

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДАЧІ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ПНЕВМО-МЕХАНІЧНИМИ ТРАНСПОРТЕРАМИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КОНСТРУКТИВНОГО ВИКОНАННЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО СОПЛА

Гевко Р.Б. д.т.н., Дзюра В.О. к.т.н., Романовський Р.М. асп.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Наведено результати експериментальних досліджень впливу геометричних параметрів центрального змінного сопла на дальність транспортування сипких матеріалів (сорох фракції 6мм, тирса фракції 0,1мм, зерно пшениці фракції 3,5мм і шеничні висівки). Встановлено причини виникнення ущільнень сипкого транспортного матеріалу в гнучкій транспортній магістралі транспортера і способи їх ліквідації.

Актуальність теми. На підприємствах сільськогосподарського виробництва в транспортування сипких матеріалів широке поширення одержало коконапорне пневмотранспортне устаткування нагнітального типу, продуктивністю 5...30 т/год, дальністю подачі до 1000 метрів, швидкістю руху повітря 15...40 м/с і надлишковим тиском до 0,6...0,8 МПа. Проте у цілому ряді випадків обладнання даного типу виявилось малоефективним, дорогим в експлуатації, та складним по конструкції. При цьому виникає необхідність використання циклонів для вловлювання частинок транспортного матеріалу з повітряної хмари транспортного потоку.

Тому для задоволення потреб сільськогосподарського виробництва необхідно проектувати малогабаритне, дешеве та просте за конструкцією технологічне обладнання, яке б забезпечувало швидке транспортування сипких матеріалів.

Аналіз останніх результатів досліджень. Питанням проектування конвексрив для транспортування сипких матеріалів займалися Гевко Б.М. [1] та Гевко І.Б. [2], ними розроблено конструкції спеціальних пристроїв для механічного транспортування сипких матеріалів з гнучкими гвинтовими робочими органами. В дослідженнях П. Клендія [3] розроблена математична модель динаміки процесу пневмотранспортування в продуктопроводі по каналу "витрата продукту – витрата повітря". В дослідженнях Гуцина О.В. розглянуто роботу пневмотранспортної ланки з порційним рухом сипких будівельних матеріалів. В Роботі Латинського Р.М. розглянуто взаємодію шнекових робочих органів з сировиною сільськогосподарського виробництва. [4]

Аналізуючи дані роботи можна зауважити, що в них розглянуті лише закономірності роботи пневматичних транспортних систем. На сьогодні жодні дослідження не стосуються створення та пошуку оптимальних параметрів роботи комбінованих пневмо-механічних транспортних систем.

Мета роботи. Тому метою даної роботи є встановлення залежності дальності транспортування сипких матеріалів від геометричних параметрів центрального змінного сопла.

Реалізація роботи. Експериментальні дослідження проводили з використанням розробленого пневмо-механічного транспортера (рис. 1) [5] та

досліджуваних сипких матеріалів: гороху, тирси, пшениці та висівок.

