

УДК 631.358.42

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ШНЕКІВ З ЕЛАСТИЧНОЮ ГВИНТОВОЮ ПОВЕРХНЕЮ

¹Залуцький С.З., ²Гевко Р.Б., ³Клендій О.М.

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

²Тернопільський національний економічний університет

³Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»

Шнекові конвеєри знайшли широке застосування для транспортування зернових, насінневих матеріалів, гранульованих мінеральних добрив, які при переміщенні зазнають значних пошкоджень, що є недопустимим.

Основними причинами травмування сипких матеріалів є попадання їх частинок у зазор між обертовим шнеком і нерухомою внутрішньою поверхнею направляючої труби. Внаслідок цього відбувається повне або часткове пошкодження матеріалів, а також можливе заклинювання робочого органу, що призводить до його поломок та підвищення енерговитрат.

Зміна зазорів між периферією шнека та поверхнею труби, застосування різних профілів зовнішніх кромek гвинтових поверхонь в залежності від геометричних та реологічних параметрів сипкого матеріалу не в повній мірі може вирішити дану проблему.

Для вирішення даних питань, а саме розробки оригінальних конструкцій гвинтових робочих органів та вибору їх раціональних параметрів і режимів функціонування нами проведені дослідження, які викладені в працях [1-10]. Однак, такі розробки не в повній мірі вирішують дану проблему, оскільки відомі конструкції шнеків і методи їх виготовлення є трудомісткими, а робочі органи характеризуються низькою надійністю та ремонтоздатністю.

Метою даного дослідження є створення нових конструкцій шнеків зі змінною еластичною гвинтовою поверхнею, розробка способу їх виготовлення та експериментальних стендів для проведення досліджень. Конструкція шнека з еластичною гвинтовою поверхнею, а також варіанти виконання еластичних секцій у вигляді пластин зображено на рис. 1. Він містить центральний вал 1, на якому встановлена несуча смугова гвинтова спіраль 2, по периферії якої закріплена робоча еластична спіраль 3. На несучій смуговій спіралі за допомогою секційних гвинтових пластин 4, а також болтових з'єднань з напівкруглими головками 5 та гайок 6 з пружинними шайбами закріплена робоча еластична спіраль 3. Робоча еластична спіраль може бути виконана як суцільною (рис. 1 а, б, в), так із окремих секцій (рис. 1 д, е, ж). Секції робочої еластичної спіралі кріпляться до несучої гвинтової спіралі щонайменше через два отвори, а периферійна поверхня робочої еластичної спіралі може бути виконана у вигляді розрізних пластин різної ширини (рис. 1 д, е, ж). В процесі транспортування сипких матеріалів сільськогосподарського виробництва в направляючій трубі 7 вони взаємодіють з робочою еластичною гвинтовою поверхнею. У випадку защемлення, наприклад, зернини між поверхнею направляючої труби та робочою еластичною гвинтовою поверхнею розрізні пластини прогинаються, що виключає пошкодження зернини. Ширина та жорсткість пластин робочої еластичної гвинтової поверхні вибирають в залежності від фізико-механічних властивостей транспортованого матеріалу.

Для уникнення попадання транспортованого матеріалу в радіальні зазори між розрізними пелюстками розроблений шнек з секційними еластичними пелюстками, які встановлені з перекриттям між собою (рис.2). Останні виконуються з більшим кутовим сектором, що забезпечує перекриття між суміжними еластичними пелюстками (збільшений вигляд по В). При цьому, сипкий матеріал в процесі транспортування, плавно сходиться з одного пелюстка на інший. Це забезпечує збереження умовної гвинтової лінії,

яка формується еластичними пелюстками, оскільки виключається попадання часнинок сипкого матеріалу в радіальному напрямку між пелюстками, які можуть їх розклинювати, порушуючи тим самим перефронтальну поверхню гвинтової лінії еластичного шнекового робочого органу, що негативно впливатиме на процес транспортування.

Перед експериментальними дослідженнями попередньо визначався наявний відсоток його пошкодження [7]. Далі зерно кілька разів транспортували в конвеєрі при встановленому куті його нахилу та частоті обертання. Після цього аналогічним способом визначали відсоток пошкодження матеріалу. Різниця у відсотковому вимірі характеризувала ступінь пошкодження матеріалу безпосередньо при його транспортуванні за даних параметрів робочого органу на визначену відстань, що визначається добутком довжини шнека на кількість проходжень матеріалу в конвеєрі.

