

Куликівський В.Л.

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

## ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ШНЕКОВИХ ЖИВИЛЬНИКІВ

УДК 631.358

*Проаналізовано зусилля, які виникають у зазорі між витками і кожухом під час транспортування матеріалу гвинтовим робочим органом. Приведені конструктивно-технологічні заходи, що направлені на підвищення ресурсу робочих органів шнекових живильників.*

**Ключові слова:** гвинтовий робочий орган, динаміка зношування, ресурс, шнековий живильник.

### Вступ

Шнекові живильники широко використовуються для переміщення сипких, шматкових, в'язко-пластичних та інших матеріалів і різних сумішей. Вони характеризуються простотою конструкції, зручністю у використанні, малими габаритами, герметичністю жолоба, що закритий по всій довжині, та безпечністю обслуговування [1]. Важливим є можливість поєднання функції транспортування із рядом технологічних процесів у відповідних транспортно-технологічних системах.

Враховуючи принцип дії і характер робіт, конструктивні ознаки, технологію виготовлення, функціональні можливості, гвинтові механізми розділяють на ряд типів. За принципом дії шнекові живильники бувають із перервним і безперервним циклом робіт. У першому випадку обов'язкова зупинка механізму або припинення подачі матеріалу на певний час. За характером роботи шнеки ділять на пересувні, стаціонарні та вбудовані в складні машини [1, 2].

За напрямком переміщення вантажів живильники поділяються на: горизонтальні з суцільним гвинтом, вертикальні, крутопохилі, комбіновані, що поєднують у собі горизонтальний і вертикальний шнеки.

Вантаж переміщується в шнеках за принципом волочіння гвинтом, що складається із валу з закріпленими на ньому гвинтовою спіраллю чи лопатями. При обертанні гвинта осьова сила переміщує вантаж вздовж осі по жолобу. Матеріал, що транспортується від обертання разом з гвинтом утримується силами тяжіння і тертя між вантажем та стінками кожуха. При вертикальному транспортуванні матеріал переміщується завдяки різниці кутових швидкостей вантажу і гвинта. Вантаж, що обертається гвинтом під дією відцентрових сил і тиску на стінки кожуха, гальмується силами тертя по жолобу шнека.

Для ущільнення матеріалу при його транспортуванні отримали широке розповсюдження гвинти зі змінним кроком.

В спіральних живильниках частинки матеріалу можуть легко переміщуватися в сторону протилежну руху гвинта через внутрішній край спіралі. Це зменшує можливість заклинювання, але разом з тим, при транспортуванні легких сипких матеріалів продуктивність знижується на 20...30 % [2].

Споживча потужність живильників з стрічковою спіраллю складає 90 % від потужності шнека із суцільним гвинтом.

Фасонні, лопатеві гвинти при тих самих розмірах, що і стрічкові мають меншу продуктивність (на 20...30 %) та потребують більшої потужності у зв'язку з інтенсивним перемішуванням вантажу.

Робочим органам шнекових живильників характерні і ряд недоліків, основними з яких є:

- висока інтенсивність спрацювання стрічки, лопаті;
- значне стирання і подрібнення вантажу, що транспортується;
- велика енергоємність технологічного процесу транспортування.

Усунення вищезазначених недоліків шнекових живильників є важливою науково-технічною проблемою.

### Постановка проблеми

Переміщення, направлення і розподілення зернових потоків викликає 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 кожухів і призначені для транспортування зернових матеріалів. Актуальною є розробка нових конструкцій шнекових живильників, ресурс роботи яких може бути підвищений методами компенсації змін їх геометричних параметрів, що виникли внаслідок зношування.

### Результати дослідження

Шнекові робочі органи сільськогосподарського призначення працюють в складних умовах взаємодії з зерновим матеріалом, який в своєму складі містить певну кількість абразивних частинок.

Спостереження за зношуванням шнеків вказують на нерівномірність його розподілу як в радіальному напрямленні витка, так і по довжині шнека.

Досвід експлуатації шнекових робочих органів і проведені дослідження [3, 4] показують, що найбільше зношування спостерігається на периферії витків. Особливо це відмічається для нижніх витків похилих шнеків, що орієнтовані під кутом до горизонту, який перебільшує кут тертя зернової маси по матеріалу кожуха.

Зношування робочих поверхонь шнеків слід розглядати, як природний процес втрати форми і маси при контактній 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 при зношуванні заокруглюється і набуває в перерізі криволінійного робочого профілю (рис. 1).

