

УДК 631.358.42

© Р.Б. Гевко, д.т.н.

Тернопільський національний економічний університет

С.З. Залуцький

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **НАПРЯМКИ ЗНИЖЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ЇХ ТРАНСПОРТУВАННІ ГВИНТОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ**

*У статті наведено напрямки зниження пошкодження сипких матеріалів при їх транспортуванні гвинтовими робочими органами*

### **СИПКИЙ МАТЕРІАЛ, ГВИНТОВИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН, ТРУБА.**

**Постанова проблеми.** В сільському господарстві гвинтові конвеєри займають важливу роль і є незамінними при транспортуванні продуктів сільськогосподарського виробництва, велику частку яких становлять сипкі матеріали (зернові, насінневі, гранульовані мінеральні добрива та ін.), які при переміщенні зазнають значних пошкоджень.

Основною причиною травмування сипкого матеріалу при переміщенні є попадання його частинок в зазор між обертовим гвинтовим робочим органом і нерухомою внутрішньою поверхнею направляючої труби. Внаслідок цього відбувається повне або часткове пошкодження сипких матеріалів, а також можливе заклинювання робочого органу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз відомих досліджень підтвердив актуальність поставленої задачі. Вирішенню даних питань присвоєні праці [1, 2, 3], які спрямовані на розробку робочих гвинтових органів та обґрунтування їх раціональних конструктивно-кінематичних параметрів. Американська компанія «Lundell Plastics Corp» пропонує використовувати полімерні накладки на спіралі (рис. 1).



Рис. 1 – Шнек з еластичною гвинтовою поверхнею

Недоліком даної конструкції шнека та методу його виготовлення є зміщення еластичних накладок одна відносно одної, і як наслідок виникнення зазорів між ними, що приводитиме до нерівномірного спрацювання поверхні шнека.

Італійська компанія «WAM Group» пропонує виготовлення гвинтового робочого органу, металева основа якого покрита полімерним матеріалом (рис.2, а). Однак даний спосіб має ряд недоліків, до яких можна віднести підвищену трудомісткість і енерговитратність при виготовленні шнеків, також низька їх ремонтоздатність.

Також відома конструкція шнека австралійської компанії «Bulknet» (рис.2, б) з периферійною поверхнею виготовленою у вигляді еластичної щітки. До недоліку такої конструкції можна віднести те, що робоча поверхня шнека не є однорідною, а отже, при переході від суцільної спіралі до еластичної щітки можуть виникати зміни швидкості та напрямку руху сипкого матеріалу, що приводитиме до підвищеного пошкодження сипкого матеріалу.



а

б

Рис. 2 – Гвинтові робочі органи італійської компанії «WAM Group» (а) з полімерним покриттям та шнек австралійської компанії «Bulknet» (б) з периферійною поверхнею виготовленою у вигляді еластичної щітки

**Мета дослідження.** Метою дослідження є підвищення експлуатаційних показників гвинтових конвеєрів шляхом зменшення пошкодження сипких матеріалів при їх транспортуванні, а також розробка способу виготовлення шнекового робочого органу з еластичною зовнішньою поверхнею та схеми експериментального стенду для проведення досліджень з визначення ступеня пошкодження сипких матеріалів в залежності від конструктивних і кінематичних параметрів гвинтового робочого органу.

**Результати дослідження, основний зміст.** Для реалізації даного напрямку розроблено спосіб виготовлення шнекового робочого органу з еластичною зовнішньою поверхнею, послідовність виконання технологічних операцій, при якому зображено на рис. 3.

