

УДК 631.356.2

**Роман Гевко, Володимир Дзюра,  
Роман Романовський**

## **ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ПНЕВМАТИЧНИМИ КОНВЕЄРАМИ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ**

*Розроблено і виготовлено стенд для дослідження зміни характеристик сипких матеріалів при транспортуванні в пневмотранспортерах. Визначено зусилля транспортування порції сипкого матеріалу в залежності від ступеня його розрідження і тиску повітря в пневмокамері розробленої установки. Встановлено оптимальні режими роботи пневматичних конвеєрів періодичної дії.*

Визначення оптимальних режимів роботи нової техніки вимагає значних затрат матеріальних ресурсів і часу. Тому одним із основних шляхів прискорення та здешевлення досліджень є робота з моделями та стендами, які моделюють реальні умови роботи досліджуваних вузлів та їхню взаємодію з іншими елементами досліджуваної системи.

Провести визначення оптимальних режимів роботи пневмомеханічних транспортерів сипких матеріалів періодичної дії досить важко через необхідність залучення обладнання великої потужності, зокрема компресорів, які б могли транспортувати сипкий матеріал певної маси. Натомість робота зі стендом є простою, оскільки він досить точно моделює взаємодію сипкого матеріалу з поверхнею транспортера. При цьому використовується обладнання малої потужності, а сам стенд пристосований до заміру необхідних силових параметрів процесу транспортування.

Визначенням характеристик тертя сільськогосподарських матеріалів по різних поверхнях присвячені праці С. С. Яцуна та О. М. Царенка [1]. У своїх дослідженнях вони аналізували основні властивості сільськогосподарських матеріалів та режими тран-

спортування, однак вони не враховували вплив повітря на зміну коефіцієнтів тертя.

В роботах В. Я. Борщева [2] спроектовано і проаналізовано значну кількість обладнання для транспортування, змішування й обробки сипких матеріалів, загальні принципи процесів обробки сипких матеріалів. Наведено розрахунки основних характеристик обладнання, а також параметри, за якими вибирається устаткування.

Метою роботи є визначення оптимальних режимів транспортування сипких матеріалів в залежності від ступеня завантаження робочої камери і тиску поданого повітря.

Роботу виконано в рамках пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки «Новітні та ресурсозберігаючі технології в промисловості, енергетиці та агропромисловому комплексі» на 2006–2011 роки.

Одним з основних показників, що характеризує енергосилові параметри процесу транспортування є зусилля, яке необхідно прикласти, щоб почати здійснювати процес транспортування сипкого матеріалу, тобто подолати сили тертя між матеріалом і поверхнею транспортера.

Знаючи значення цієї сили за різних значень параметрів, які можна змінювати в певному діапазоні значень, можна визначити оптимальні режими транспортування сипких матеріалів.

Для цього нами спроектовано і виготовлено стенд для дослідження силових параметрів процесу транспортування сипких матеріалів (рис. 1), який виконано у вигляді рами 1, до якої жорстко закріплено вертикальні стійки 2, до яких жорстко закріплено циліндричну трубу 3.

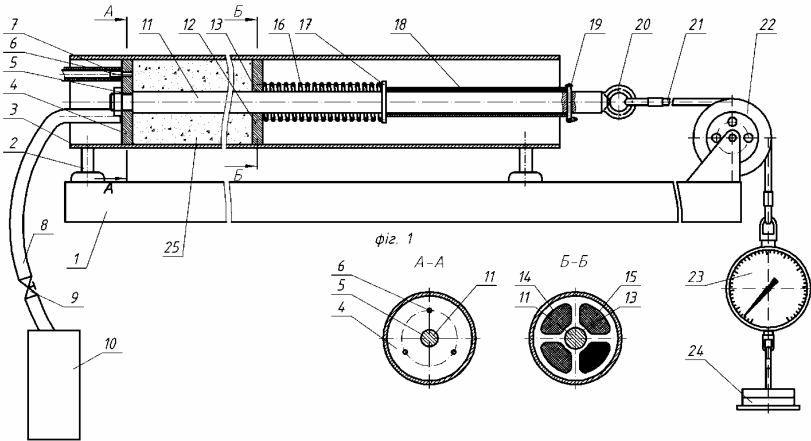


Рисунок 1. Стенд для дослідження силових параметрів процесу транспортування сипких матеріалів



У циліндричній трубі розміщено циліндричний поршень 4, в якому виконано центральний циліндричний отвір 5 і три отвори 6 меншого діаметра по його периферії. В отвори меншого діаметра 6 встановлено штуцери 7, на які натягнуто шланги 8 для подачі повітря. Шланги з'єднані з краном 9 і далі з джерелом стисненого повітря 10.

