

**VI. ТРАНСПОРТНІ ТА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА
ОБЛАДНАННЯ**

УДК 621.87

DOI: 10.37128/2520-6168-2019-1-12

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ
ТРУБЧАСТИМ СКРЕБКОВИМ ТРАНСПОРТЕРОМ****Ляшук Олег Леонтійович**, д.т.н., доцент**Дзюра Володимир Олексійович**, к.т.н., доцент**Клендій Володимир Миколайович**, к.т.н., асистент**Бортник Ігор Михайлович**, асистент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Задорожний Віктор Юліанович, старший викладач

Тернопільський коледж Тернопільського національного технічного університету імені І. Пулюя

O. Lyashuk, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor**V. Dzura**, PhD, Associate Professor**V. Klendii**, PhD, Assistant**I. Bortnik**, Assistant

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

V. Zadorogniy, Senior Lecturer

Technical Colledge Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

Проведено повнофакторний експеримент ПФЕ 3³ для транспортування однорідних сипких вантажів за допомогою канатного транспортера. Виведені рівняння регресійних залежностей продуктивності і моменту в залежності від внутрішній діаметр труби, коефіцієнта заповнення і швидкості транспортування. Побудовані графічні залежності величини продуктивності і моменту від вище приведених факторів для визначення продуктивності і моменту із різного сипучого матеріалу і визначенні коефіцієнти регресії.

Ключові слова: трубчастий скребковий транспортер, транспортування, гранульоване середовище, конструкція транспортера.

Ф. 5. Рис. 5. Табл. 1. Літ. 12.

1. Постановка проблеми

Сучасний рівень розвитку усіх галузей народного господарства України вимагає значного підвищення техніко-економічних показників засобів механізації і автоматизації технологічних процесів, особливо підвищення їх вантажопідйомності і розширення технологічних можливостей. Трубчасті гнучкі канатні конвеєри впроваджують у різних галузях промисловості та сільському господарстві для транспортування однорідних сипких вантажів по криволінійних трасах. Вони економічно доцільні, оскільки дають змогу ефективно використовувати виробничі площі й транспортувати вантажі по трубі, яку можна прокласти по складній просторовій трасі з мінімальним травмуванням особливо насіневих матеріалів.

2. Аналіз останніх досліджень та публікацій

Дослідженням конструктивних і технологічних параметрів транспортно-технологічних систем сипких матеріалів присвячені роботи: Григорьева А. М. [1], Зенкова Р. Л. [2], Гевка Б. М. [3], Рогатинського Р. М. [4], Seidel, K. [5], Ottewell, S. [6] та багатьох інших. Однак питанням розроблення і дослідження технологічних процесів транспортування сипких матеріалів гнучкими канатними конвеєрами приділено недостатньо уваги і вони потребують свого подальшого вирішення.

3. Мета і задачі дослідження

Метою роботи є дослідження процесу переміщення сипкого середовища за допомогою трубчастого скребкового конвеєра по криволінійних трасах.



4. Основні результати дослідження

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

Для транспортування сипких матеріалів нами розроблено конструкцію кормового скребкового транспортера (рис. 1) виконано у вигляді U-подібної труби 1 круглого поперечного січення, яка встановлена горизонтально на раму 10, в яку встановлено гнучкий канат 4, по довжині якого рівномірно з заданим кроком встановлено круглі подаючі диски 3, які з двох сторін жорстко підтиснуті і закріплені до каната кріпильними втулками 2. На вході у U-подібну трубу 1, в площині руху гнучкого каната 4 жорстко встановлена спеціальна приводна зірочка, з можливістю кругового провертання, яка виконана у вигляді диска, в якому рівномірно по колу виконані U-подібні пази, які є у періодичній взаємодії з круглими подаючими дисками 3. Паралельно до U-подібних пазів поряд з ними, з двох сторін круглих подаючих дисків жорстко встановлені Г-подібні штовхачі 15, вертикальні полицьки яких є паралельні до країв U-подібних пазів, в яких верхні горизонтальні полицьки штовхачів є у взаємодії з круглими подаючими дисками 3 з тильної сторони. Спеціальна приводна зірочка жорстко встановлена на привідному валу редуктора, який встановлено перпендикулярно до площини встановлення гнучкого канатного.