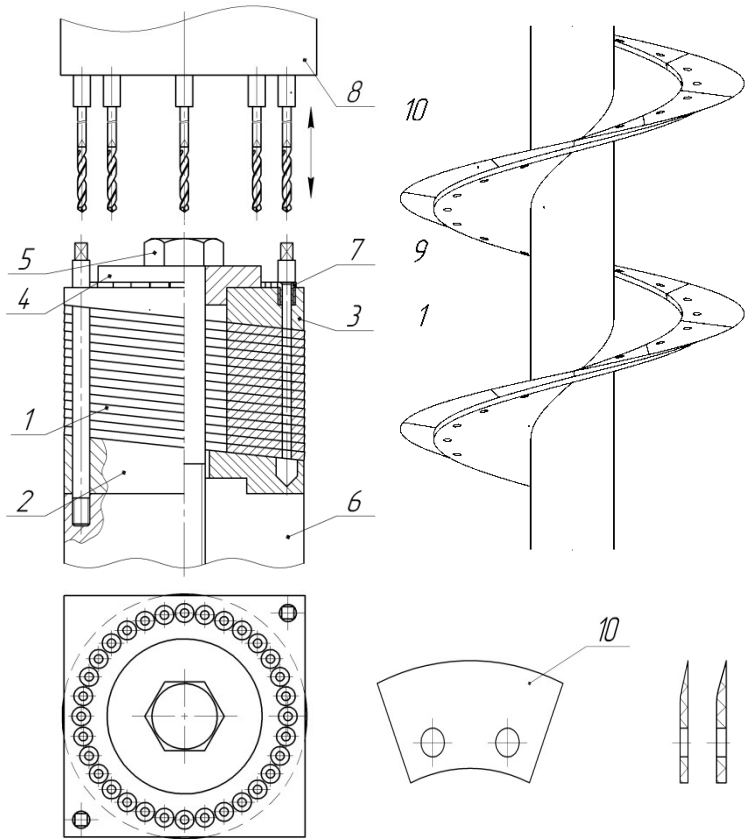


Рис. 3 – Послідовність технологічних операцій для виготовлення шнека з еластичною гвинтовою поверхнею

Попередньо навита смугова спіраль 1, витки котрої контактують одні з одними, встановлюється на втулку 2, на якій виконано один виток з кроком рівним товщині спіралі. Аналогічна втулка 3 розташовується у верхній частині спіралі. Далі витки спіралі за допомогою ступінчатої втулки 4 і центрального гвинта 5, який вкручується в основу оправки 6, максимально стискаються між собою. На зовнішній поверхні втулки 3 рівномірно в коловому напрямку по периферії витків спіралі виконано наскрізні отвори, в яких встановлені кондукторні втулки 7. Далі, за допомогою свердлильної головки 8 відбувається одночасне свердління декількох (або всіх) отворів по периферії витків спіралі.

Наступною технологічною операцією є калібрування смугової спіралі на заданий крок, яка в подальшому жорстко кріпиться на валу 9. До пари отворів на спіралі кріпляться (наприклад за допомогою болтових з'єднань із заокругленими головками) еластичні накладки 10, які можуть мати різну конструкцію периферійної поверхні (заокруглену, клиноподібну).

Основною вимогою, яка висувається до еластичних накладок є забезпечення мінімального коефіцієнта тертя робочої поверхні та гарантованого транспортування матеріалу. Однак якщо частинка матеріалу (наприклад зернина) попадає і заклинюється в зазорі між периферійною поверхнею еластичної накладки і направляючою трубою то еластична накладка, прогинаючись повинна вивільнити частину матеріалу із зазору без її пошкодження.

Також рекомендується нижню поверхню еластичних накладок також виконувати з профілем, який виключатиме різкий перехід матеріалу із суцільної металевої спіралі на еластичні накладки.

Важливу роль при транспортуванні сипких матеріалів відіграє швидкість обертання гвинтового робочого органу, при збільшенні якої збільшується не тільки продуктивність шнекового конвеєра, але і ймовірність пошкодження транспортованого матеріалу.

Швидкість взаємодії робочого органу та матеріалу який транспортується визначається за формулою:

$$V = \omega R, \quad (1)$$

де  $\omega$  – кутова швидкість обертання шнека;  $R$  – радіус поверхні обертання шнека.

З іншої сторони швидкість ударної взаємодії тіл при вільному падінні одного з них визначається за формулою:

$$V = \sqrt{2gh}, \quad (2)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння;  $h$  – висота вільного падіння тіла.

Отже, застосовуючи вищенаведені формули можна визначити критичні швидкості взаємодії сипкого матеріалу і поверхні шнека в залежності від реологічних параметрів матеріалів тіл взаємодії та висоти вільного падіння одного з тіл.

Для цього розроблено експериментальний стенд, який представлено на рис. 4.

