

УДК 631.374:631.362:633.1

В. Л. Куликівський¹**В. К. Палійчук¹****В. М. Боровський¹**

ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТІ ДИНАМІКИ ЗНОШУВАННЯ ВИТКІВ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ТРАНСПОРТЕРІВ

¹Житомирський національний агроекологічний університет

Запропоновано конструкцію експериментального транспортера, яка дозволяє впливати на величину зазору між спіраллю та кожухом, зменшуючи її під час зношування витків. Приведені результати досліджень динаміки зміни профілів периферійних частин витків експериментального та серійного гвинтових транспортерів.

Ключові слова: гвинтовий робочий орган, зношування, зерновий матеріал, транспортування.

Вступ

Переміщення, направлення і розподілення зернових потоків викликає великі навантаження на робочі та допоміжні органи агрегатів машин, що призводить до збільшення зношування їх деталей та вузлів. Це потребує удосконалення транспортувальних пристроїв, пов'язане з необхідністю вирішення завдань, направлених на зменшення сил тертя, які виникають між рухомими та нерухомими деталями. Особливо важливою є ця проблема для гвинтових робочих органів, що знаходяться всередині нерухомих кожухів і призначені для транспортування зернових матеріалів [1, 2].

Досвід експлуатації шнекових робочих органів та проведені дослідження [1—4] показують, що найбільше зношування спостерігається на периферії витків. Особливо це характерно для нижніх витків похилих шнеків, що орієнтовані під кутом до горизонту, який перевищує кут тертя зернової маси по матеріалу кожуха.

Зношування робочих поверхонь шнеків слід розглядати, як природний процес втрати форми і маси під час контактної взаємодії робочого органу з матеріалом, що транспортується. Проте, на особливу увагу заслуговує нерівномірність його розподілення по окремих ділянках. Так, найбільша інтенсивність зношування спостерігається на робочій поверхні витка в периферійній його частині. Поступово початкова, практично прямокутна форма нового витка внаслідок зношування заокруглюється і набуває в перерізі криволінійного робочого профілю.

Таким чином, в процесі роботи профіль зношування переміщується в тіло витка, характеризуючи зміну геометрії та маси витка. Однак, при цьому, якщо розмір зазору між рухомим витком та кожухом шнека не змінюється, то зношування витка практично не впливає на показники його роботи. Зміни в працездатності робочого органу починають проявлятися під час збільшення зазору внаслідок подальшого зношування витка.

Актуальною є розробка нових конструкцій гвинтових транспортерів, довговічність роботи яких може бути підвищена методами компенсації змін їх геометричних параметрів, що виникли внаслідок зношування.

Мета роботи полягає у встановленні закономірності динаміки зміни профілів периферійних частин витків експериментального та серійного гвинтових транспортерів.

Результати дослідження

Під час експлуатації витки гвинтових робочих органів втрачають свої геометричні параметри, що зумовлено зміною власної форми та конструктивних параметрів. У процесі зношування профіль периферійної частини набуває форму кривої, що приводить до підвищення енергоємності

процесу транспортування і травмування зернового матеріалу, який переміщується, через збільшення зазору між торцями витків робочого органу та внутрішньою стінкою кожуха гвинтового транспортера.

З метою покращення ефективності переміщення зернового матеріалу та підвищення ресурсу гвинтового робочого органу, було запропоновано конструкцію експериментального транспортера [5], який складається з кожуха 1 (рис. 1), всередині якого у підшипникових вузлах 2, 3 обертається вал із закріпленим на ньому конусним гвинтом 4 зі змінним кроком, що дозволяє рівномірно переміщувати сипкий матеріал від завантажувального лотка 6 до розвантажувального патрубка 7.