В центральний циліндричний отвір 5 поршня 4 перпендикулярно до осі отвору жорстко встановлено шток 11, на який надягнуто циліндричний диск 12 з центральним циліндричним отвором

13. Циліндричний диск 12 містить по периферії вікна 14 довільної форми (наприклад чотири), які закриті сіткою 15 для запобігання проходження сипкого матеріалу. З лівого боку циліндричний диск 12 підтиснений пружиною стиснення 16, яка впирається в упор 17. З іншого боку упор 17 підтиснений дистанційною циліндричною втулкою 18 у вигляді труби з внутрішнім діаметром, більшим від діаметра штока. Дистанційна втулка закріплена шпилькою 19. На кінці штока встановлено рим-болт 20, до якого через канат 21 і нерухомий блок 22 закріплено динамометр 23 для замірювання силових параметрів процесу переміщення сипкого вантажу. До динамометра з іншого боку прикріплено вантажі 24, які визначають зусилля, при якому система набуде рівноважного стану.

Робота стенда для дослідження силових параметрів процесу транспортування сипких матеріалів здійснюється таким чином. У порожнину між поршнем 4 та циліндричним диском 10 встановлено сипкий матеріал 25, властивості якого досліджуються. Причому порожнину заповнюють залежно від умов проведення досліду. Краном 9 вмикають подачу стисненого повітря з джерела стисненого повітря 10 і починають накладати вантажі 24 для визначення зусилля, яке приведе поршень в рух.

Провівши серію експериментальних досліджень, яка складалася із 46 дослідів, ми отримали середні значення досліджуваних параметрів, які наведені в таблицях 1 та 2.

При проведенні експериментальних досліджень були зроблені такі скорочення: часткове завантаження – 70%-75% об'єму робочої камери; повне завантаження — 100% об'єму робочої камери з частковим ущільненням транспортного матеріалу. Наведені в таблиці значення зусилля транспортування сипких матеріалів враховують тертя поршня об стінки труби, яке при порожній робочій камері становить 2,5 Н.

Дослідження проводили для двох об'ємів завантаження камери:  $4,22 \times 10^{-4} \text{ м}^3$  і  $8,44 \times 10^{-4} \text{ м}^3$ ; тиск повітря 0,6-0,8 МПа.

Таблиця 1. Значення зусилля транспортування сипких матеріалів у залежності від величини заповнення робочої камери і режиму роботи станда

Завантаження		Використання пневмоприводу	Зерно		Висівки		Тирса	
			Повне	Часткове	Повне	Часткове	Повне	Часткове
Об'єм камери	$4,22 \times 10^{-4} \text{ м}^3$	без повітря	8,4	3,5	7,3	2,5	5	1,5
		з повітрям	7,3	2,5	6,4	2	2,5	0,53
	$8,44 \times 10^{-4} \text{ м}^3$	без повітря	12,1	4,6	11,3	3,4	8,7	2,0
		з повітрям	10,1	3,3	9,6	2,6	4,02	0,7

Таблиця 2. Залежності зусилля переміщення вантажу від тиску повітря в транспортному рукаві

Тиск повітря, МПа	Зусилля переміщення, Н		
	Пшениця	Тирса	Висівки
0,4	4	5	4
0,5	3,5	4	3,5
0,6	3	3,5	3
0,7	3 — 2,5	2,5	2,5
0,8	3 — 2,5	2,5	2,5 — 2