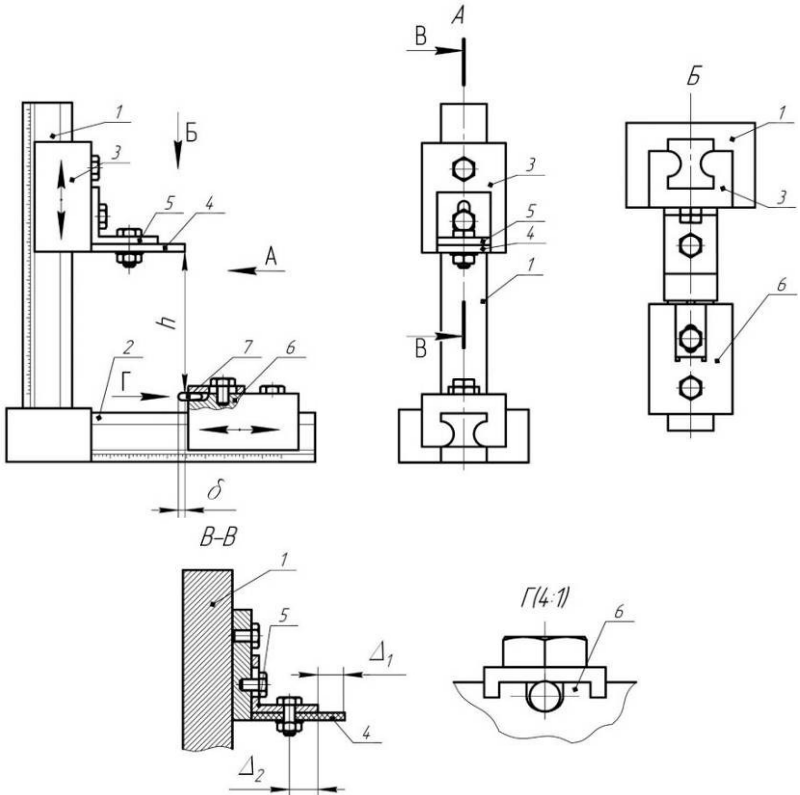


Рис. 4 – Стенд для дослідження ступеня пошкодження сипких матеріалів

Він містить основу, яка складається з вертикальної 1 та горизонтальної 2 частин. На вертикальній частині у вертикальній колодці 3 закріплений імітатор робочого органу 4, який може бути виконаний з різною жорсткістю та величиною їх консольного виступу  $\Delta_1$  та кріплення  $\Delta_2$  до кронштейна 5 вертикальної колодки. Вона має можливість вертикального зміщення, фіксації та розфіксації з вільним падінням по направляючих вертикальної частини основи стенду. На горизонтальній частині основи 2 у горизонтальній колодці 6 закріплений сільськогосподарський матеріал 7 (наприклад зернина), причому його вільна сторона має можливість взаємодіяти з консольною поверхнею імітатора робочого органу 4.

Методика проведення експериментальних досліджень полає в наступному. Спочатку сипкий матеріал (наприклад зернину) однією стороною закріплюють в горизонтальній колодці. Далі, до кронштейна вертикальної колодки закріплюють імітатор робочого органу, а саму колодку по направляючих вертикальної частини основи піднімають і фіксують на певній висоті  $h$  відносно матеріалу, який консольно закріплений в горизонтальній колодці з величиною виступу  $\delta$ . Після цього колодку розфіксують і вона по направляючих вертикальної частини основи стенду вільно падає, і таким чином відбувається взаємодія імітатора робочого органу з консольно закріпленим матеріалом. Через висоту вільного падіння  $h$  визначається швидкість ударної взаємодії робочої поверхні імітатора з матеріалом.

Величиною консольного виступу  $\Delta_1$  та кріплення  $\Delta_2$  імітатора робочого органу до кронштейна вертикальної колодки забезпечується зміна конструктивних та технологічних параметрів, що також впливає на пошкодження матеріалу.

Таким чином, змінюючи відповідні кінематичні (швидкість взаємодії через висоту вільного падіння  $h$ ), конструктивні (величини виступу  $\Delta_1$  та кріплення  $\Delta_2$  імітатора робочого органу до кронштейна) та технологічні (величина консольного виступу  $\delta$  матеріалу) параметри можна досягнути мінімального пошкодження матеріалу.

Визначені параметри повинні бути враховані при конструюванні робочих органів сільськогосподарських машин, таких як шнеки для транспортування зернового матеріалу, очисники картоплі, буряків, моркви і т.д.

**Висновки.** Проведено аналіз існуючих конструкцій робочих органів гвинтових транспортерів, виявлено їх переваги та недоліки стосовно зменшення ступеня пошкодження сипких сільськогосподарських матеріалів при їх транспонуванні. Запропоновано спосіб виготовлення шнекового робочого органу з еластичною зовнішньою поверхнею та послідовність відповідних технологічних операцій. Розроблено стенд для проведення експериментальних досліджень, а також методику її здійснення для визначення оптимальних параметрів взаємодії робочого органу та сільськогосподарського матеріалу.

#### Література

1. Адамчук В., Ратушний В., Онищенко В. Універсальний агрегат до самохідного шасі //Техніка АПК. – 1998. – N2. – С.22.

2. Вітровий А.О. Результати досліджень пошкодження зерна гнучким гвинтовим конвеєром //Механізація сільськогосподарського виробництва: Зб. наук. пр. Нац. агр. ун-ту. – К.: В-во НАУ, – 1999. – Т.6. – С. 34–36.

3. Пік А.І. Підвищення технічного рівня засобів механізованого переміщення сипких сільськогосподарських матеріалів по криволінійних трасах. Дис. канд. техн. наук: 05.20.01. – Луцьк, 1999. – 149 с.

4. Підвищення технічного рівня гнучких гвинтових конвеєрів: монографія / Гевко Р.Б., Вітровий А.О., Пік А.І. – Тернопіль: Астон, 2012. – 204 с.

5. Гевко Р.Б., Залуцький С.З., Вітровий А.О. Стенд для дослідження ступеня пошкодження сільськогосподарських матеріалів заявка на корисну модель № 4201302116 від 20.02.2013.

6. Гевко Р.Б., Пилипець М.І., Залуцький С.З. Спосіб виготовлення шнека з еластичною гвинтовою поверхнею заявка на корисну модель № 4201214308 від 14.12.2012.