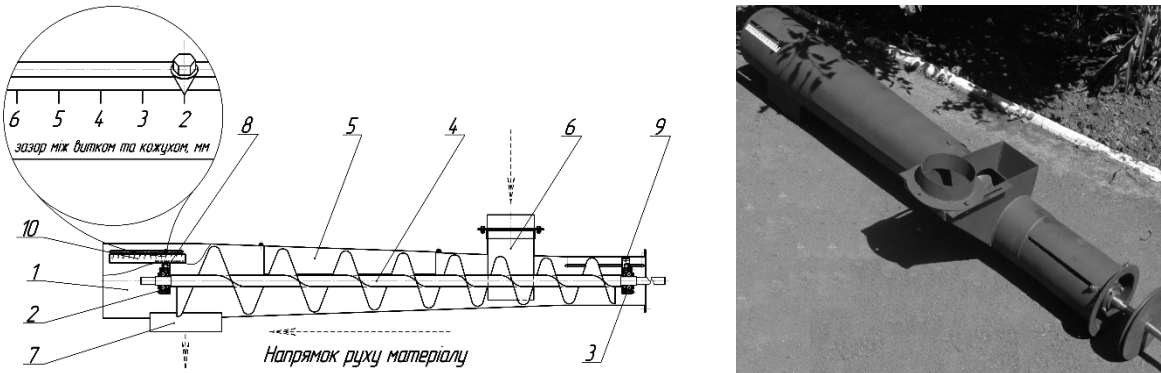


Рис. 1. Експериментальний гвинтовий транспортер:

1 — кожух; 2, 3 — підшипникові вузли; 4 — конусний гвинт; 5 — оглядовий люк; 6 — завантажувальний лоток; 7 — розвантажувальний патрубок; 8, 9 — механізми переміщення гвинта; 10 — регульовальна шкала

Кожух в місцях встановлення підшипникових вузлів, має механізми переміщення 8, 9 конусного гвинта по осі вала, величина переміщення регулюється шкалою 10 нерухомо закріпленою на поверхні кожуха з ціною поділки рівною зазору між торцями витків гвинта та внутрішньою стінкою кожуха. У верхній частині кожуха транспортера розміщений оглядовий люк 5, який дозволяє контролювати процес переміщення матеріалу та фіксувати відхилення параметрів гвинтового робочого органу в процесі експлуатації.

Така конструкція гвинтового транспортера (рис. 1) дасть змогу збільшити строк експлуатації шнекового робочого органу, зменшити травмування зернового матеріалу та знизити енергозатрати на його переміщення.

В процесі дослідження динаміки зношування витків серійного та експериментального [5] гвинтових транспортерів проводилось зняття реплік з торцевих поверхонь спіралей з подальшим фотографуванням відбитків профілів пер. Зняття відбитків з досліджуваних ділянок здійснювалось через рівні проміжки напрацювання ($\Delta Q = 300$ тон).

Аналіз показує, що найінтенсивніше процес зношування відбувається на кутовій, периферійній частині витка, яка працює на максимальних радіусах обертання з поступовим зменшенням в міру переміщення до центру (осі вала). Така нерівномірність зношування може бути пояснена таким чином: нерівномірністю діючого тиску з боку потоку зернових частинок; впливом швидкості ковзання зернин по витку.

В результаті дослідження динаміки зношування гвинтових робочих органів встановлено, що зазор між торцем витка та внутрішньою стінкою кожуха починає зростати внаслідок напрацювання горизонтального транспортера 1,4...1,8 тис. тон (рис. 2).

Біля завантажувальних лотків горизонтальних гвинтових транспортерів інтенсивність зношування периферійної частини витка у 1,2...1,3 рази більша, ніж на інших аналогічних робочих ділянках по довжині гвинта, в напрямку переміщення, вивантажування зернового матеріалу. Причиною цього є протидія робочій поверхні гвинта, рух якої протилежний переміщенню зернового матеріалу в завантажувальному лотку. Чим частіше торцева поверхня гвинта діє на зерновий матеріал, тим швидше він загальмовується та знижується його проникність в транспортувальну частину, спричиняючи інтенсивніше зношування периферійної частини витка біля завантажувального лотка. Крім того, прохідні отвори в забірній частині під час обертання робочого органу змінюються за величиною і положенням, що створює додаткові пульсації потоку матеріалу в процесі його захоплення.