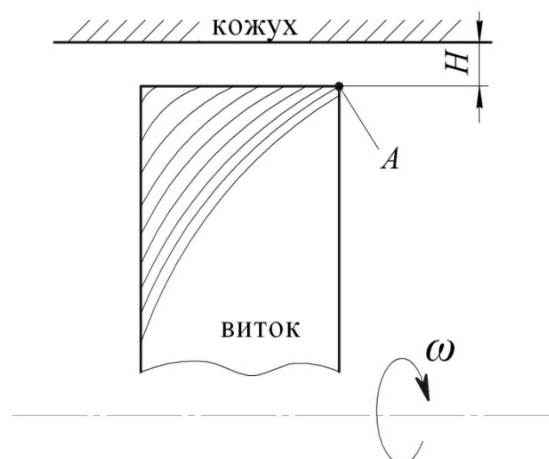


Рис. 1 – Схема профілів зношування периферійної частини витка шнека

Таким чином, в процесі роботи профіль зношування переміщується в тіло витка, характеризуючи зміну геометрії і маси витка. Однак, при цьому, якщо розмір зазору між рухомим витком і кожухом шнека  $H$  (рис. 1) 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.

Згідно результатів попередньо проведених досліджень [5, 6] величина зазору між витком і кожухом двояко впливає на основні показники роботи шнека як транспортуючого робочого органу. По-перше внаслідок зменшення діаметру несучої поверхні і розподілу потоків зернової маси, зменшується продуктивність транспортування. По-друге збільшення зазору і наближення його до середніх розмірів зернових частинок, що транспортуються, призводить до підвищення травмування та руйнування окремих зерен. Для сільськогосподарського виробництва цей фактор є дуже суттєвим, так як від ступеня пошкодження зерна залежить не тільки його подальша схожість, але і можливість ефективного збереження.

Проведеними дослідженнями встановлено [5-7], що руйнуюча дія шнекового робочого органу на зерновий матеріал знижується, коли зазор збільшується до розмірів які в декілька разів перевищують розмір частинок. В цьому випадку між кожухом і витком шнека в зазорі утворюється проміжний шар зернової маси. При нахилах шнека, більших за кут тертя зернова маса починає рухатись у зазорі в напрямку протилежному напрямку транспортування. Це негативно впливає на ефективність роботи шнека, знижуючи його продуктивність.

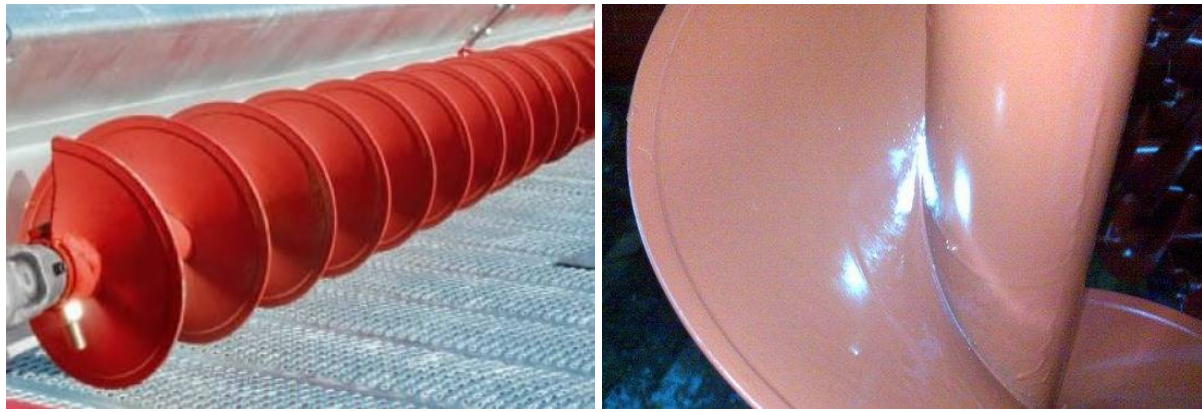
Таким чином, важливим параметром в роботі шнекових живильників є зазор між кожухом і витком. Цей параметр найбільш змінний в результаті протікання процесів зношування витків зерною масою. Від його величини залежать основні показники роботи шнека. Особливе значення даний параметр має для шнеків сільськогосподарського призначення, де від його величини залежить ступінь травмування зерна при транспортуванні і змішуванні. Вивчення закономірностей зношування витків живильника зерною масою з метою підвищення їх довговічності, для збереження працездатності є науковим завданням, що вимагає проведення додаткових експериментальних досліджень, для його вирішення.