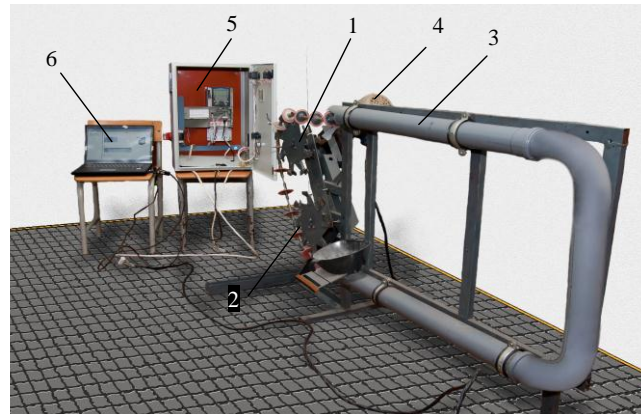
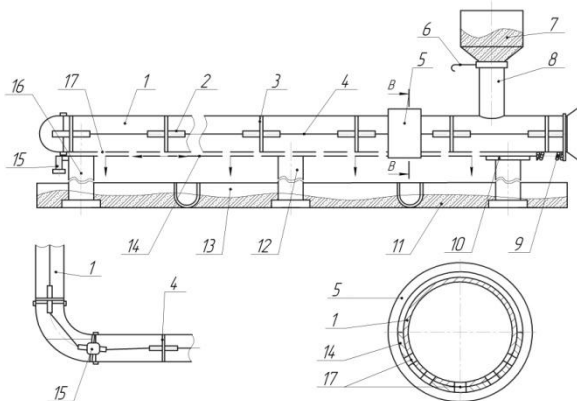


Рис. 1. Модель трубчастого скребкового транспортера

а) кормовий скребковий конвеєр:

1– U-подібна труба; 2 – кріпильні втулки; 3– круглі подаючі диски; 4– канат; 5– ємність; 6– регулювальний шибер; 7–11– сипкий матеріал; 8– бункер; 9– ємність для збору залишків матеріалів; 10– рама; 12–16– вертикальні опори; 13– півкруглий жолоб; 14 – заслінка; 15 – кулачковий штовхач; 17– отвір

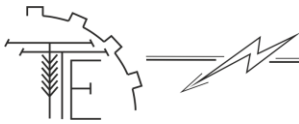
б) експериментальна установка переміщення сипкого середовища:

1– приводна зірочка; 2– робочий орган;
3– редуктор; 4– електродвигун;
5– перетворювач частоти серії Altivar 7.1; 6– персональний комп'ютер.

У трубчастому скребковому транспортері [8], що представляє собою U-подібну трубу, в яку встановлений гнучкий дисковий робочий орган з можливістю осьового переміщення, приводу, бункера, завантажувально-розвантажувальних пристроїв, ємності для збирання транспортованої сировини застосовують привідні механізми, оснащені спеціальними привідними дисками, що розміщена в площині руху робочого органу і взаємодіє з ланками ланцюга спеціальної конструкції, на якому розміщені круглі диски.

Кількість зубів спеціального диска повинна бути кратною 3, тому встановлюється наступний ряд чисел спеціального диска: 12, 15, 18, 21, а її товщину доцільно вибирати в межах 4..6 мм, залежно від навантаження.

Спеціальні привідні диски U-подібного конвеєра, як правило, є збірними, тобто вони передбачають виконання центрального отвору і кріпильних отворів для базування і закріплення маточини, оскільки це впливає на їх ремонтпридатність і передбачає меншу металоємність. Технологічний процес виготовлення даної конструкції привідної зірочки має свої особливості, які



визначаються її конструкцією, наявністю нестандартного кроку, трапецоїдних вибірок. Основними матеріалами для їх виготовлення є середньо вуглецеві або леговані сталі 45, 40X, 35XГСА, 50Г2 або цементовані сталі 15, 20X, 12ХН3А на глибину 1-1,5 мм і гартовані до 55-60 НРС.

