

Куликівський В.Л.

Житомирський національний
агроекологічний університет,
м. Житомир
E-mail: kylikovskiy@mail.ru

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ
ШНЕКІВ ШЛЯХОМ РЕГУЛЮВАННЯ ЗАЗОРУ МІЖ
ГВИНТОМ І КОРПУСОМ**

УДК 631.374:631.362:633.1

Запропоновано більш надійну та довговічну, у порівнянні із серійною, конструкцію експериментального шнекового транспортера, яка дозволяє впливати на величину зазору між гвинтом та корпусом, зменшуючи її при зношуванні витків. Представлено результати досліджень динаміки зношування гвинтів експериментального та серійного шнеків.

Ключові слова: гвинт, динаміка зношування, довговічність, корпус, надійність, шнек.

Вступ. Сільське господарство є однією з ключових галузей діяльності людства, оскільки саме воно забезпечує потреби у продуктах харчування.

Україна – аграрна країна, де переважає виробництво зернових культур, яке складається з кількох важливих етапів: вирощування, післязбиральна обробка і зберігання, причому якість останнього у значній мірі залежить від належного виконання попереднього етапу.

Направлення, переміщення і розподілення потоків сільськогосподарських вантажів спричиняє великі навантаження на робочі та допоміжні органи агрегатів машин, що призводить до збільшення зношування їх деталей і 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 дана проблема для шнекових робочих органів, що знаходяться в середині нерухомих корпусів і призначені для транспортування сільськогосподарських матеріалів [1, 2].

Досвід експлуатації шнеків та проведені дослідження [1-4] показують, що найбільше зношування спостерігається на периферії гвинтів. Особливо це відмічається для нижніх витків похилих шнеків, що орієнтовані під кутом до горизонту, який перевищує кут тертя транспортованої маси об матеріал корпуса.

Зношування робочих поверхонь шнеків слід розглядати, як природний процес втрати форми і маси при контактній взаємодії робочого органу із матеріалом, що транспортується. Проте, на особливу увагу заслуговує нерівномірність його розподілення на окремих ділянках. Так, найбільша інтенсивність зношування спостерігається на робочій поверхні гвинта в периферійній його частині. Поступово початкова, практично прямокутна форма нового витка при зношуванні заокруглюється і набуває в перерізі криволінійного робочого профілю [5, 6].

Таким чином, в процесі роботи профіль зношування переміщується в тіло витка, характеризуючи зміну геометрії та маси гвинта. Однак, при цьому, якщо розмір зазору між рухомих гвинтом та корпусом шнека не змінюється, то зношування витка практично не впливає на показники його роботи. Зміни в працездатності робочого органу починають проявлятися при збільшенні зазору в наслідок подальшого зношування витка.

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

Постановка проблеми. Метою дослідження є підвищення надійності та довговічності шнеків для транспортування зернових матеріалів шляхом розробки конструкції і обґрунтування параметрів конвеєра.

Результати дослідження. Під час експлуатації витки гвинтових робочих органів втрачають свої геометричні параметри, що обумовлено зміною власної форми та конструктивних параметрів. У процесі зношування профіль периферійної частини приймає форму кривої, що призводить до підвищення енергоємності процесу транспортування і травмування зернового матеріалу, який переміщується із за збільшення зазору між торцями витків робочого органу та внутрішньою стінкою корпуса шнека.

З метою підвищення надійності шнека та ресурсу гвинтового робочого органу, було запропоновано конструкцію експериментального транспортера [7], який складається з нерухомого корпуса, всередині якого у підшипникових вузлах обертається вал із закріпленим на ньому конусним гвинтом зі змінним кроком t . Нерухомий кожух в місцях встановлення підшипникових вузлів має механізми переміщення конусного гвинта по осі вала від розвантажувального до завантажувального патрубків, величина переміщення регулюється шкалою нерухомо закріпленою на поверхні корпуса з ціною поділки рівною зазору H між торцями витків та внутрішньою стінкою жолоба (рис. 1).