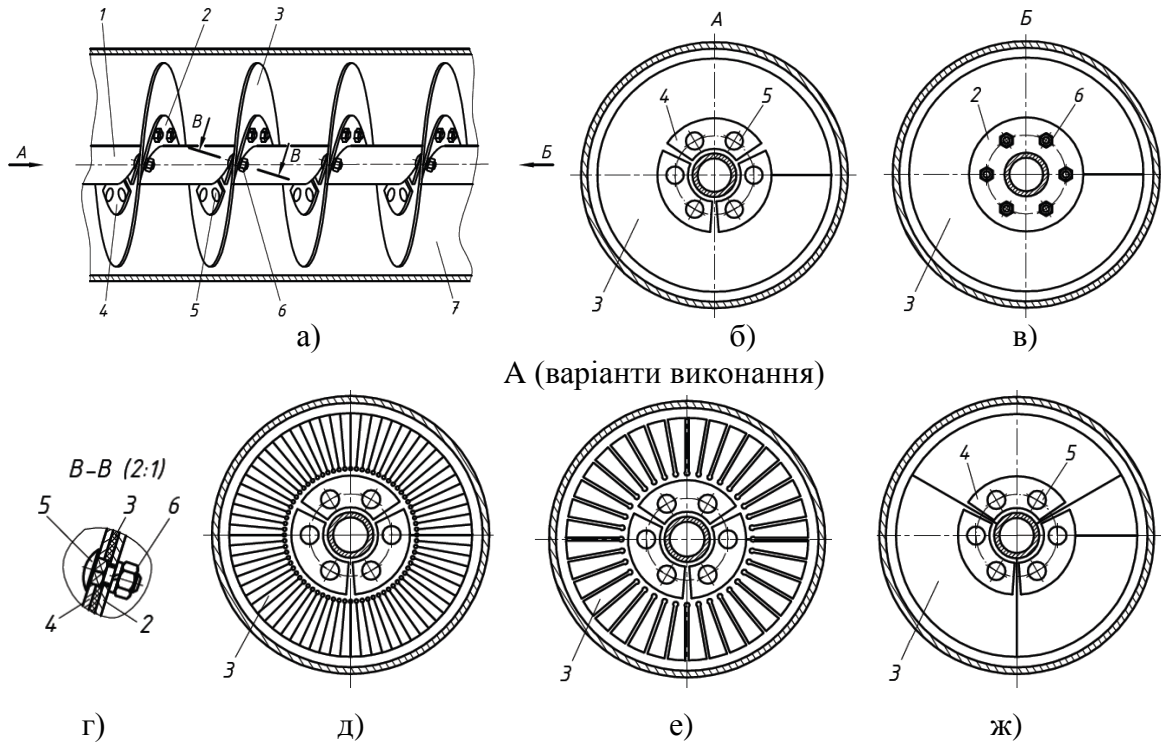


Рисунок 1. Шнек з еластичною гвинтовою поверхнею

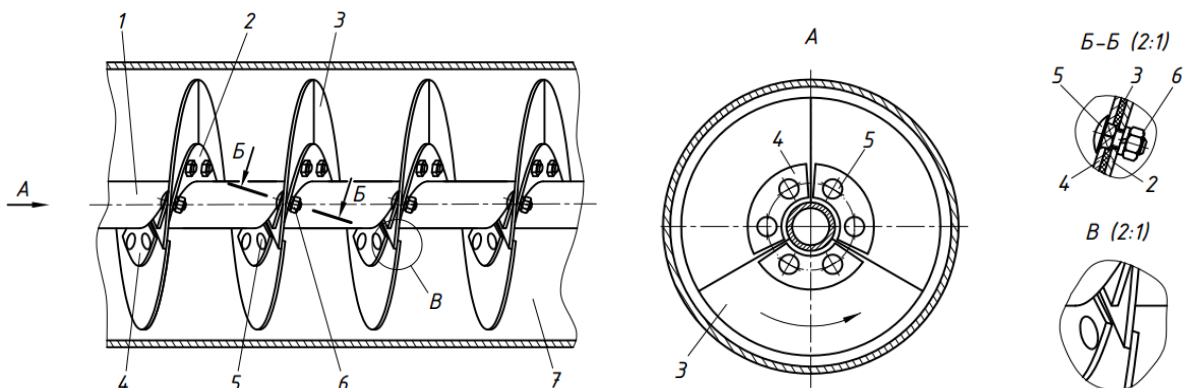


Рисунок 2. Шнек з еластичними пелюстками, які встановлені з перекриттям між собою

Проведені теоретичні дослідження з визначення впливу конструктивних параметрів, кутів нахилу та модуля пружності еластичного ребра, а також параметрів його взаємодії з різнорозмірними защемленими зернами кукурудзи на величини осьової та колової сил з умови не пошкодження зернового матеріалу [11].

На основі аналізу теоретичних досліджень встановлено інтенсивність впливу параметрів взаємодії еластичного ребра із зерниною на обмеження, які унеможливають пошкодження зернового матеріалу, та встановлені ті параметри, які мають домінуючий вплив на процес руйнування зернини.

