(\Delta T, \gamma, n)} = 1,39 \cdot 10^{-2} - 0,68\Delta T - 1,109 \cdot 10^{-4}\gamma - 1,29 \cdot 10^{-4}n - 1,43 \cdot 10^{-2}\Delta T\gamma - \quad (5)$$

$$-3,47 \cdot 10^{-3}\Delta Tn + 2,49 \cdot 10^{-6}\gamma n + 147,5\Delta T^2 + 3,74 \cdot 10^{-6}\gamma^2 + 3,96 \cdot 10^{-7}n^2.$$

Отримані рівняння регресії (2 - 5) можуть бути використані для визначення питомих енерговитрат w гвинтового конвеєра залежно від приросту кроку шнека на одному витку ΔT , кута нахилу конвеєра γ та частоти обертання шнека n при транспортуванні пшениці і ячменю у таких межах зміни вхідних факторів: $0,003 \leq \Delta T \leq 0,007$ (м); $15 \leq \gamma \leq 45$ (град); $100 \leq n \leq 400$ (об/хв).

Аналіз наведених регресійних рівнянь показує, що основним фактором, який впливає на збільшення питомих енерговитрат є фактор $x_3(n)$ і в меншій мірі фактор $x_2(\gamma)$. Збільшення величини фактора $x_1(\Delta T)$ призводить до зменшення питомих енерговитрат.

За допомогою прикладної програми побудували графічне відтворення проміжних загальних регресійних моделей у вигляді квадратичних поверхонь відгуку та їх двомірних перерізів питомих енерговитрат w як функцію від двох змінних факторів $x_{i(1,2)}$ за постійного незмінного рівня відповідного третього фактора $x_{i(3)} = const$ (рис. 1-3)

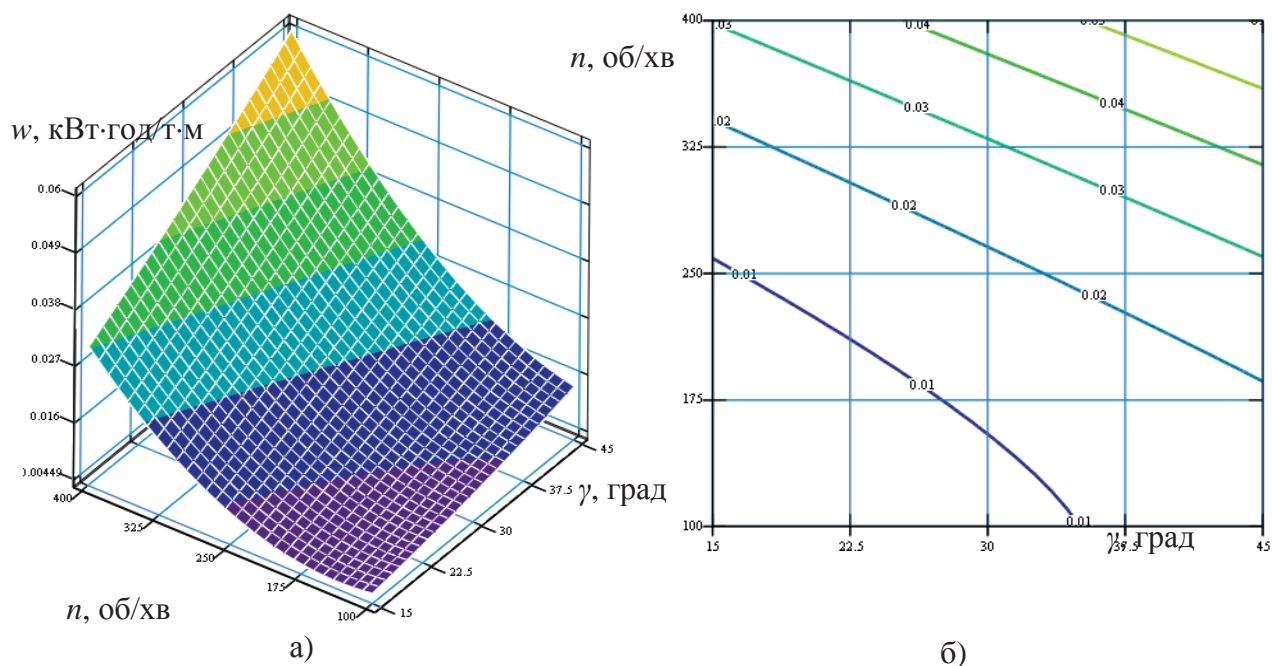


Рисунок 1 – Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності питомих енерговитрат конвеєра $w_{(n,\gamma)}$ при транспортуванні пшениці від частоти обертання шнека та кута нахилу конвеєра ($\Delta T = 0,005\text{м}$)

Джерело: отримано автором

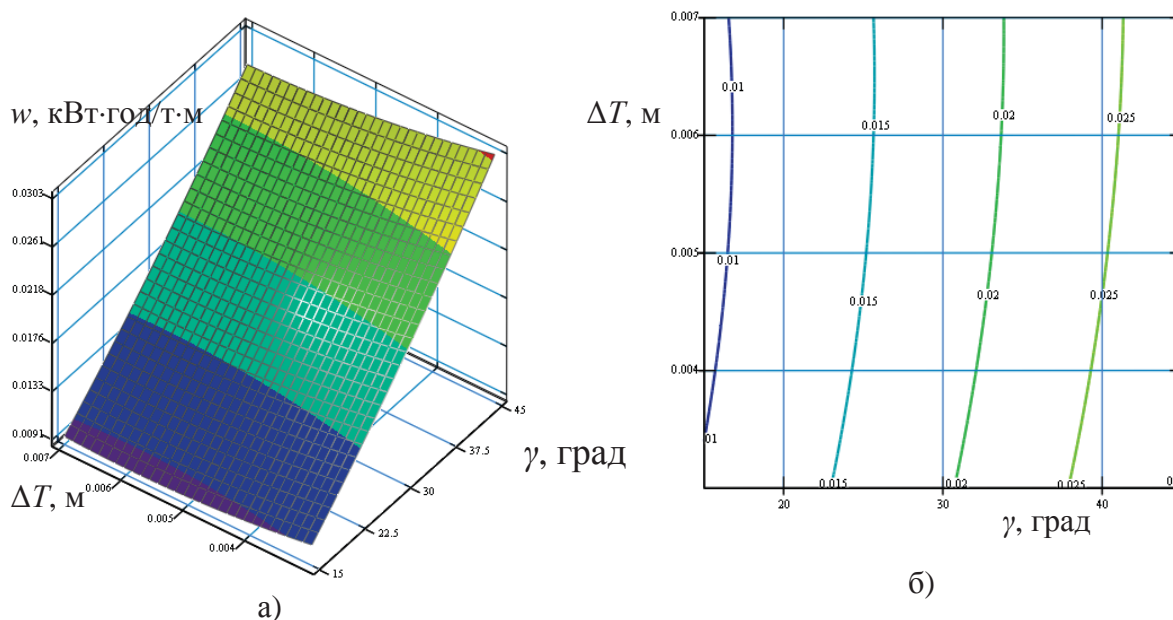


Рисунок 2 – Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності питомих енерговитрат конвеєра $w_{(\Delta T,\gamma)}$ при транспортуванні пшениці від приросту кроку шнека на одному витку та кута нахилу конвеєра ($n = 250\text{об/хв}$)

Джерело: отримано автором

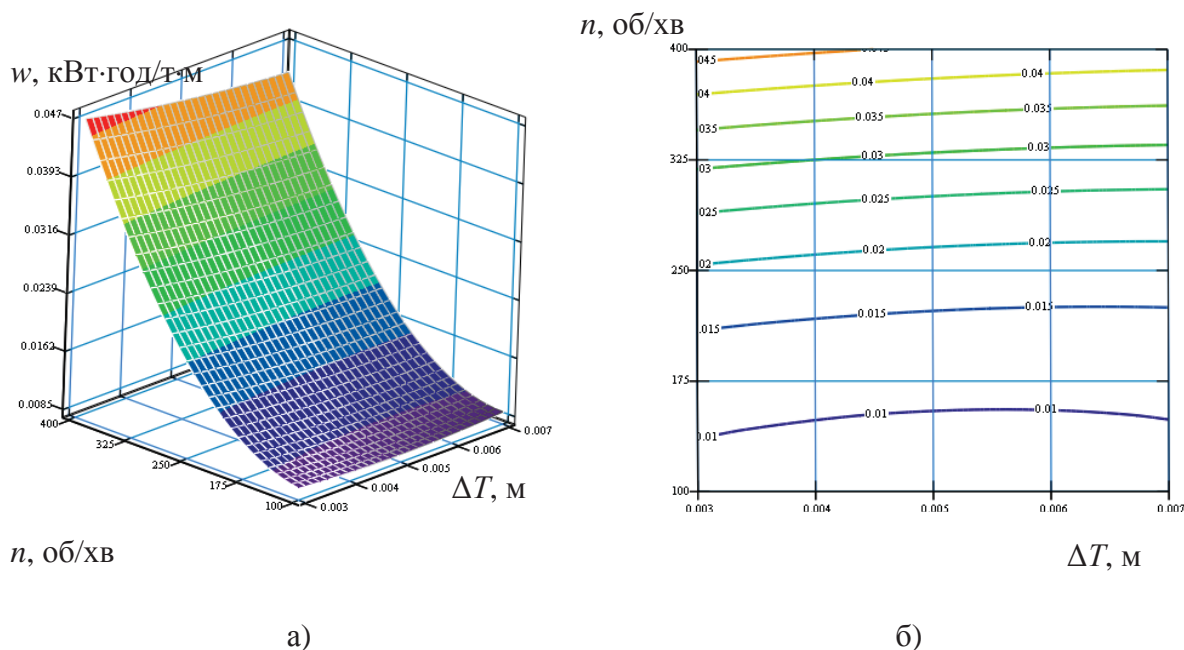


Рисунок 3 – Поверхня відгуку залежності питомих енерговитрат конвеєра $w_{(\Delta T, n)}$ при транспортуванні пшениці від приросту кроку шнека на одному витку та частоти обертання шнека ($\gamma=30$ град)
Джерело: отримано автором

З рисунків 1 - 3 видно, що із збільшенням кута нахилу гвинтового конвеєра величина питомих енерговитрат зростає, при чому найбільші витрати досягають величини 0,05 кВт·год/т·м. Збільшення величини приросту кроку шнека від 0,003м до 0,007м призводить до зменшення питомих енерговитрат від 5 до 10%. При цьому збільшення кута нахилу конвеєра від 15 до 45 град. надає приросту питомих енерговитрат від 20 до 50%.

Висновки.

1. Проведено експериментальні дослідження зміни величини питомих енерговитрат гвинтового конвеєра від приросту кроку шнека на одному витку ΔT , кута нахилу конвеєра γ та частоти обертання шнека n під час транспортування пшениці і ячменю.

2. Статистично оброблено результати експериментальних досліджень та виведено рівняння регресії, що адекватно описують досліджувані процеси для визначення величини питомих енерговитрат гвинтового конвеєра.

3. Представлено результати експериментальних досліджень зміни величини питомих енерговитрат. Згідно наведених даних, із збільшенням кута нахилу гвинтового конвеєра величина питомих енерговитрат зростає, при чому найбільші витрати досягають величини 0,05 кВт·год/т·м. Збільшення величини приросту кроку шнека від 0,003м до 0,007м призводить до зменшення питомих енерговитрат від 5 до 10%, а збільшення кута нахилу конвеєра від 15 до 45 град. надає приросту питомих енерговитрат від 20 до 50%. Тому збільшення величини приросту кроку шнека є доцільним способом збереження енерговитрат.

Список літератури

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений [Текст] / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1971. – 215 с.
2. Гевко Б. М. Оптимизация конструктивных параметров шнековых конвейеров [Текст] / Б. М. Гевко, Р. М. Рогатинский // Изв. вузов машиностроения. - М.: Машиностроения, 1987. - № 5. - С. 109-114.

3. Гевко І. Б. Гвинтові транспортно-технологічні механізми: розрахунок і конструювання [Текст] / І. Б. Гевко. – Тернопіль : ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. – 307 с.
4. Гевко І. Моделювання характеру навантаження на гвинтові робочі органи [Текст] / І. Гевко // Вісник ТНТУ. – 2011. – Т. 16, № 1. – С. 69–77.
5. Григорьев А. М. Винтовые конвейеры [Текст] / А. М. Григорьев. – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.
6. ГОСТ Р 52758-2007. Погрузчики и транспортеры сельскохозяйственного назначения. Методы испытаний. М.: ФГУП СТАНДАРТИНФОРМ, 2007. – 54 с.
7. Душинський В. В. Основи наукових досліджень. Теорія та практикум з програмним забезпеченням: навчальний посібник / В. В. Душинський. - К.: НТУУ “КПІ”, 1998. – 408 с.

Roman Hrudovyi, PhD in tech. sci.

Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

Results of experimental researches of energy requirement during transportation of wheat on the spiral conveyor

Aim of the research of the experimental sample was to determine effects of change of volute step length size to the movement of bulky materials and to the energy requirements and comparison with transportation of bulky materials by the screw working tool of the same parameters, but with permanent step.

To determinate influence of constructive and cinematic parameters (independent factors X_i) of the spiral conveyor to its energy requirements during transportation of wheat and barley (parameter of optimization w), there was conduct the experiment of determination of energy requirements during transportation of grain from change of three main parameters: increase of volute step on one volute ΔT , angle of slope of the conveyor γ and frequency of rotation of the screw n , in general $w=f(\Delta T, \gamma, n)$.

Processing of received experimental data was done due to usage of common methods of regressive analysis.

Analysis of received experimental data shows, that increasing of angle of slope of the spiral conveyor causes increasing of energy requirements, the largest requirements is 0,05 kW·hour./t·m. Increasing of volume step from 0,003m to 0,007m causes decreasing of energy requirements from 5 to 10 %. Increasing of angle of slope of the spiral conveyor from 15 to 45 degrees causes increasing of energy requirements from 20 to 50 %. That's why increasing of the volume step is the proven method of energy requirements.

Screw Conveyor, grain material, energy requirement

Одержано 09.11.15

УДК 631.361:637

А.О. Парієв, канд. техн. наук, ст.наук.співроб, О.О. Дробишев, ст. наук. співроб., Т.М. Коротченко, наук. співроб.

Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва, м.Запоріжжя, Україна, imtuaan@ukr.net

Результати експериментальних досліджень розкидача підстилки з роторно-пальцевим робочим органом

Проведено експериментальні дослідження розкидача підстилки з роторно-пальцевим органом. Експериментальний зразок розкидача підстилки відповідає зоотехнічним вимогам, забезпечує локальну та дозовану подачу (0,5кг/гол.) солом'яної підстилки в бокси.

розкидач, роторно-пальцевий орган, експериментальні дослідження, локальна, дозована роздача