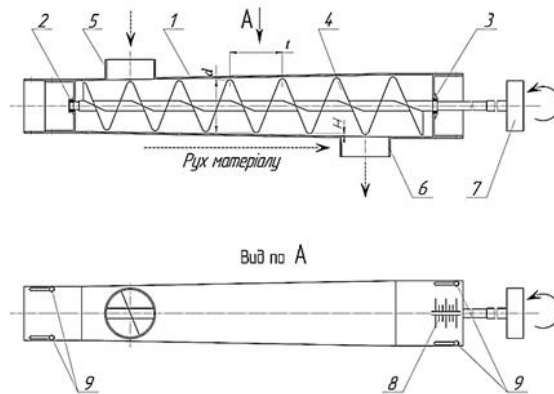


Рис. 1 – Експериментальний шнековий транспортер:
1 – корпус; 2, 3 – підшипникові вузли; 4 – конусний гвинт; 5 – завантажувальний патрубок; 6 – розвантажувальний патрубок; 7 – привід; 8 – регулювальна шкала; 9 – регулювальний механізм

В процесі дослідження динаміки зношування витків серійного та експериментального шнеків (рис. 2) [8], на розробленому стенді [9], проводилось зняття реплік із торцевих поверхонь спіралей з подальшим фотографуванням відбитків профілів пер. Зняття відбитків з досліджуваних ділянок здійснювалось через рівні проміжки напруцювання (300 тон).



Рис. 2 – Серійний (CVC-25) та експериментальний шнековий живильник

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

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів Technical service of agriculture, forestry and transport systems

В результаті дослідження динаміки зношування гвинтових робочих органів було встановлено, що зазор між торцем витка та внутрішньою стінкою корпуса починає зростати при напрацюванні горизонтального шнекового живильника 1,4...1,8 тис. тон.

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 робочої 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 при обертанні 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, представляючи собою складну заслінку, що обертається на шляху потоку зернин, які витікають з лотка та вдаряються об периферійну частину витка спричиняючи її інтенсивне зношування в порівнянні з іншими ділянками робочої поверхні шнека.

Ще більш інтенсивніше процес зношування робочих поверхонь гвинтів протікає в похилих шнеках, що орієнтовані під кутом до горизонту. Особливо це стосується нижніх витків, які розміщені біля завантажувальної ділянки. Інтенсифікація зношування обумовлена зростанням опору від тертя зернового матеріалу об робочу поверхню гвинта та кожуха. Як наслідок цього, зазор між торцем гвинта та внутрішньою стінкою корпуса зростає.

Значний вплив на інтенсивність зношування гвинтів мають абразивні частинки та пил, що містяться в зерновому матеріалі, які в процесі переміщення сепаруються і накопичуються в нижній частині шнека.

При дослідженні впливу кута нахилу експериментального шнекового транспортера до горизонту на нерівномірність зношування витків по довжині гвинта, окрім зняття реплік за допомогою комплекту щупів визначалась зміна зазору між торцями витків робочого органу та внутрішньою стінкою корпуса, через рівні проміжки напрацювання.

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

В цілому рівномірно зношена робоча поверхня гвинта при збільшенні, представляє складний рельєф (рис. 3). На значних поверхнях найчастіше спостерігалися мікродефекти у вигляді вм'ятин із різними рівнями деформування поверхні та подряпини – сліди взаємодії робочої частини витка з невеликими твердими включеннями, що знаходяться в зерновому матеріалі, який переміщується.



Рис. 3 – Фрагмент робочої поверхні гвинта

Запропонована конструкція експериментального шнекового транспортера [7] дозволяє впливати на величину зазору, зменшуючи її при зношуванні витків. Як наслідок цього, напрацювання до настання граничного стану може бути збільшене у порівнянні із серійним шнеком (зерноочисної машини СВС-25). Динаміка зміни зазору для серійного та запропонованого експериментального шнекового живильника представлена на рис. 4.

Введення в конструкцію можливості регулювання зазору дозволило знизити початкове його значення до $H_{min} \approx 2$ мм, тим самим розширивши зону можливого зношування витків. Доцільно при досягненні зазором допустимої величини $H_{рац} \approx 7$ мм провести проміжне регулювання шнека 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. При закінченні зони регулювання експериментальний шнековий робочий орган зношується до граничного значення зазору $H_{зр} = H_{max} \approx 30$ мм, що відповідає напрацюванню $Q_{доc} = 46,5$ тис. тон. Встановлено, що порівняно із серійним шнековим живильником в якого граничний зазор досягається при $Q_c = 23$ тис. тон, ресурс дослідного експериментального транспортера, за рахунок можливості регулювань, збільшується удвічі.

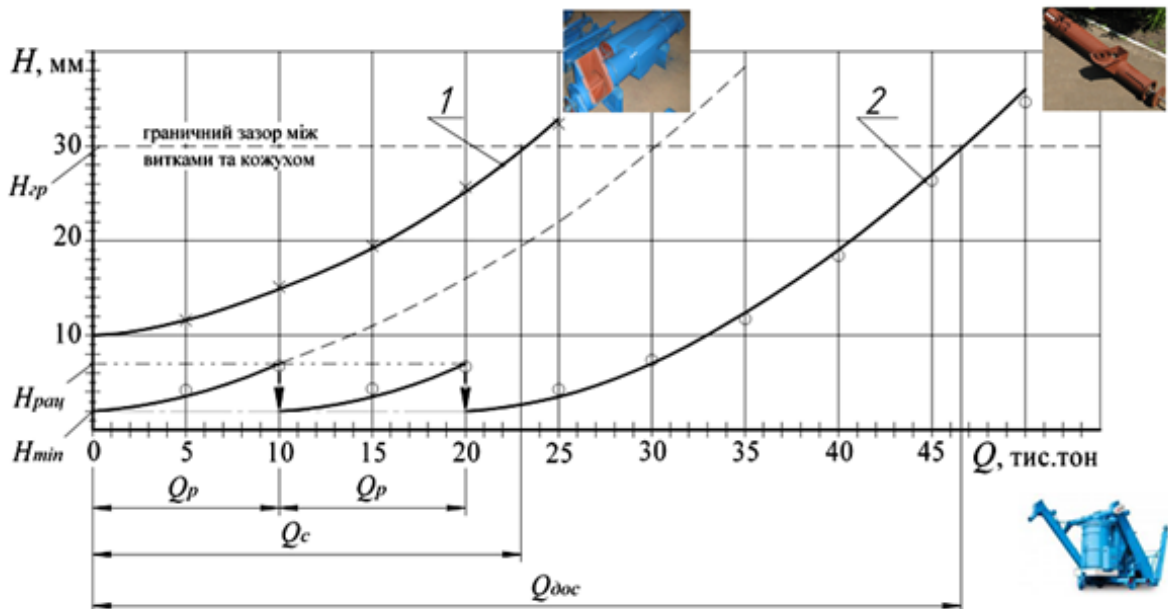


Рис. 4 – Залежність зміни зазору між гвинтом та корпусом від напрацювання серійного (1) та експериментального (2) шнекового живильника

Висновки. 1. Основним фактором, який негативно впливає на ефективність роботи шнекових транспортерів є збільшення зазору між корпусом та гвинтом внаслідок інтенсивного зношування останніх. Підвищення ресурсу гвинтових робочих органів можливо досягти конструктивними методами при стабілізації зазору в раціонально допустимих межах.

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

Література

1. Кальбус Г.Л. К вопросу изнашивания вертикальных шнеков при транспортировании зерна и комбикормов / Г.Л. Кальбус, Л.В. Тененбаум, Т.И. Бородин // 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. Бойко А.І. Дослідження динаміки спрацювання периферійної частини витка шнекового робочого органу / А.І. Бойко, В.М. Савченко, В.Л. Куликівський // Науково-виробничий журнал: Техніка і технології АПК. – 2011. – № 5. – С. 20-22.

6. Бойко А.І. Особливості навантаження і розподіл зношування поверхонь витків шнекових робочих органів / А.І. Бойко, В.М. Савченко, В.Л. Куликівський // Науково-теоретичний збірник ЖНАЕУ. – Житомир: Ред.-вид. відділ ЖНАЕУ, 2011. – №1 – С. 277-285.

7. 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; опублік. 11.04.2011, Бюл. № 7, 2011 р.

8. Куликівський В.Л. Методика експериментальних досліджень ефективності роботи та довговічності гвинтового робочого органу транспортера / В.Л. Куликівський // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий наук.-техн. зб. – Кіровоград: КНТУ, 2011. – Вип. 41, ч. 1. – С. 433-438.

9. Пат. 68860 Україна, МПК В65G 33/16. Стенд для дослідження характеристик гвинтових транспортерів та шнекових живильників / А.І. Бойко, С.В. Міненко, В.Л. Куликівський; заявник В.Л. Куликівський. – №u201112449; заявл. 24.10.2011; опублік. 10.04.2012, Бюл. № 7, 2012 р.

V. Kulykivskiy. Improving the reliability and durability of screw conveyors by controlling the gap between the screw and the housing

The main factor that negatively affects the efficiency of the screw conveyor is to increase the gap between the housing and the screw due to intensive wear of the latter. Improving resource helical working elements can be achieved with constructive methods of stabilization gap in rational limits.

It proposed more reliable and durable in comparison to serial, the experimental design of the screw conveyor, which allows the amount of clearance between the screw and the housing, reducing wear at its turns. The results of studies of the dynamics of wear screw conveyors pilot and series.

Adjustable gap reduced the value of its initial two millimeters, thus extending the zone of possible deterioration of turns. It is advisable when the gap permissible value seven millimeters, hold an intermediate conveyor control, corresponds to an operating time of ten thousand tons. This operation is repeated as many times as allowed by the working body design. At the regulation band pilot wear to limit the gap in thirty millimeters, which corresponds to an operating time of more than forty-five thousand tons.

Key words: screw, speaker of wear, durability, housing reliability, auger.

References

1. Kalbus G.L. K voprosu iznashivaniya vertikalnyh shnekov pri transportirovanii zerna i kombikormov / G.L. Kalbus, L.V. Tenenbaum, T.I. Borodina // Issledovanie i konstruirovaniye mashin dlja zhivotnovodstva i kormoproizvodstva: Sbornik nauchnyh trudov VNII zhivmash. – K., 1976. – Vyp. 2. – S. 147-151.
2. Kuznecov V.V. Vliyanie normalnoj nagruzki na iznos transportirujushhih ustrojstv selskohozjajstvennyh mashin zernovym vorohom / V.V. Kuznecov // Jenergetika, dinamika, iznos i remont selskohozjajstvennoj tehniky: Nauchnye trudy. – Voronezh: Izd-vo VSHI, 1978. – T. 99. – S. 67-70.
3. Kuznecov V.V. Issledovanie iznosostojkosti navivok shnekov / V.V. Kuznecov, B.P. Lasaev, V.L. Sedash // Sovershenstvovanie i uluchshenie ispolzovaniya selskohozjajstvennoj tehniky: Nauchnye trudy. – Voronezh: Izd-vo VSHI, 1976. – T. 75. – S. 46-48.
4. Kuznecov V.V. Metody umensheniya iznosa poverhnostej treniya zernoochistitelnyh agregatov / V.V. Kuznecov. – Voronezh: Izd-vo VGU, 1984. – 132 s.
5. Bojko A.I. Doslidzhennja dinamiki spracjuvannja periferijnoї chastini vitka shnekovogo robochogo organu / A.I. Bojko, V.M. Savchenko, V.L. Kulikivskij // Naukovo-virobnichij zhurnal: Tehnika i tehnologii APK. – 2011. – № 5. – S. 20-22.
6. Bojko A.I. Osoblivosti navantazhennja i rozpodil znoshuvannja poverhon vitkiv shnekovih robochih organiv / A.I. Bojko, V.M. Savchenko, V.L. Kulikivskij // Naukovo-teoretichnij zbirnik ZhNAEU. – Zhitomir: Red.-vid. viddil ZhNAEU, 2011. – №1 – S. 277-285.
7. Pat. 58312 Ukraina, MPK B65G 33/00. Gvintovij transporter / A.I. Bojko, V.M. Savchenko, V.L. Kulikivskij; zajavnik V.L. Kulikivskij. – №u201010970; zajavl. 13.09.2010; opublik. 11.04.2011, Bjul. № 7, 2011 r.
8. Kulikivskij V.L. Metodika eksperimentalnih doslidzhen efektnosti roboti ta dovgovichnosti gvintovogo robochogo organu transportera / V.L. Kulikivskij // Konstrujuvannja, virobnictvo ta ekspluatacija silskogospodarskih mashin: Zagalnodержavnij mizhvidomchij nauk.-tehn. zb. – Kirovograd: KNTU, 2011. – Vip. 41, ch. 1. – S. 433-438.
9. Pat. 68860 Ukraina, MPK V65G 33/16. Stend dlja doslidzhennja harakteristik gvintovih transporteriv ta shnekovih zhivilnikiv / A.I. Bojko, S.V. Minenko, V.L. Kulikivskij; zajavnik V.L. Kulikivskij. – №u201112449; zajavl. 24.10.2011; opublik. 10.04.2012, Bjul. № 7, 2012 r.