Спосіб виготовлення даного робочого органу [9] зображено на рис. 3. Попередньо смуга прямокутного перетину навивається на оправку на ребро в пакет (рис. 3а). Далі пакет стискається на оправці та рівномірно по діаметру пакету виконують отвори (рис.3б). Після цього пакет встановлюють на вал і розтягують спіраль на заданий крок до її контакту з валом, після чого її приварюють до валу (рис. 3 в). В подальшому до отворів даної несучої спіралі кріплять робочу еластичну спіраль або її секції (рис. 3г).

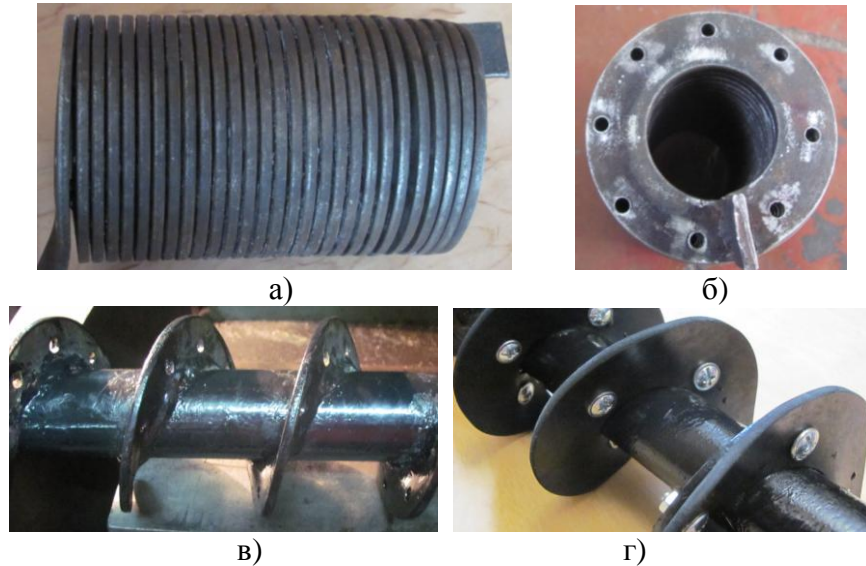


Рисунок 3. Спосіб виготовлення шнека з еластичною гвинтовою поверхнею: а – навита металева смуга на ребро в пакет; б - виконані отвори рівномірно по діаметру по периферії навитої металевої смуги на ребро в пакет; в – відкалібрована спіраль розташована на валу; г – шнек із закріпленою еластичною спіраллю

Результати порівняльних експериментальних досліджень при транспортуванні зернового матеріалу жорстким шнеком (суцільна лінія) та шнеком з еластичною поверхнею (штрихова лінія) при різних зазорах між шнеком і направляючою трубою ($\delta = 2; 6$ мм), кутах нахилу шнека β та частотою його обертання n представлено на рис.4.

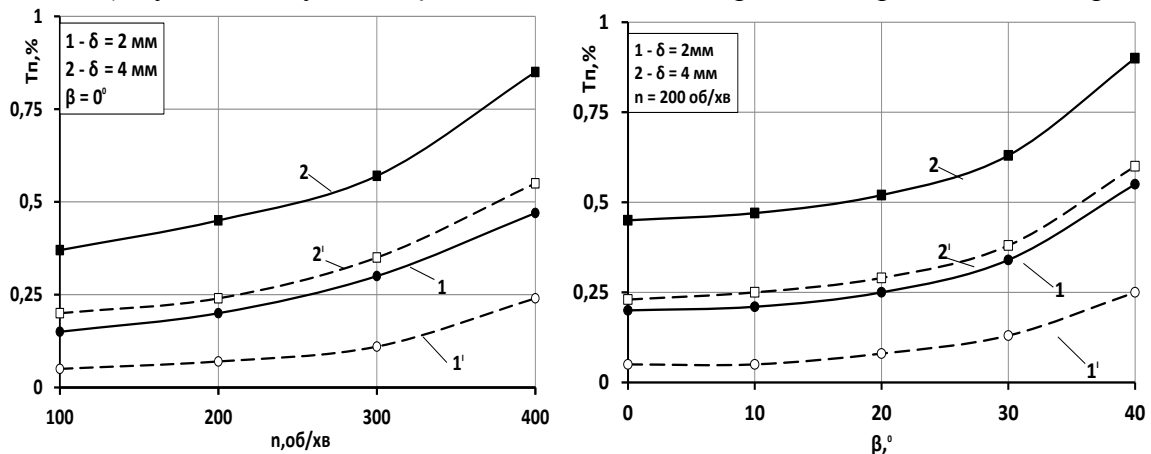


Рисунок 4. Графічні залежності травмування зернового матеріалу T_n % жорстким шнеком (суцільна лінія) та шнеком з еластичною поверхнею (штрихова лінія) при різних зазорах δ між шнеком і направляючою трубою, кутах нахилу шнека β та частотою його обертання n

З аналізу графічних залежностей встановлено, що застосування еластичних накладок на поверхні шнека у порівнянні з жорстким шнеком забезпечує зменшення ступеня пошкодження зернового матеріалу, яке для частоти обертання шнекового робочого органу 100...400 об/хв знаходиться в межах 1,55...3,0 рази, а для кутів нахилу шнекового робочого органу до горизонту 0...40° знаходиться в межах 1,63...4,0 рази.