Таким чином, частинка гвинта постійно знаходиться в завантажувальному пристрої. Вона є

складною заслінкою, що обертається на шляху потоку зерен, які виходять з лотка та вдаряються об периферійну частину витка, спричиняючи її інтенсивніше зношування у порівнянні з іншими ділянками робочої поверхні гвинта.

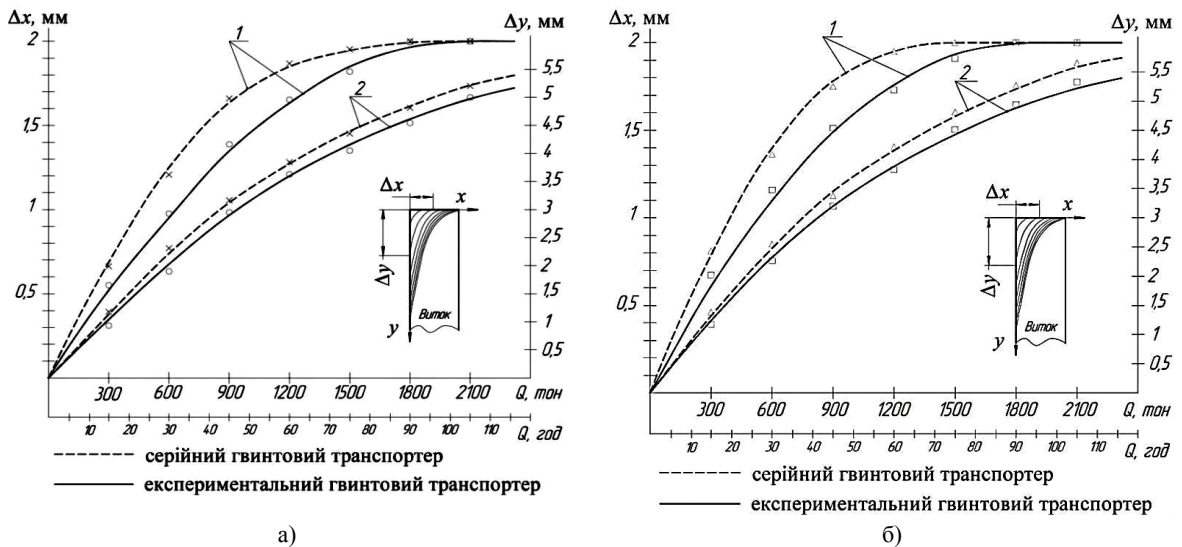


Рис. 2. Зміна профілю периферійної частини витка горизонтального гвинтового транспортера в залежності від напруцювання та місця розташування витків: а — горизонтальна робоча ділянка; б — завантажувальна ділянка; 1 — по товщині витка; 2 — по висоті витка

Ще інтенсивніше процес зношування робочих поверхонь гвинтів відбувається в похилих транспортерах, орієнтованих під кутом до горизонту. Особливо це стосується нижніх витків, розміщених біля завантажувальної ділянки (рис. 3). Інтенсифікація зношування зумовлена зростанням опору від тертя зернового матеріалу об робочу поверхню гвинта та кожуха. Як наслідок цього, зазор між торцем гвинта та внутрішньою стінкою кожуха зростає.

Значний вплив на інтенсивність зношування витків мають абразивні частинки та пил, що містяться в зерновому матеріалі, які в процесі переміщення сепаруються і накопичуються в нижній частині гвинтового робочого органу похилого транспортера.