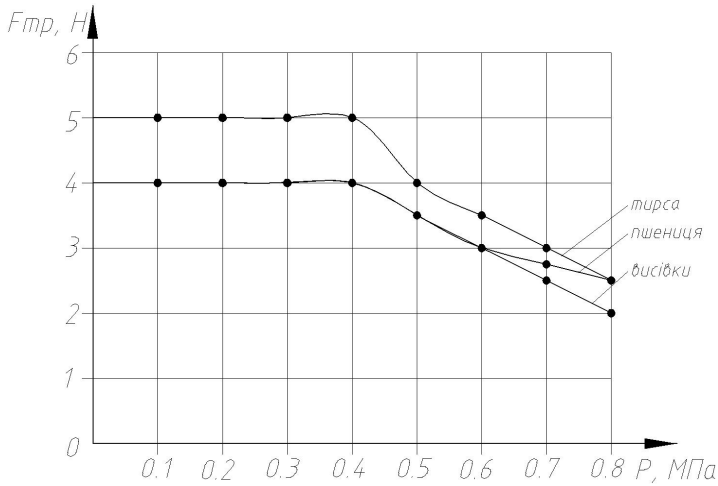


Рисунок 2. Зміна зусилля переміщення сипкого матеріалу залежно від тиску повітря.

Таблиця 3 — Залежності зусилля переміщення від об'єму переміщуваного сипкого матеріалу

Об'єм матеріалу, м <sup>3</sup>		Зусилля переміщення, Н					
		Пшениця		Тирса		Висівки	
		без повітря	повітря	без повітря	повітря	без повітря	повітря
V-100%	4,22·10 <sup>-4</sup>	4 — 3,5	3 — 2,5	5	2,5	3,5 — 3	2,5 — 2
V1	6,22·10 <sup>-4</sup>	40	38	11	6	7	6
V2	8,22·10 <sup>-4</sup>	70	70	24	17	20	17
V3	10,22·10 <sup>-4</sup>	-	-	42	41	34	33
V4	12,22·10 <sup>-4</sup>	-	-	65	65	50	50



Рисунок 3. Зміна зусилля переміщення сипкого матеріалу залежно від його об'єму 1 — пшениця без використання повітряного підживлення; 2 — пшениця з використанням повітряного підживлення; 3 — тирса без використання повітряного підживлення; 4 — тирса з використанням повітряного підживлення; 5 — висівки без використання повітряного підживлення; 6 — висівки з використанням повітряного підживлення

### Висновки:

1. Зусилля транспортування сипких матеріалів зменшується практично прямо пропорційно тиску повітря в пневмосистемі.

2. При транспортуванні сипких матеріалів з урахуванням продуктивності транспортера об'єм робочої камери доцільно завантажувати на 100 відсотків. Недовантаження робочої камери призведе до втрати продуктивності, а перевантаження — до збільшення зусилля транспортування або значного його зростання й утворення ущільнень транспортного матеріалу.

3. Оптимальним для транспортування тирси, висівок зернових та зерна є тиск у транспортному рукаві від 4 до 7 бар. Збільшення

тиску не призводить до зменшення зусилля транспортування, а його зменшення менше 4 бар також на нього не впливає. Для транспортування висівок і тирси оптимальним є тиск 7–8 бар — показник, при якому значення зусилля транспортування — мінімальне.

### **Література**

1. Калинушкин М. П. Пневмотранспортное оборудование: Справочник / М. П. Калинушкин, М. А. Коппель, В. С. Серяков, М. М Шапунов. Под общ. ред. М. П. Калинушкина. — Л.: Машиностроение, 1986. — 286 с.
2. Герц Е. В. Пневматические устройства и системы в машиностроении: Справочник / Е. В. Герц, А. И. Кудрявцев, О. В. Ложкин и др. Под общ. ред. Е. В. Герц — М.: Машиностроение, 1981. — 408 с.

**Roman Gevko, Volodymyr Dzyura, Roman Romanovskyy**

### **DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS FOR TRANSPORTATION OF LOOSE MATERIALS BY PNEUMATIC CONVEYORS OF PERIODIC ACTION**

*A test bench for investigations of loose materials characteristics changes at transportation in pneumatic transporters has been built. The transporting strain for a loose material portion depending on the rarefaction extent and air pressure in the pneumatic chamber of the test bench has been found. The optimal regimes for periodic action conveyors have been determined.*