Висновки. На основі проведеного патентного пошуку конструкцій гвинтових робочих органів та літературних джерел з визначення режимів їх функціонування

запропоновано нові конструкції шнеків з еластичною гвинтовою поверхнею та спосіб їх виготовлення. Проведені теоретичні розрахунки з визначення впливу конструктивних параметрів, кутів нахилу та модуля пружності еластичного ребра, а також параметрів його взаємодії з різнорозмірними защемленими зернами кукурудзи на величини осьової та колової сил. На основі аналізу теоретичних досліджень встановлено інтенсивність впливу параметрів взаємодії еластичного ребра із зерниною та обмеження, які унеможливають пошкодження зернового матеріалу. Наведено результати експериментальних досліджень з визначення ступеня травмування зернового матеріалу T_n % жорстким шнеком та шнеком з еластичною поверхнею при різних зазорах δ між шнеком і направляючою трубою, кутах нахилу шнека β та частотою його обертання n . Отримані результати можуть бути застосовані при проектуванні різних типів шнекових робочих органів з еластичними робочими поверхнями виходячи з реологічних властивостей транспортованих сипких матеріалів та допустимих значень зусиль, які призводять до їх руйнування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Hevko R.B., Zalutskyi S.Z., Tkachenko I.G., Klendiy O.M. (2015) – Development and investigation of reciprocating screw with flexible helical surface, INMATEH: Agricultural engineering, vol.46, no.2, pg.133-138.
2. Hevko R.B., Klendiy M.B., Klendiy O.M. (2016) – Investigation of a transfer branch of a flexible screw conveyor, INMATEH: Agricultural engineering, vol.48, no.1, pg.29-34.
3. Hevko R.B., Rozum R.I., Klendiy O.M. (2016) – Development of design and investigation of operation processes of loading pipes of screw conveyors, INMATEH: Agricultural engineering, vol.50, no.3, pg.89-94.
4. Hevko R.B., Yazlyuk B.O., Liubin M.V., Tokarchuk O.A., Klendii O.M., Pankiv V.R. (2017) - Feasibility study of the process of transportation and stirring of mixture in continuous-flow conveyors, INMATEH: Agricultural engineering, vol.51, no.1, pg.10-20.
5. Гевко Р.Б. Обґрунтування параметрів робочих поверхонь захисного пристрою шнекового транспортера за контактними напруженнями в елементах зачеплення / Гевко Р.Б., Клендій О.М. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України.- К.: ВЦ НУБіП України, 2014.- Вип. 194, ч1.- С. 164-174.
6. Залуцький С.З. Методика та результати експериментальних шнекових робочих органів з еластичною гвинтовою поверхнею // Вісник Інженерної академії України. – К., 2016. – № 1. – С.159-162.
7. Гевко Р.Б. Підвищення технічного рівня гнучких гвинтових конвеєрів: монографія. / Гевко Р.Б., Вітровий А.О., Пік А.І. // Тернопіль: Астон, 2012.- 204 с.
8. Гевко Р.Б. Методика проведення досліджень шнекового транспортера із запобіжним пристроєм / Гевко Р.Б., Клендій О.М. // Сільськогосподарські машини: Збірник наукових статей. – Випуск 24. – Луцьк: Ред.- вид. Відділ Луцького НТУ, 2013.- С. 67 – 75.
9. Гевко Р.Б. Розробка конструкції шнека з еластичною гвинтовою поверхнею та результати її експериментальних досліджень / Гевко Р.Б., Залуцький С.З. // Вісник інженерної академії України. – К., 2015. – № 1. – С. 241–246.
10. Гевко Р.Б. Динамічний розрахунок запобіжного пристрою шнекового транспортера / Гевко Р.Б., Гладь Ю.Б., Шинкарик М.І., Клендій О.М. // Вісник інженерної академії України. – К., 2014. – № 2. – С. 163–168.
11. Parameter justification for interworking relationship of elastic screw operating element with grain material / R.B. Hevko, Y.V. Dzyadykevych, I.G. Tkachenko, S.Z. Zalutskyi // Вісник ТНТУ, — Тернопіль : ТНТУ, 2016 — Том 81. — № 1. — С. 77-87. — (Машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки)