

**УДК 621.867**

**Тарас Пелешок, к.т.н., Лілія Рогатинська**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **БУНКЕРНЕ ЗАВАНТАЖЕННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ**

**Taras Peleshok, Ph.D., Liliya Rogatynska**

### **LOADING OF SCREW CONVEYOR WITH OF HOPPER**

Якість процесів транспортування сипких матеріалів гвинтовими конвеєрами (ГК) визначається надійністю та стабільністю завантаження, зокрема роботою завантажувальних пристроїв. При їх бункерному завантаженні можливі два режими. При першому розхід визначається продуктивністю конвеєра, а тому реалізується витікання вантажу з нормованим розходом. При другому реалізується вільне витікання з бункера і розхід визначається параметрами вивантажувального отвору і властивостями вантажу. Перший випадок, в основному, стосується тихохідних ГК (до  $15,0 \text{ c}^{-1}$ ), коли розрахунковий розхід бункера більше продуктивності гвинтового конвеєра. Для швидкохідних ГК (більше  $40,0 \text{ c}^{-1}$ ) робочий орган (гвинт) при обертанні в процесі транспортування створює відцентрові сили, що частково відкидають вантаж та зменшують продуктивність ГК. При цьому постає проблема забезпечення заданого коефіцієнту заповнення робочого простору ГК. Збільшення довжини зони завантаження її не вирішує, оскільки одночасно збільшується час проходження вантажем зони завантаження і, відповідно, підвищується ефект дії відцентрових сил. Компенсувати дію відцентрових сил можна наданням потоку певної кінетичної енергії, реалізувавши динамічне завантаження, наприклад, шляхом подачі вантажу з певної висоти. Проте при падінні з вивантажувального отвору бункера, з наростанням швидкості, потік розріджується, оскільки розхід його не змінюється, що нівелює ефект динамічного завантаження.

З метою досягнення раціонального коефіцієнту заповнення робочого простору ГК і, відповідно, підвищення їх продуктивності реалізовано їх динамічне завантаження ущільненим напрямленим потоком вантажу, який формується напрямною площиною, розміщеною під випускним отвором бункера. Попередній розрахунок руху потоку вантажу по напрямній площині проводився згідно відомих методик.

Для дослідження процесу напрямленого витікання вантажу із бункера при динамічному завантаженні ГК, визначення розподілу кінематичних та динамічних параметрів потоку сипкого вантажу на виході з отвору та в робочому просторі бункера, його розходу та інших параметрів, була розроблена експериментальна установка (рис. 1,а) із змінними геометричними параметрами бункера (змінною кута нахилу стінок, довжини випускного отвору) та можливістю реалізації напрямленого витікання вантажу. В процесі експериментальних досліджень проводилась кіно- та фотозйомки, визначались поля переміщень та швидкостей деформацій вантажу в робочому просторі бункера, за якими оцінювались відповідні напруження в сипкому середовищі.

На рис. 1,б показано характер переміщення вантажу у бункері експериментальної установки з похилими передньою та задньою стінками (по відношенню до вивантажувального отвору ГК) і двома боковими вертикальними стінками відповідно при вільному прямому вивантаженні сипкого матеріалу. Особливості бокового напрямленого вивантаження показані на рис 1,в та. Встановлено, що на характер руху вантажу в бункері великий вплив має його геометрія, яка суттєво впливає на перерозподіл швидкостей по січенню потоку. Підтверджено що, в

залежності від умов бункерного завантаження, при відповідній геометрії бункера, можна досягти практично рівномірного пошарового вивантаження, що відповідає умові гідравлічного витоку сипкого вантажу. При реалізації напрямленого бокового завантаження вантаж ущільнюється, що сприяє швидшому і повнішому заповненню робочого простору гвинтового конвеєра.

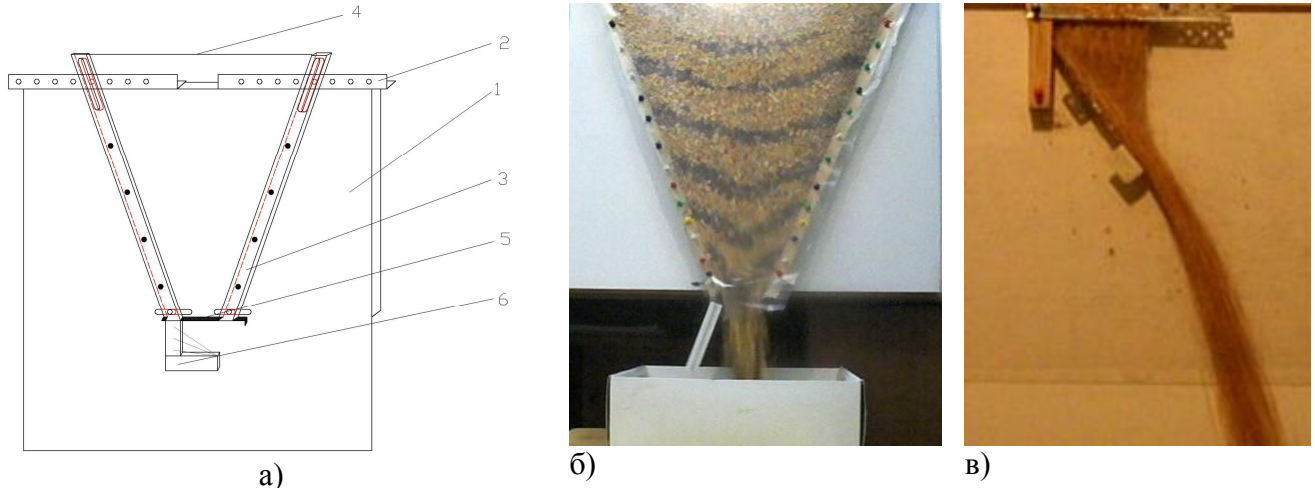


Рисунок 1. Експериментальна установка для дослідження переміщення сипких вантажів в бункері (а) та реалізація прямого (б) і напрямленого (в) вивантаження: 1 – основа; 2 – напавляючі для зміни кута нахилу бокових стінок; 3 – бокові стінки бункера; 4 – прозора стінка для ведення спостереження; 5 – шибер; 6 – пристрій для зміни напрямку витікання матеріалу.

При умові забезпечення постійної продуктивності системи бункер-гвинтовий конвеєр, зміна рівня вантажу в бункері визначається із умови постійності усередненого розходу вантажу через довільне горизонтальне січення бункера ( $Q = const$ ). Для бункера з круто похилими стінками при цьому може реалізуватись режим пошарового (гідравлічного) витікання вантажу, при якому переміщення матеріалу відбувається по всьому січенню бункера. За матеріалами теоретичних та експериментальних досліджень встановлено, що при пошаровому вивантаженні з заданою продуктивністю, опосередкована швидкість деформації  $\dot{\epsilon}_z$  біжучого виділеного шару вантажу з середньою швидкістю витікання  $v_0$  зв'язана залежністю:

$$\dot{\epsilon}_z = 2v_0 b_0 \operatorname{tg} \delta / (b_0 + 2z \operatorname{tg} \delta)^2,$$

де  $b_0$  - довжина вихідного отвору бункера,  $\delta$  - кут нахилу стінки бункера.

У випадку, коли продуктивність ГК визначається продуктивністю бункера, зміна швидкостей вантажу по січенню бункера, з врахуванням сил тертя на стінках бункера, апроксимувалась степеневими залежностями за даними експерименту. Адекватність побудованої моделі визначалась за співставленням експериментально отриманих і теоретично побудованих ліній току сипкого матеріалу.

Для реалізації напрямленого завантаження ГК використовували як плоскі, так і профільовані напрямні площадки, які поряд із вертикальною складовою надавали потоку також горизонтальну складову. Встановлено, що напрямлена подача вантажу із бункера в зону завантаження горизонтальних та похилих ГК суттєво підвищує коефіцієнт їх заповнення, продуктивність та дозволяє експлуатувати ГК при високошвидкісних режимах роботи в областях мінімальної їх енергоємності. Раціональний кут нахилу напрямних площадок для сухого зернового вантажу становить біля  $52^\circ$ .