Для раціональної конструктивної побудови найбільш відповідальної частини робочої поверхні шнека – периферії витка важливо проаналізувати зусилля, що діють на неї.

Безпосередньо ці зусилля, які виникають в зазорі між витком та кожухом, обумовлюють руйнування частинок зерна і призводять до інтенсифікації зношування периферії витка.

Осьове зусилля, навіть при проковзуванні частинки усе-таки сприяє її зтягиванню в зазор і зростанню напружень до межі руйнування  $\sigma \rightarrow \sigma_0$ . Загальна величина цього зусилля зростає зі збільшенням радіуса закруглення кута периферійної частини витка при його зношуванні  $\rho \rightarrow \delta$  і досягає максимуму якщо  $\rho = \delta_0$ , тобто коли криволінійна ділянка охоплює всю ширину витка. Очевидно, бажаним було б при розробці шнеків створити умови, при яких зростання радіуса заокруглення  $\rho$  було б мінімальним. Це можливо шляхом надання периферії витка відповідної форми (рис. 2, а, б).

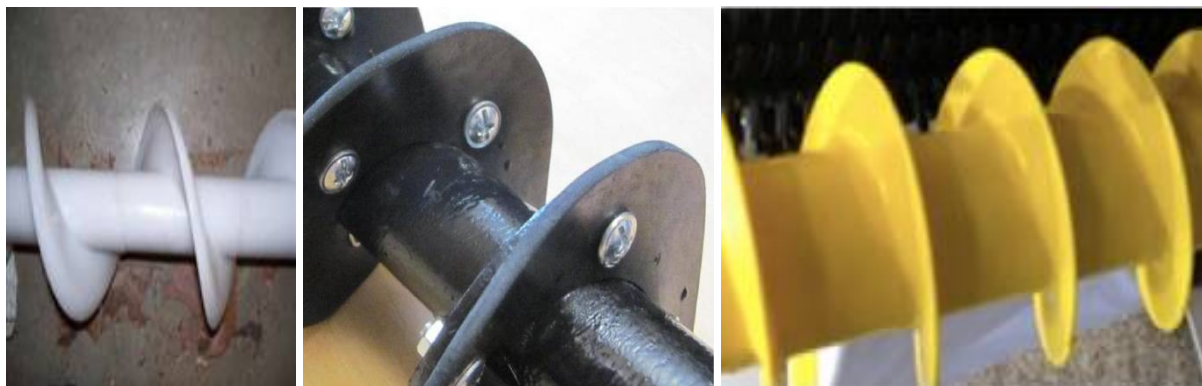
Нарощування форми витка в напрямку осьового переміщення маси, що транспортується (рис. 2, а), сприяє створенню припуску його матеріалу, як запасу на зношування, що тим самим стабілізує інтенсивність процесу зношування без зростання величини зазору з кожухом. Безумовно, така конструкція гелікоїдної поверхні шнека складніша в технології її виготовлення, але сприяє вирішенню проблеми підвищення ресурсу гвинтових робочих органів конструктивним методом.



а)



б)



в)

Рис. 2 – Конструктивно-технологічні рішення витків направлені на підвищення ресурсу шнекових робочих органів:  
а) – запас на зношування; б) – наплавлення периферійної частини; в) – полімерні відгинаючі витки

Подібний ефект, але шляхом нанесення додаткового шару матеріалу, досягається при зміцненні периферії витка шнека (рис. 2, б). В даному випадку, крім використання конструктивного фактора (збільшення товщини робочої частини шнека), доцільно знизити інтенсивність зношування та підвищити довговічність витка за рахунок застосування зносостійкого матеріалу наплавлення. Тобто, в даному випадку можлива реалізація комбінованого конструктивно-технологічного методу.

Дані про характер зміни осьової сили та вплив на неї основних параметрів можуть бути використані при проектуванні шнекових робочих органів із гнучких полімерних матеріалів. Закордонна практика експлуатації шнеків вказує на доцільність розробки полімерних гвинтових робочих органів, витки яких при перевантаженнях в зазорах з кожу-

хом мають можливість відгинатися (рис. 2, в), запобігаючи руйнуванню зерна та інтенсивному зношуванню власної периферійної частини.

### **Висновки**

1. Встановлено, що найбільш інтенсивно процес зношування протікає на кутовій периферійній частині витків з поступовим зменшенням по мірі переміщення до валу гвинтового робочого органу.