Для визначення реальних силових параметрів процесу транспортування сипких матеріалів при проведенні експериментальних досліджень використовували спеціальний пристрій «Altivar 7.1» – перетворювач частоти для асинхронних двигунів, який дозволяє здійснювати плавний пуск і регулювання частоту електродвигуна трубчастого канатного скребкового транспортера.

Однією з вагових переваг даного пристрою є наявність віртуального осцилографа, який дає можливість відслідковувати зміну шуканих параметрів в часі з конкретними числовими значеннями.

Перетворювач частоти Altivar 71 має наступні заводські налаштування, які відповідають найбільш частим застосуванням:

- макроконфігурація: Пуск/Стоп.
- частота напруги живлення двигуна: 50 Гц.
- спосіб нормальної зупинки з заданим темпом гальмування;
- спосіб несправностей при несправності;
- час лінійного розгону/гальмування – 3с;
- нижня швидкість – 0 Гц;
- верхня швидкість – 50 Гц;
- тепловий струм двигуна рівний номінальному струму двигуна;
- струм динамічного гальмування рівний 0,7 номінального струму перетворювача на протязі 0,5 с;
- без автоматичного повторного пуску при виникненні несправностей;
- дискретні та аналогові виходи.

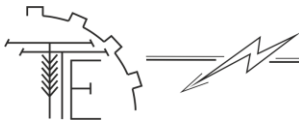
При проведенні експериментальних досліджень використовували канатний скребковий робочий орган. Кінці канатного скребкового робочого органа з'єднували металевою рознімною шайбою і пружинним кільцем, а швидкість робочого органу трубчастого канатного скребкового транспортера коливається в межах 0,1...1,25 м/с.

Для визначення продуктивності транспортера використовували матеріали для транспортування з відповідною об'ємною масою: горох – 700 кг/м³; пшениця – 760 кг/м³; кукурудза – 800 кг/м³; висівки – 250 кг/м³ з вологістю, яка становить $W=12...15\%$, що дозволило побудувати аналітичні регресійні рівняння.

Для транспортування сипучого матеріалу по металевій трубі використано скребки, які виготовлено із поліаміду ПА-6 або ПА-12 блочний (ТУ 6-05-997-75) з шорсткістю поверхні $R_a \approx 2,5$ мкм. Такі скребки безпосередньо контактують із насінням і не травмують його, при цьому коефіцієнт тертя-ковзання по трубі складає $f=0,1...0,15$, що створює менший крутний момент, ніж при застосуванні металевих скребоків, коефіцієнт тертя-ковзання яких досягає $f=0,60$. Так, при транспортуванні висівки зменшення крутного моменту складає пшениці 7 – 15% , висівки 3 – 5% для діапазону коефіцієнта заповнення сипучим матеріалом труби 0,3...0,7.

Для встановлення раціональних співвідношень режимних параметрів для транспортування трубчастим канатним скребковим транспортером, які забезпечують задану (нормовану) якість, застосовано методику математичного планування експерименту [10 – 11] задачею якої є одержання статичної математичної моделі, що адекватно описує процес. Відповідно до методики [10] побудова і дослідження математичної моделі зводиться до наступного: отримання апріорної інформації про об'єкт, вибору критерію (відгуку) і впливових чинників (факторів), вибір інтервалів варіювання факторів, складання матриці планування, вибору типу математичної моделі, розрахунок коефіцієнтів і критеріїв, які визначають значимість коефіцієнтів регресії, відтворюваність дослідів і адекватність моделі.

Для визначення взаємозв'язків між вибраними факторами і критерієм параметрів транспортування сипучого середовища на продуктивність і крутний момент (параметр оптимізації Q і T) проведений повнофакторний експеримент, тобто визначення залежності продуктивності і крутного моменту від зміни трьох основних факторів: коефіцієнта заповнення K_3 , внутрішнього діаметра труби D , м та лінійної швидкості транспортування ν , м/с, тобто $Q=f(D, K_3, \nu)$ і $T=f(D, K_3, \nu)$.