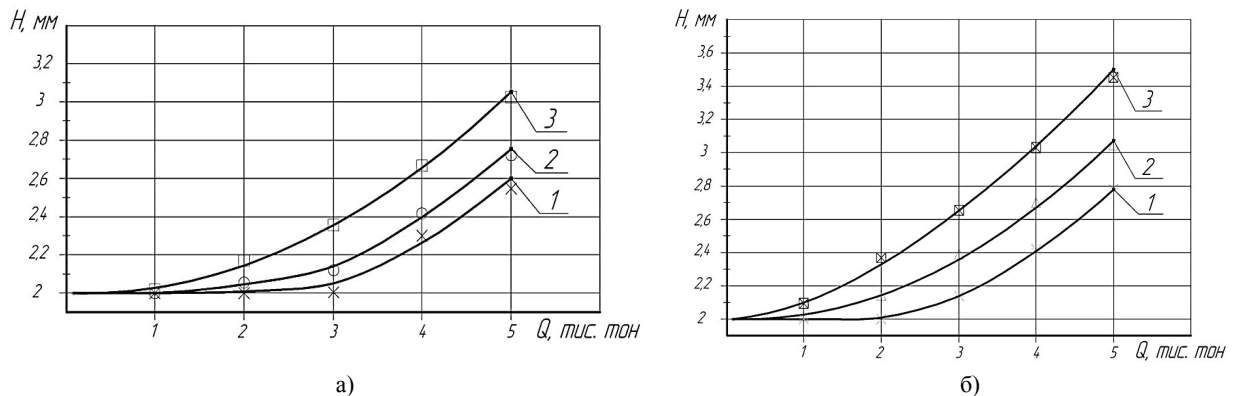


Рис. 3. Залежність зміни зазору між торцем витка та внутрішньою стінкою кожуха H по довжині гвинта (а) і біля завантажувального лотка (б) від напруцювання Q із кутом нахилу транспортера: 1 — 0 град; 2 — 10 град; 3 — 20 град

Під час дослідження впливу кута нахилу експериментального транспортера до горизонту на нерівномірність зношування витків по довжині гвинта, окрім зняття реплік за допомогою комплексу щупів визначалась зміна зазору між торцями витків робочого органу та внутрішньою стінкою кожуха, через рівні проміжки напруцювання.

Дослідженнями встановлено, що зазор між торцем гвинта та внутрішньою стінкою кожуха похилого транспортера ($\alpha = 20 \dots$) внаслідок напруцювання 5 тис. тон в 1,3 рази більший, ніж у горизонтальному гвинтовому транспортері (рис. 3). Найбільша інтенсивність зношування спостерігається в нижній частині гвинта похилого транспортера і після напруцювання $Q = 5$ тис. тон зазор між торцем гвинта та внутрішньою стінкою кожуха збільшився в 1,7 рази, тобто діаметр робочого органу зменшився приблизно на 3 мм (2 %).

Збільшене зображення робочої поверхні гвинта (рис. 4) показує, що її рельєф є складним. На

значних поверхнях найчастіше спостерігалися мікрodefекти у вигляді вм'ятин з різними рівнями деформування поверхні та подряпини — сліди взаємодії робочої частини витка з невеликими твердими включеннями, що знаходяться в зерновому матеріалі, який переміщується.

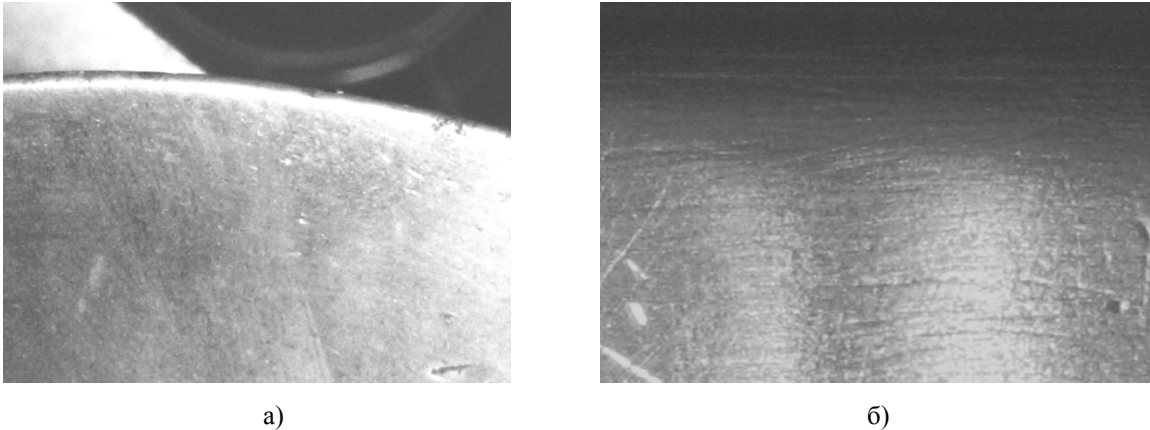


Рис. 4. Поверхня зношування робочої ділянки гвинта транспортера: а) внаслідок напрацювання 5 тис. тон; б) збільшення ділянки ($\times 10$)

Запропонована конструкція експериментального транспортера [5] дозволяє зменшувати величину зазору, компенсуючи зношування витків. Як наслідок цього, напрацювання до настання граничного стану може бути збільшене у порівнянні з серійним шнеком. Динаміка зміни зазору для серійного та запропонованого експериментального гвинтового транспортера показана на рис. 5.

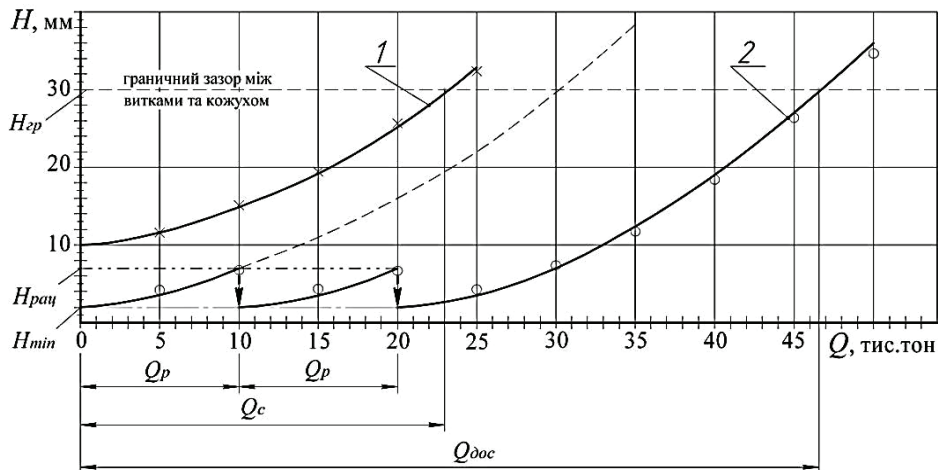


Рис. 5. Залежність зміни зазору між витками та кожухом від напрацювання гвинтових транспортерів: 1 — серійного; 2 — експериментального

Введення в конструкцію можливості регулювання зазору дозволила знизити початкове його значення до $H_{\min} \approx 2$ мм, тим самим розширивши зону можливого зношування витків. Доцільно під час досягнення зазором допустимої величини $H_{\text{нач}} \approx 7$ мм провести проміжне регулювання транспортера до $H_{\min} \approx 2$ мм, що відповідає напрацюванню $Q_p \approx 10$ тис. тон. Ця операція повторюється стільки разів, скільки дозволяє конструкція робочого органу. Під час закінчення зони регулювання експериментальний гвинтовий робочий орган зношується до граничного значення зазору $H_{\text{гр}} = H_{\text{max}} \approx 30$ мм, що відповідає напрацюванню $Q_{\text{дос}} = 46,5$ тис. тон. Встановлено, що порівняно зі серійним шнековим живильником, в якого граничний зазор досягається завдяки $Q_c = 23$ тис. тон, ресурс дослідного експериментального гвинтового транспортера, за рахунок можливості регулювань, збільшується у 2 рази.

Висновки

Основним фактором, який негативно впливає на ефективність роботи шнекових транспортерів є збільшення зазору між кожухом та витками внаслідок інтенсивного зношування останніх. Підвищення ресурсу гвинтових робочих органів можна досягти конструктивними методами завдяки

стабілізації зазору в раціонально допустимих межах.

Конструктивно, наданням можливості регулювання зазору між витками та кожухом досягнуто збільшення ресурсу гвинтового робочого органу до двох разів. Періодичність регулювань складає 10 тис. тон, а загальний ресурс досягає 46,5 тис. тон.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кальбус Г. Л. К вопросу изнашивания вертикальных шнеков при транспортировании зерна и комбикормов / Г. Л. Кальбус, Л. В. Тененбаум, Т. И. Бородина // Исследование и конструирование машин для животноводства и кормопроизводства : сборник научных трудов ВНИИ живмаш. — К., 1976. — Вып. 2. — С. 147—151.
2. Кузнецов В. В. Влияние нормальной нагрузки на износ транспортирующих устройств сельскохозяйственных машин зерновым ворохом / В. В. Кузнецов // Энергетика, динамика, износ и ремонт сельскохозяйственной техники : научные труды. — Воронеж : изд-во ВСХИ, 1978. — Т. 99. — С. 67—70.
3. Кузнецов В. В. Исследование износостойкости навивок шнеков / В. В. Кузнецов, Б. П. Ласаев, В. Л. Седаш // Совершенствование и улучшение использования сельскохозяйственной техники : научные труды. — Воронеж : изд-во ВСХИ, 1976. — Т. 75. — С. 46—48.
4. Кузнецов В. В. Методы уменьшения износа поверхностей трения зерноочистительных агрегатов / В. В. Кузнецов. — Воронеж : изд-во ВГУ, 1984. — 132 с.
5. Пат. 58312 Україна, МПК В65G 33/00. Гвинтовий транспортер / А. І. Бойко, В. М. Савченко, В. Л. Куликівський ; заявник В. Л. Куликівський. — № u201010970 ; заявл. 13.09.2010 ; опубл. 11.04.2011, Бюл. № 7.

Рекомендована кафедрою металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 18.12.2015

Куликівський Володимир Леонідович — канд. техн. наук, доцент кафедри машиновикористання, мобільної енергетики та сервісу технологічних систем, e-mail: kylikovskiy@mail.ru;

Палійчук Володимир Костянтинович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри машиновикористання, мобільної енергетики та сервісу технологічних систем;

Боровський Віктор Миколайович — ст. викладач кафедри машиновикористання, мобільної енергетики та сервісу технологічних систем.

Житомирський національний агроекологічний університет, Житомир

V. L. Kulykivskiy¹
V. K. Paliichuk¹
V. M. Borovskiy¹

Establishing Patterns of Wear Dynamics of Working Bodies Screw Conveyors

¹Zhytomyr National Agroecological University

There has been suggested the design of the experimental conveyor which allows to influence the size of the clearance between the spiral and the casing, reducing wear at its turns. The results of studies of the dynamics change profiles of peripheral parts of the turns and the experimental series of screw conveyors.

Keywords: screw working body, wear, grain material, transportation.

Kulykivskiy Volodymyr L. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Chair of Operation of Machines, Mobile Power and Service of Technological Systems, e-mail: kylikovskiy@mail.ru;

Paliichuk Volodymyr K. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Chair of Operation of Machines, Mobile Power and Service of Technological Systems;

Borovskiy Victor M. — Senior Lecturer of the Chair of Operation of Machines, Mobile Power and Service of Technological Systems

В. Л. Куликовский¹
В. К. Палийчук¹
В. Н. Боровский¹

Определение закономерности динамики износа витков винтовых рабочих органов транспортеров

¹Житомирский национальный агроэкологический университет

Предложена конструкция экспериментального транспортера, которая позволяет влиять на величину зазора между спиралью и кожухом, уменьшая ее при износе витков. Приведены результаты исследований динамики изменения профилей периферийных частей витков экспериментального и серийного винтовых транспортеров.

Ключевые слова: винтовой рабочий орган, износ, зерновой материал, транспортировка.

Куликовский Владимир Леонидович — канд. техн. наук, доцент кафедры машиноиспользования, мобильной энергетики и сервиса технологических систем, e-mail: kylikovskiy@mail.ru;

Палийчук Владимир Константинович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры машиноиспользования, мобильной энергетики и сервиса технологических систем;

Боровский Виктор Николаевич — старший преподаватель кафедры машиноиспользования, мобильной энергетики и сервиса технологических систем