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

### **Література**

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, 1980. – 304 с.
3. 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.
4. 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.
5. Бойко А.І. Дослідження контактної взаємодії зерна в зазорі «виток-кожух» шнекових живильників зерноочисних машин / А.І. Бойко, В.Л. Куликівський // Науковий вісник НУБіПУ. – К.: Ред.-вид. відділ НУБіПУ, 2011. – Вип. 166: Техніка та енергетика АПК. – ч. 1. – С. 267-274.
6. Куликівський В.Л. Результати експериментальних досліджень гвинтових транспортерів та живильників / В.Л. Куликівський / Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2013. – Вип. 132: Технічні системи і технології тваринництва. – С. 427-434.
7. Куликівський В.Л. Експериментальні дослідження ефективності роботи гвинтових транспортерів зерноочисних машин / В.Л. Куликівський / Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2013. – Вип. 134: Технічний сервіс машин для рослинництва. – С. 95-101.

### **Summary**

#### **Kulykivskiy V. Increased working life of the screw feeders**

*Screw working bodies of agricultural lands are in the difficult conditions of interaction with the grain material, which in its structure contains a number of abrasive particles.*

*Monitoring the deterioration screws indicate unevenness of its distribution as radially directed coil and the length of the screw.*

*An important parameter in the screw feeders is a gap between the casing and development. This option is the most variable as a result of processes of deterioration turns grain mass. From its size depends on the basic performance of the auger. Of particular importance for this option is augers for agricultural purposes where its value depends on the degree of injury when transporting grain and mixing. Study of wear turns feeder grain weight to improve their durability, saving efficiency is a scientific challenge that requires additional experimental studies for its decision.*

*For the rational design of building the most responsible of the working surface of the screw – round the periphery is important to analyze the efforts acting on it.*

*Immediately these efforts arising in the gap between the coil and casing, causing destruction of particles of grain and lead to intensification wear round the periphery.*

*Artificial forms spiral toward axial movement of the masses transported allowance helps create his material as reserve for wear, thereby stabilizing the intensity of wear process without increasing size of the gap cover.*

*A similar effect, but by applying an additional layer of material is achieved at strengthening the periphery of the spiral screw. In this case, in addition to using a constructive factor appropriate to reduce the intensity of wear and increase durability loop through the use of wear-resistant surfacing material.*

**Key words:** screw working body, dynamics wear, resource, screw feeder.

## References

1. Grigorev A.M. Vintovyye konveyery / A.M. Grigorev. – M.: Mashinostroenie, 1972. – 184 s.
2. Zenkov R.L. Mashiny nepreryivnogo transporta / R.L. Zenkov, I.I. Ivashkov, L.N. Kolobov. – M.: Mashinostroenie, 1980. – 304 s.
3. Boiko A.I. Doslidzhennia dynamiky spratsiuvannia peryferiinoi chastyny vytki shnekovoho robochoho orhanu / A.I. Boiko, V.M. Savchenko, V.L. Kulykivskiy // Naukovo-vyrobnychiy zhurnal: Tekhnika i tekhnolohii APK. – 2011. – № 5. – S. 20-22.
4. Boiko A.I. Osoblyvosti navantazhennia i rozpodil znoshuvannia poverkhon vytkiv shnekovykh robochykh orhaniv / A.I. Boiko, V.M. Savchenko, V.L. Kulykivskiy // Naukovo-teoretychnyi zbirnyk ZhNAEU. – Zhytomyr: Red.-vyd. viddil ZhNAEU, 2011. – №1 – S. 277-285.
5. Boiko A.I. Doslidzhennia kontaktnoi vziaemodii zerna v zazori «vytok-kozhukh» shnekovykh zhyvlynykiv zernoochysnykh mashyn / A.I. Boiko, V.L. Kulykivskiy // Naukovyi visnyk NUBiPU. – K.: Red.-vyd. viddil NUBiPU, 2011. – Vyp. 166: Tekhnika ta enerhetyka APK. – ch. 1. – S. 267-274.
6. Kulykivskiy V.L. Rezultaty eksperymentalnykh doslidzen hvyntovykh transporteriv ta zhyvlynykiv / V.L. Kulykivskiy / Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka. – Kharkiv: KhNTUSH im. P. Vasylenka, 2013. – Vyp. 132: Tekhnichni systemy i tekhnolohii tvarynnystva. – S. 427-434.
7. Kulykivskiy V.L. Eksperymentalni doslidzhennia efektyvnosti roboty hvyntovykh transporteriv zernoochysnykh mashyn/ V.L. Kulykivskiy / Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka. – Kharkiv: KhNTUSH im. P. Vasylenka, 2013. – Vyp. 134: Tekhnichni servis mashyn dlia roslynnystva. – S. 95-101.