

УДК 631.358.42

© Р.Б. Гевко, д.т.н.

Тернопільський національний економічний університет

О.М. Клендій

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ШНЕКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА ІЗ ЗАПОБІЖНИМ ПРИСТРОЄМ**

*В статті представлена конструкція шнекового транспортера із запобіжним пристроєм, використання якої дозволяє підвищити ефективність функціонування конвеєрів в екстремальних умовах експлуатації. З метою усунення заклинювання робочого органу шнекового транспортера при переміщенні матеріалу запропоновано використовувати запобіжний пристрій з розділеними в часі режимами буксування та осьового зміщення шнека для автоматичного відновлення робочого стану конвеєра. Також розроблено стенд та методику проведення експерименту дослідження для визначення оптимальних параметрів та режимів роботи шнекового транспортера при перевантаженому робочому органі.*

### **ШНЕК, ТРАНСПОРТЕР, ЗАПОБІЖНИЙ ПРИСТРІЙ, ПАРАМЕТР.**

**Постановка проблеми.** Шнекові транспортери отримали значне використання при переміщенні сипких і кускових матеріалів в різних виробничих процесах. Однак при транспортуванні матеріалів внаслідок наявності зазору між поверхнею обертання шнека та внутрішньою поверхнею направляючої труби можливі заклинювання гвинтового робочого органу. Для відновлення працездатності конвеєра необхідно відвести в осьовому напрямку заклинене ребро шнека від контакту з матеріалом, і в подальшому після зняття перевантаження, елементи приводу повинні забезпечити відновлення початкового положення робочого органу для подальшого транспортування матеріалу в зону вивантаження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомий принцип реверсування заклиненого робочого органу, який виконується за допомогою планетарних запобіжних пристроїв, що забезпечують зворотне провертання шнека від незначного кута повороту до декількох повних обертів з наступним

відновленням початкового положення. Також можливий спосіб осьового відведення заклиненого гвинтового робочого органу за допомогою кулькових запобіжних муфт з профільним виконанням лунок, як при виході із зачеплення, так і при їх входженні [1, 2, 3, 4].

Аналіз відомих досліджень показав, що основними недоліками існуючих запобіжних пристроїв, які забезпечують реверсування перевантажених робочих органів є їх конструктивна та технологічна складність, велика матеріаломісткість, ненадійність в роботі. Також вони мають великі габаритні розміри, а при їх роботі виникають великі динамічні навантаження, внаслідок значних сил інерції ведених ланок приводу та робочого органу з автоматичним відновленням його початкового положення.

**Мета дослідження.** Підвищити ефективність функціонування шнекових транспортерів в екстремальних умовах експлуатації шляхом розроблення та обґрунтування раціональних параметрів запобіжного механізму шнекового робочого органу.

**Результати дослідження.** З метою підвищення експлуатаційних показників гвинтових конвеєрів розроблено запобіжний пристрій для шнекового транспортера [5].

На рис. 1 зображена схема шнекового транспортера із запобіжним пристроєм.

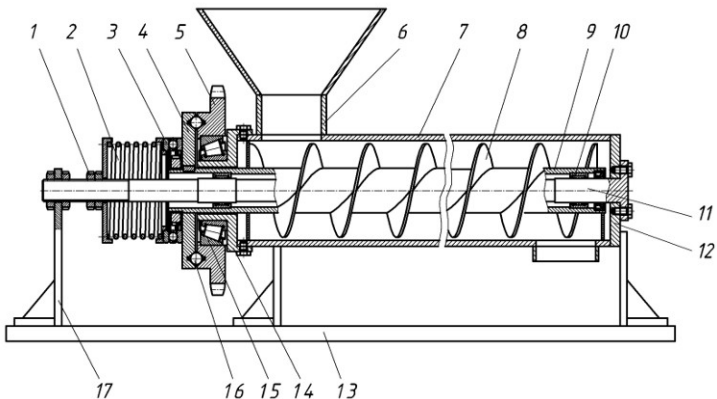


Рис. 1 – Шнековий транспортер із запобіжним пристроєм

Він складається з рами 13, на якій розміщений бункер 6 і корпус транспортера 7. У корпусі транспортера розташований

гвинтовий живильник 8, вал котрого виконаний у вигляді труби 9, в середину якої через підшипники 6 встановлено суцільний вал 11, жорстко закріплений правим фланцем 12 у корпусі. З лівої сторони суцільний вал жорстко закріплений у стійці 17. На лівому фланці 14 через радіально-упорний підшипник 15 встановлений запобіжний пристрій, виконаний у вигляді ведучої півмуфти 5, яка за допомогою кульок 16 взаємозв'язана з веденою півмуфтою 4. Півмуфта 4 жорстко закріплена на трубі живильника і за допомогою упорного підшипника 3 підтиснута пружним елементом 2. За допомогою гайки 1 відбувається регулювання крутного моменту, який передає запобіжний пристрій.

Робота шнекового транспортера із запобіжним пристроєм здійснюється наступним чином. Сипкий матеріал через бункер потрапляє в корпус транспортера на гвинтовий живильник який здійснює обертовий рух і транспортує його в напрямку вивантаження. При попаданні не подрібнювальних тіл в зону між поверхнею обертання шнека і внутрішньою поверхнею корпусу транспортера виникає заклинювання і зупинка гвинтового живильника.

З метою усунення заклинення робочого органу шнекового транспортера при передачі крутного моменту запропоновано використовувати запобіжний пристрій [6] з розділеними в часі режимами буксування та осьового зміщення шнека для відновлення робочого стану конвеєра, конструктивна схема якого та загальний вигляд робочої поверхні ведучої півмуфти зображено на рис. 2.

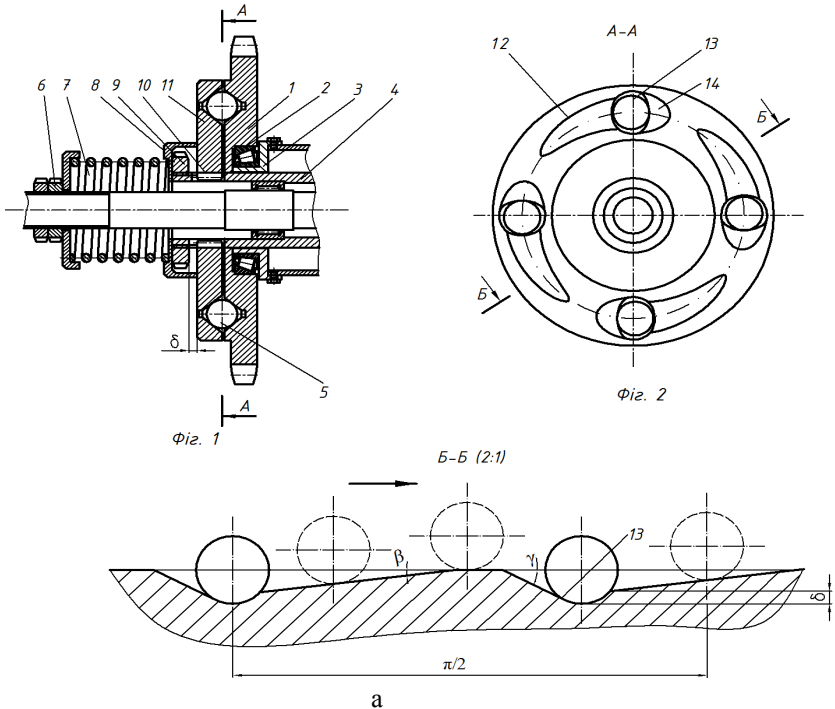
Запропонована конструкція запобіжного пристрою дозволяє суттєво зменшити динамічне навантаження на привід та сили інерції в кульках муфти, що значно підвищує довговічність та експлуатаційні характеристики.

Запобіжний пристрій (рис. 2, а) складається із ведучої півмуфти 1, яка за допомогою радіально-упорного підшипника 2 встановлена у корпусі 3. На торцевій поверхні веденої півмуфти 11 закріплені кульки 5, які розміщені попарно на різних діаметрах. Кульки 5 входять в зачеплення з лунками 13 ведучої півмуфти 1. Ведена півмуфта 11 встановлена на шліцах 10 валу 4 з можливістю осьового зміщення. Між веденою півмуфтою 11 і гайкою 9 існує зазор , величина якого відповідає запобіжному режиму. Ведена півмуфта 11 підтиснута в сторону ведучої півмуфти 1 центральною пружиною 7, яка взаємодіє із гайкою 6 і втулкою 8. По діаметру розташування кульок 5 і лунок 13 із двох

сторін кожної лунки на торцевій поверхні ведучої півмуфти 1 виконані похилі канавки робоча 12 і зворотна 14, причому кут нахилу робочої канавки є значно меншим кута нахилу зворотної канавки.

На рис. 2 показана модель робочої поверхні ведучої півмуфти, виконана в програмному забезпеченні КОМПАС 3D (рис. 2, б) та загальний вигляд робочої поверхні виготовленої півмуфти (рис. 2, в).

Робота запобіжного пристрою здійснюється наступним чином. В процесі передачі крутного моменту кульки 5 знаходяться в зачепленні з лунками 13 ведучої півмуфти 1, що забезпечує обертання всіх деталей пристрою і гвинтового органу. При виникненні перевантаження ведена півмуфта 11 зупиняється, а ведуча півмуфта 1, при цьому, продовжує обертатись, що призводить до виходу кульок 5 із зачеплення з лунками 13, оскільки кульки 5 рухаються по робочій канавці 12, яка має кут нахилу лунки на торцевій поверхні ведучої півмуфти 1, то здійснюється плавне «м'яке» осьове відведення заклиненого шнека.



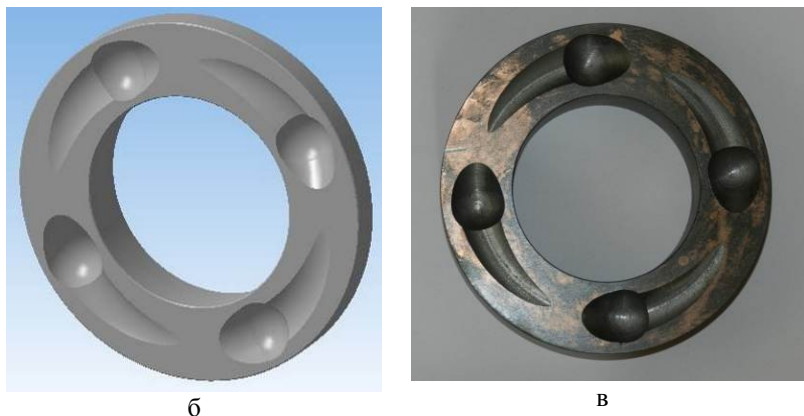


Рис. 2 – Конструктивна схема запобіжного пристрою (а) та загальний вигляд робочої поверхні ведучої півмуфти: б – модель, виконана в КОМПАС 3D; в – загальний вигляд виготовленої півмуфти

Внаслідок обертання ведучої півмуфти 1 кульки 5 заходять у попереднє положення, здійснюючи рух при цьому по зворотній канавці 14, яка має кут нахилу лунки на торцевій поверхні ведучої півмуфти 1, тобто відбувається плавне «м'яке» відновлення початкового стану.

Для проведення експериментальних досліджень розроблено стенд для дослідження параметрів та режимів роботи при перевантаженому робочому органі шнекового транспортера із запобіжним пристроєм, який зображено на рис. 3. Він складається із рами 10, на якій розміщений шнековий транспортер, що містить направляючу трубу 7, в якій розташований шнековий робочий орган 6. Зі сторони завантаження матеріалу встановлений бункер 5, а в зоні його вивантаження вікно з регульованою заслінкою 9 та гальма валу шнека 8. Привід робочого органу здійснюється від електродвигуна 3 через запобіжний пристрій 4.

Для пуску двигуна і регулювання частоти його обертання використовували перетворювач частоти 2 (Altivar 71) з програмним забезпеченням Power Suite v.2.5.0. Система Altivar 71 приєднана до мережі та до комп'ютера 1.

При задаванні необхідної частоти обертання за допомогою комп'ютера через систему Altivar 71 відбувається передача команди на електродвигун і він через запобіжний

пристрій починає обертати вал шнека зі встановленими параметрами.