При дослідженні залежності продуктивності і крутного моменту від режимних параметрів процесу як відгук обрана величина. В якості змінних режимних факторів, які суттєво впливають на продуктивність і крутний момент, обрані характеристики кінематичного режиму: x_1 - внутрішній діаметр труби D , м; x_2 - коефіцієнт заповнення K_3 ; x_3 - лінійна швидкість транспортування V , м/с.

Математичний опис продуктивності та крутного моменту при транспортуванні одержано шляхом варіювання кожного з факторів на трьох рівнях, що відрізняються від основного на величину кроку Δx (інтервал варіювання). Інтервали варіювання факторів визначалися з факторного простору, що є в реальних умовах, результатів попередніх досліджень і рекомендацій щодо експлуатації робочих органів. Інтервали варіювання і основні рівні факторів для дослідів наведені в таблиці 1.

Функцію відгуку (параметр оптимізації), тобто продуктивність $Q = f(D, K_3, v)$ і крутний момент $T^i = f(D, K_3, v)$, визначені експериментальним шляхом, представлено у вигляді математичної моделі повного квадратичного полінома [10]:

$$Q = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2, \quad (1)$$

де $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{11}, b_{22}, b_{33}$ - коефіцієнти відповідних значень x_i ; x_1, x_2, x_3 - відповідні кодовані фактори.

Таблиця 1

Значення рівнів факторів трубчастого скребкового канатного транспортера.

Рівні факторів	Нормована величина	Внутрішній діаметр труби D (x_1), м	Коефіцієнт заповнення K_3 (x_2)	Лінійна швидкість транспортування V (x_3), м/с
Верхній	+1	0,1	0,7	0,34
Основний	0	0,08	0,5	0,23
Нижній	-1	0,06	0,3	0,12
Інтервал варіювання	Δx	0,02	0,2	0,11

В результаті обробки матриці, за програмним середовищем «Statistica», було отримано регресійну математичну модель у вигляді поліному другого ступеня, що визначає залежність продуктивності і крутного моменту від режимних параметрів роботи трубчастого скребкового транспортера.

Загальний вигляд рівняння регресії продуктивності за результатами проведених ПФЕ 3³ у кодованих величинах дорівнюють:

- для транспортування пшениці

$$Q_{\text{пшениці}} = -450 \cdot 10^3 D^2 - 12,178 \cdot 10^3 K_3 + 2,573 \cdot 10^3 - 21,416 \cdot 10^3 v + 5,975 \cdot 10^3 K_3^2 + 34,289 \cdot 10^3 D + 149,545 \cdot 10^3 Dv + 13,545 \cdot 10^3 K_3 v + 83,250 \cdot 10^3 DK_3 + 19,173 \cdot 10^3 v^2; \quad (2)$$

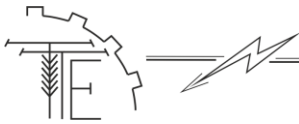
- для транспортування висівки

$$Q_{\text{висівки}} = -10,896 \cdot 10^3 K_3 - 20,568 \cdot 10^3 v + 18,181 \cdot 10^3 v^2 - 615 \cdot 10^3 D^2 + 5,2 \cdot 10^3 K_3^2 + 12,681 \cdot 10^3 K_3 v + 156,363 \cdot 10^3 Dv + 1,099 \cdot 10^3 + 60,561 \cdot 10^3 D + 77,25 \cdot 10^3 DK_3. \quad (3)$$

Величини передавання максимального крутного моменту для різних сипких матеріалів на експериментальній установці

$$T_{\text{пшениця}} = -71,23 K_3 - 12,23 - 56,988 v + 0,745 \cdot 10^3 DK_3 - 81,81 Dv - 6,81 K_3 v + 138,01 v^2 - 4,9 \cdot 10^3 D^2 + 44,5 K_3^2 + 0,756 \cdot 10^3 D \quad (4)$$

$$T_{\text{висівки}} = -68,29 K_3 - 9,17 - 66,1 v - 45 K_3 v + 143,8 v^2 + 41 K_3^2 - 4,575 \cdot 10^3 D^2 + 0,713 \cdot 10^3 DK_3 - 9,09 Dv + 0,686 \cdot 10^3 D. \quad (5)$$



Отримані рівняння регресії можуть бути використані для визначення залежності продуктивності Q (рис. 2, 3) та рівняння регресії крутного моменту T від внутрішнього діаметра труби (рис. 4, 5). Коефіцієнт завантаження конвеєра та лінійної швидкості транспортування у таких межах зміни вхідних факторів: $0,060 \leq D \leq 0,100$ (м); $0,3 \leq K_3 \leq 0,7$; $0,12 \leq v \leq 0,34$ (м/с).

На основі проведених досліджень побудовано графічні залежності (рис. 2, 3), з яких бачимо, що продуктивність трубчастого скребкового конвеєра для сипкого матеріалу (пшениця) залежить від внутрішнього діаметра труби D і лінійної швидкості v та від коефіцієнта завантаження конвеєра K_3 . Отже, при збільшенні діаметра труби й швидкості продуктивність зростає й сягає 3975 кг/год.

За результатами проведених досліджень встановлено (рис. 4, 5), що фактором, який впливає на величину крутного моменту T , є величина внутрішнього діаметра труби D і коефіцієнт завантаження конвеєра K_3 . Однак лінійна швидкість знаходиться в діапазоні $v = 0,12 \dots 0,34$ м/с, що суттєво впливає на значення крутного моменту T .

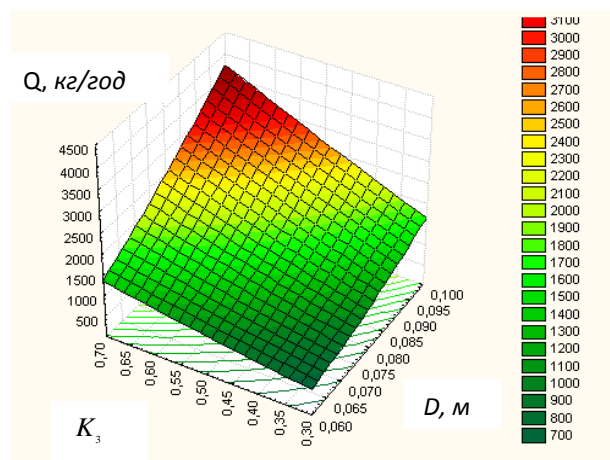


Рис. 2. Поверхня відгуку залежності продуктивності $Q_{\text{пшениця}}(D, K_3)$ при транспортуванні пшениці трубчастим скребковим транспортером від діаметра труби та коефіцієнта завантаження при лінійній швидкості ($v = 0,23$ м/с)

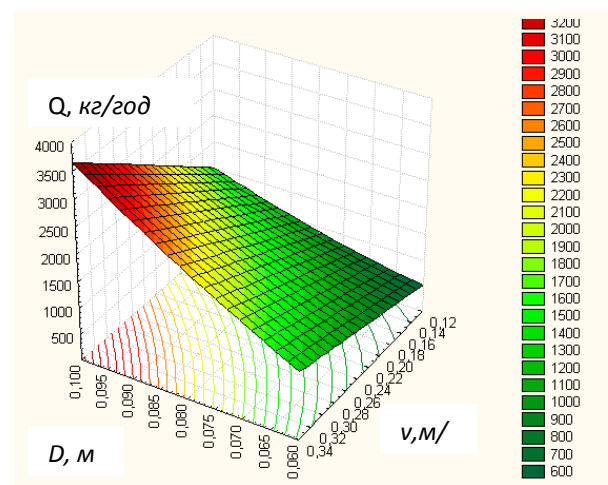


Рис. 3. Поверхня відгуку залежності продуктивності $Q_{\text{висівки}}(D, v)$ при транспортуванні висівки трубчастим скребковим транспортером від лінійної швидкості та діаметра труби при коефіцієнті завантаження $K_3 = 0,5$

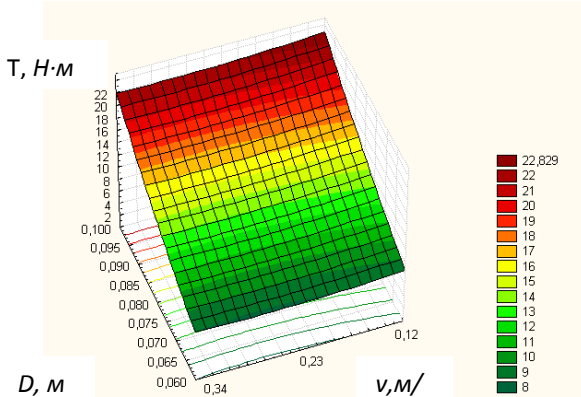


Рис. 4. Поверхня відгуку залежності крутного моменту транспортування пшениці трубчастим скребковим транспортером $T_{D,v}^{\text{пшениці}}$ від внутрішнього діаметра труби D та лінійної швидкості при коефіцієнті завантаження K_3

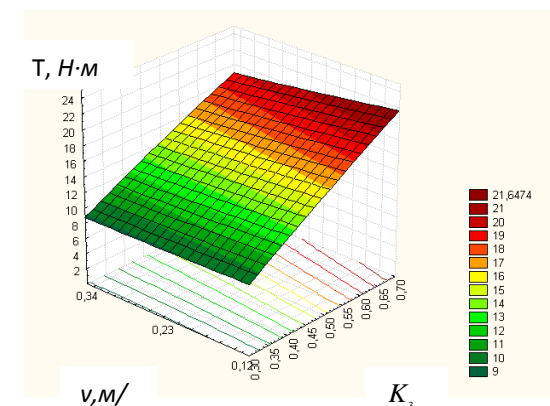
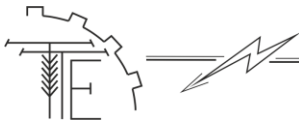


Рис. 5. Поверхня відгуку залежності крутного моменту транспортування висівки трубчастим скребковим транспортером $T_{K_3,v}^{\text{висівки}}$ від лінійної швидкості конвеєра та коефіцієнті завантаження при внутрішнього



=0,5

діаметра труби $D=0,08\text{ м}$

5. Висновки

1. На основі проведеного комплексу експериментальних досліджень виведено регресійні залежності для визначення моменту і продуктивності транспортування трубчастим скребковим конвеєром по криволінійних трасах для матеріалів пшениця, висівки і визначенні коефіцієнти регресії рівняння продуктивності і крутного моменту транспортування. Встановлено, що суттєво на момент транспортування і продуктивність впливає внутрішній діаметр труби, коефіцієнта заповнення і лінійна швидкість транспортування.

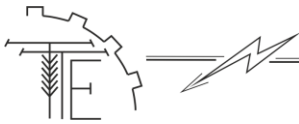
2. Побудовані поверхні відгуку залежності продуктивності транспортування трубчастого скребкового конвеєра, з використанням програмного забезпечення “Statistica-6.0” for Windows, і встановлено, що максимальна продуктивність для кукурудзи складає 3975 кг/год, що на 20-25% більше, ніж для пшениці.

Список використаних джерел

1. Григорьев А. М. Винтовые конвейеры / А. М. Григорьев. – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.
2. Зенков Р. Л. Машины непрерывного транспорта / Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н. Колобов. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.
3. Гевко Б. М. Винтовые подающие механизмы сельскохозяйственных машин / Б. М. Гевко, Р. М. Рогатинский. – Львов : Изд-во при Львовском университете, 1969. – 176 с.
4. Рогатинський Р. М. Механіко-технологічні основи взаємодії шнекових робочих органів із сировиною сільськогосподарського виробництва. Дис... докт. техн. наук. Р. М. Рогатинський. – Київ, 1997. – 502 с.
5. Seidel, K. Similar materials-easily broken: Tubular drag cable conveyors for sensitive materials (Short Survey). Bulk Solids Handling, Issue SPEC. ISS, 2012. – P. 32 – 33.
6. Ottewell, S. Conveying changes direction // Chemical Processing, 2012. – Volume 75. – Issue 3. – P. 30 – 34.
7. Ottewell, S. Company is nuts about new tubular drag conveyor // Powder and Bulk Engineering, 2007. – Volume 21. – Issue 7. – P. 36 – 41.
8. Патент №54102 Україна, МПК (2009) B65G 33/00. Гнучкий канатний транспортер / Гевко Б. М., Ляшук О. Л., Стефанів В. М., Олексин О. В., Комар Р. В., Гевко І. Б., Дячун А. Є. – u201005330; Заявл. 30.04.2010; Опубл. 25.10.2010. Бюл. № 20. – 4 с.
9. Любін М. В. Механізація транспортуючих та вантажопідійомних робіт / М. В. Любін, П. С. Берник. – Київ – Вінниця: Урожай, 1996. – 191 с.
10. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановський. – М.: Наука, 1976. – 215 с.
11. Душинський В. В. Основи наукових досліджень / В. В. Душинський. – К.: Вища школа, 2002. – 386 с.

Reference

- [1]. Grigor'ev, A. (1972) *Vintovye konvejeri [Screw conveyors]* Moscow: Mashynostroenye [in Russian].
- [2]. Zenkov, R. (1987) *Mashini nepreryvnogo transporta [Machines for continuous transport]* Moscow. Mashynostroenye [in Russian].
- [3]. Gevko, B., Rogatinskij, R. (1969) *Vintovye podayushchie mekhanizmi sel's'kohozyajstvennih mashin [Screw feed mechanisms of agricultural machines]* Lvov: Iz-vo pri L'vovskom universitete.[in Russian].
- [4]. Rogatinskij, R. (1997) *Mekhaniko-tekhnologichni osnovi vzaemodii shnekovih robochih organiv iz sirovinoyu sil's'kogospodars'kogo virobnictva [Mechanic-technological bases of interaction of screw working bodies with raw materials of agricultural production]* Kiev. Disertaciya dok.tekhn.nauk. Rogatinskij, R. [in Ukrainian].
- [5]. Seidel, K. (2012) Similar materials-easily broken: Tubular drag cable conveyors for sensitive materials (Short Survey), 32 – 33 Bulk Solids Handling, Issue SPEC. ISS.
- [6]. Ottewell, S. (2012) Conveying changes direction, 75, 3, 30-34, Chemical Processing.
- [7]. Ottewell, S. (2007) Company is nuts about new tubular drag conveyor, 21, 7, 36 – 41, Powder and Bulk Engineering.



- [8]. Patent №54102 Ukraïna, MPK (2009) V65G 33/00 *Gnuchkij kanatnij transporter [Cable carriage]*. Zayavl. 30.04.2010; 20, 4 c.[in Ukrainian].
- [9]. Lyubin, M., Bernik, P. (1996) *Mekhanizaciya transportuyuchih ta vantazhopidjomnih robot [Mechanization of transportation and load lifting works]* Kiev-Vinnitsa: Urozhaj.[in Ukrainian].
- [10]. Adler, Y., Markova, E., Granovs'kij, Y. (1976) *Planirovanie ehksperimenta pri poiske optimal'nyh reshenij [Planning of experiment to find optimal solutions]* Moscow: Nauka [in Russian].
- [11]. Dushins'kij, V. (2002) *Osnovi naukovih doslidzhen' [Basics of the scientific research]* Kyiv: Vishcha shkola [in Ukrainian].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТИРОВКА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ТРУБЧАТЫХ СКРЕБКОВЫХ ТРАНСПОРТЕРОВ

Проведен полнофакторный эксперимент ПФЭ 3³ для транспортировки однородных сыпучих грузов с помощью канатного транспортера. Выведены уравнения регрессионных зависимостей производительности и момента в зависимости от внутреннего диаметра трубы, коэффициента заполнения и скорости транспортировки. Построены графические зависимости величины производительности и момента от выше приведенных факторов для определения производительности и момента для различного сыпучего материала и определены коэффициенты регрессии.

Ключевые слова: трубчатый скребковый транспортер, транспортирование, гранулированная среда, конструкция транспортера.

Ф. 5. Рис. 5. Табл. 1. Лит. 11

EXPERIMENTAL STUDIES TRANSPORTATION OF BULK MATERIALS TUBULAR SCRAPER TRANSPORTERS

A full-factor experiment PFE 3³ was carried out for the transport of homogeneous bulk cargoes with the help of a cable carriage. The equations of the regression dependences of productivity and moment are deduced depending on the internal diameter of the pipe, the coefficient of filling and the speed of transportation. Graphical dependences of the magnitude of productivity and momentum on the above-mentioned factors for determining the productivity and moment from different bulk material and determination of regression coefficients are constructed.

Key words: tubular scraper conveyor, transporting, granular medium, conveyor performance .

F. 5. Fig. 5. Tab. 1. Ref. 11

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Ляшук Олег Леонтійович – д.т.н., доцент, завідувач кафедри «Автомобілів» Тернопільського національного університету імені Івана Пулюя (вул. Руська, м. Тернопіль, 5646001, Україна).

Дзюра Володимир Олексійович – к.т.н. доцент, доцент кафедри «Транспортних технологій та механіки» Тернопільського національного університету імені Івана Пулюя (вул. Руська, м. Тернопіль, 5646001, Україна).

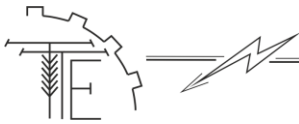
Клендій Володимир Миколайович – к.т.н. доцент, доцент кафедри «Автомобілів» Тернопільського національного університету імені Івана Пулюя (вул. Руська, м. Тернопіль, 5646001, Україна).

Бортник Ігор Миронович – асистент кафедри «Технічної механіки та сільськогосподарських машин» Тернопільського національного університету імені Івана Пулюя (вул. Руська, м. Тернопіль, 5646001, Україна).

Задорожний Віктор Юліанович – викладач вищої категорії, старший викладач циклової комісії, радіотехнічних дисциплін Технічного коледжу Тернопільського національного університету імені Івана Пулюя (вул. Л. Курбаса, 13, м. Тернопіль, 46016, Україна).

Ляшук Олег Леонтьевич – д.т.н., доцент, заведуючий кафедрой «Автомобилей» Тернопольского национального университета имени Ивана Пулюя (ул. Русская., г. Тернополь, 5646001, Украина).

Дзюра Владимир Алексеевич – к.т.н. доцент, доцент кафедры «Транспортных технологий и механики» Тернопольского национального университета имени Ивана Пулюя (ул. Русская., г. Тернополь, 5646001, Украина).



Клендий Владимир Николаевич – к.т.н. доцент, доцент кафедры «Автомобилей» Тернопольского национального университета имени Ивана Пулюя (ул. Русская., г. Тернополь, 5646001, Украина).

Бортник Игорь Миронович – ассистент кафедры «Технической механики и сельскохозяйственных машин» Тернопольского национального университета имени Ивана Пулюя (ул. Русская., г. Тернополь, 5646001, Украина).

Задорожный Виктор Юлианович – преподаватель высшей категории, старший преподаватель цикловой комиссии, радиотехнических дисциплин Технического колледжа Тернопольского национального университета имени Ивана Пулюя (ул. Л. Курбаса, 13., г. Тернополь, 46016, Украина).

Lyashuk Oleg – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of “Automobiles” of Ternopil National University named after Ivan Puluj (Russkaya Str., Ternopil, 5646001, Ukraine).

Dzyura Volodymyr – PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of “Transport Technologies and Mechanics” of Ternopil National University named after Ivan Puluj (Russkaya Str., Ternopil, 5646001, Ukraine).

Klendii Volodymyr – PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of “Automobiles” of Ternopil National University named after Ivan Puluj (Russkaya Str., Ternopil, 5646001, Ukraine).

Bortnik Igor Mironovich – Assistant of the Department of "Technical mechanics and agricultural machines" of Ternopil National University named after Ivan Puluj (Russkaya Str., Ternopil, 5646001, Ukraine).

Zadorozhny Victor Yulianovich – Teacher of Higher Category, Senior Lecturer of the Cyclic Commission, Radio Engineering Disciplines of the Technical College of Ternopil National University named after Ivan Puluj (13, L. Kurbas St., Ternopil, 46016, Ukraine).