Методика проведення експериментальних досліджень полягає в наступному. Кусковий матеріал завантажується у бункер із шнековим робочим органом і транспортується у зону вивантаження. Навантаження може задаватись як гальмівним елементом, так і перекриттям шиберної заслінки.

Результати експериментальних досліджень при спрацюванні запобіжного пристрою у вигляді кривих зміни частоти обертання привідного валу, крутного моменту та потужності фіксуються на дисплеї комп'ютера.

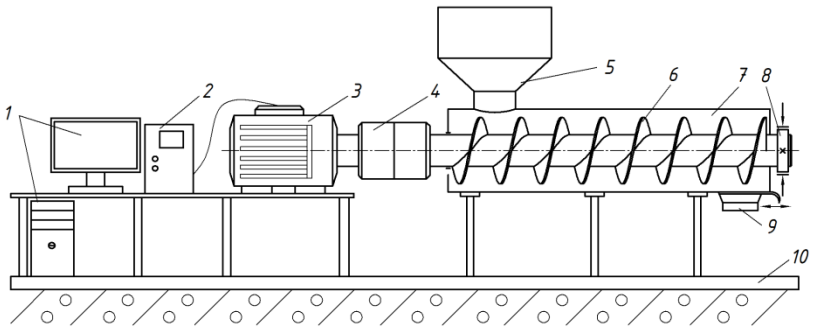


Рис. 3 – Схема експериментального стану для дослідження шнекового транспортера із запобіжним пристроєм

Загальний вигляд стану для дослідження шнекового транспортера із запобіжним пристроєм зображено на рис. 4.



Рис. 4 – Загальний вигляд стану для дослідження шнекового транспортера із запобіжним пристроєм

При проведенні експериментальних досліджень змінними були наступні параметри та фактори: кут нахилу шнека до горизонту; частота обертання робочого органу; жорсткість пружини та сила її попереднього стискання; величина зазору між поверхнею обертання шнека та внутрішньою поверхнею направляючої труби; фракційність транспортованого матеріалу та його реологічні властивості; зусилля створення навантаження на виході шнека.

Змінюючи ті чи інші параметри встановлювали вплив на силові характеристики процесу спрацювання запобіжного пристрою на всіх етапах осьового переміщення шнека при його перевантаженні.

**Висновки.** На основі проведеного патентного огляду, та аналізу існуючих конструктивно-технологічних схем захисних пристроїв гвинтових конвеєрів запропоновано нову конструкцію запобіжного пристрою, яка дозволяє суттєво зменшити динамічні навантаження на привід, що значно підвищує довговічність та експлуатаційні характеристики шнекових транспортерів. Запропоновано конструкцію стенду та методику проведення експериментальних досліджень.

#### Література

1. А.с. 1437597, МКИ F16D 7/04. Предохранительное устройство/ В.К. Сулимов, Т.В. Сулимова, Р.Б. Гевко. – №4155124. Заявл. 02.12.86. Оpubл. 15.11.88. Бюл. №42. – 3 с.
2. А.с. 1456342, МКИ B65G 33/24. Предохранительное устройство/ Б.М. Гевко, Р.Б. Гевко. – №4102349. Заявл. 11.05.89. Оpubл. 07.02.89. Бюл. №5. – 3 с.
3. Поляков В.С., Барабаш И.Д., Ряховський О.А. Справочник по муфтам. – Л.: Машиностроение, 1979. – 344 с.
4. Павлова І.О., Вітровий А.О. Силовий розрахунок шарнірних елементів гнучкого валу гвинтового робочого органу // Вісник Тернопільського державного технічного університету. Том 8. – Тернопіль: ТДТУ, 2003. – С. 44 – 49.
5. Пат. №62097 Україна, МПК B65G 53/00. Шнековий транспортер із запобіжним пристроєм / Шинкарик М.І., Клендій О.М., Вітровий А.О.: заявник і власник патенту Тернопільський національний економічний університет. – № u201101100, заявл. 01.02.2011, опубл. 10.08.2011, Бюл. №15, 2011 р.
6. Пат. №71785, МПК F16D 7/00. Запобіжний пристрій / Гевко Р.Б., Клендій О.М.: заявник і власник патенту Тернопільський національний економічний університет. – № u201200608; заявл. 19.01.2012; опубл. 25.07.2012, Бюл. № 14, 2012 р.