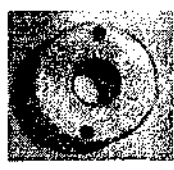
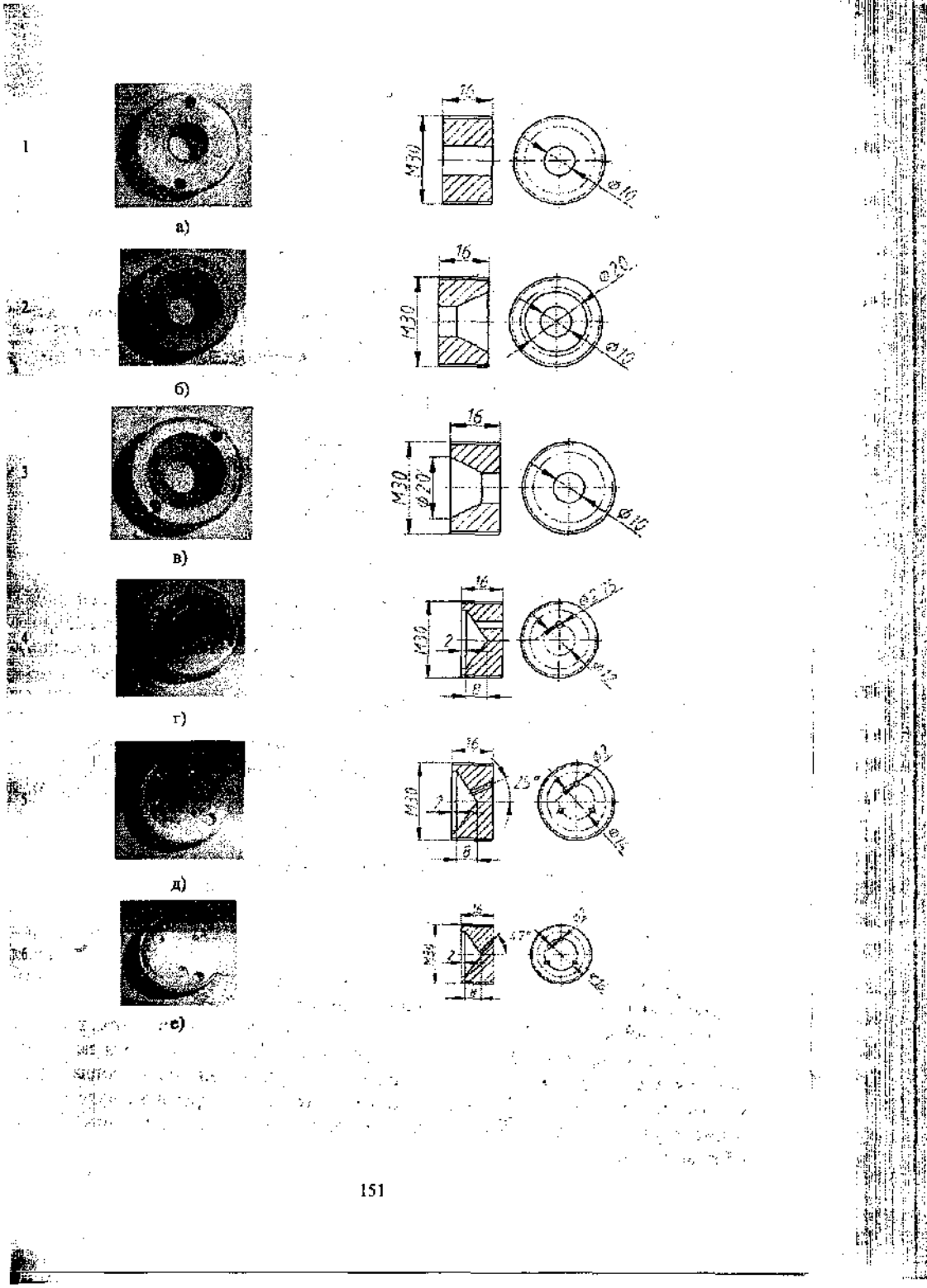
При проведенні експериментальних досліджень змінними параметрами були форма та геометричні розміри центрального сопла.



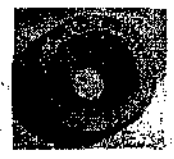
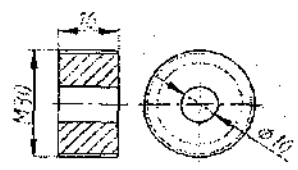
Рис. 1. Шнековий пневмо-механічний транспортер

а) загальний вигляд; б) розміщення центрального змінного сопла: 1 - рама; 2 - корпус живильника; 3 - бункер; 4 - шпильковий вал з пружиною; 5 - ланцюгова передача; 6 - корпус підшипника; 7 - редуктор; 8 - пульт керування; 9 - гвинтовий робочий орган

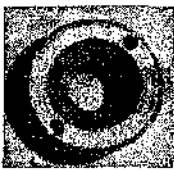
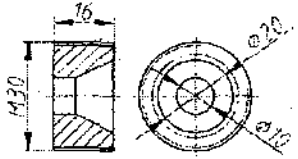
Дослідження проводились з метою встановлення максимальної віддачі транспортування сипкого матеріалу без підживлення залежно від типу центрального змінного сопла транспортера. Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено сім центральних змінних сопел (рис. 2).



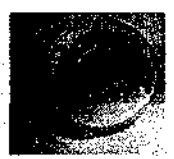
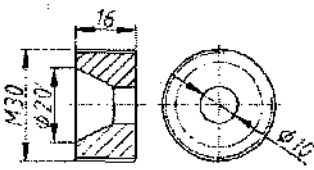
a)



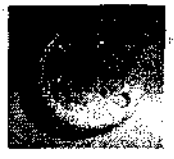
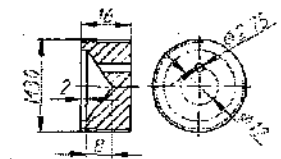
b)



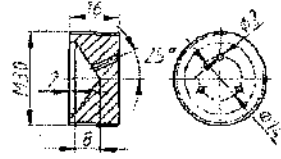
b)



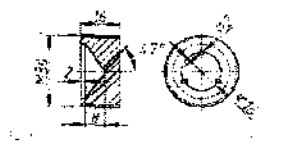
г)



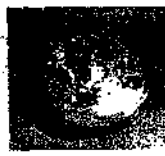
д)



e)



7



e)

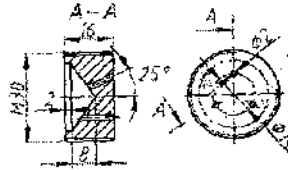


Рис. 2. Центральні змінні сопла шнекового шнемо-механічного транспортера:

а, б, в – з центральним отвором різної конусності (вихідний діаметр $D_{\text{вих}} = 10 \text{ мм}$); г, – з нецентральним отвором (вихідний діаметр $D_{\text{вих}} = 2,75 \text{ мм}$); д – з трьома отворами розміщеними під кутом 30° до осі; е – з трьома отворами розміщеними під кутом 60° до осі; є – з трьома отворами розміщеними з різними кутами до осі

Першу серію досліджень проводили з соплами з центральним отвором (рис. а – рис. 2, в) і різною конусністю отвору сопла. При проведенні експериментальних досліджень встановлено, що конусність отвору центрального змінного сопла не чинить практично жодного впливу на максимальну відстань транспортування сипкого матеріалу без підживлення.

Це пояснюється тим, що вихідний отвір, маючи центральне розміщення, направляє струмінь повітря в центральну частину гнучкої транспортної магістралі, ущільнення сипкого транспортного матеріалу починають формуватись на периферії.

Встановлено, що основною причиною виникнення ущільнень транспортного матеріалу (гирса) є різниця лінійних швидкостей руху частинок транспортного потоку, яка спричинена нерівностями внутрішньої поверхні транспортера.

Крім цього вихідний діаметр центрального змінного сопла є занадто великим, щоб утворити повітряний струмінь, який володів би достатньою силою, щоб зруйнувати або розрідити ущільнення сипкого транспортного матеріалу. Тож при використанні сопел з центральним отвором з вихідним діаметром $D_{\text{вих}} = 10 \text{ мм}$ ущільнення транспортного матеріалу утворювалось відразу ж за зоною гвинтового шнекового живильника (рис. 3, а).

На рис. 3 а, видно, що ущільнення транспортного матеріалу відбувається відразу ж за гвинтовим шнековим живильником, а періодична чи постійна дії пневматичного струменя не чинить жодних змін на його щільність (рис. 3, г).

Другу серію досліджень проводили з використанням сопел конструкції зображеної на рис. 2, г максимальна відстань транспортування сипкого матеріалу при цьому збільшилась до $0,75 \text{ м}$ в гнучкій транспортній магістралі. Конструктивною особливістю цього сопла є отвір розміщений ексцентрично відносно осі обертання сопла. Такий отвір утворює вихровий потік в гнучкій транспортній магістралі, але його дія є недостатньою для значного збільшення відстані транспортування, оскільки пропускна здатність отвору сопла зменшена з рахунок малого діаметра. Для збільшення пропускної здатності сопла і подальшого об'єму повітряного потоку, який формується компресором було вирішено зробити три отвори розміщених через 120° один від одного і під кутом 30° до осі обертання сопла.

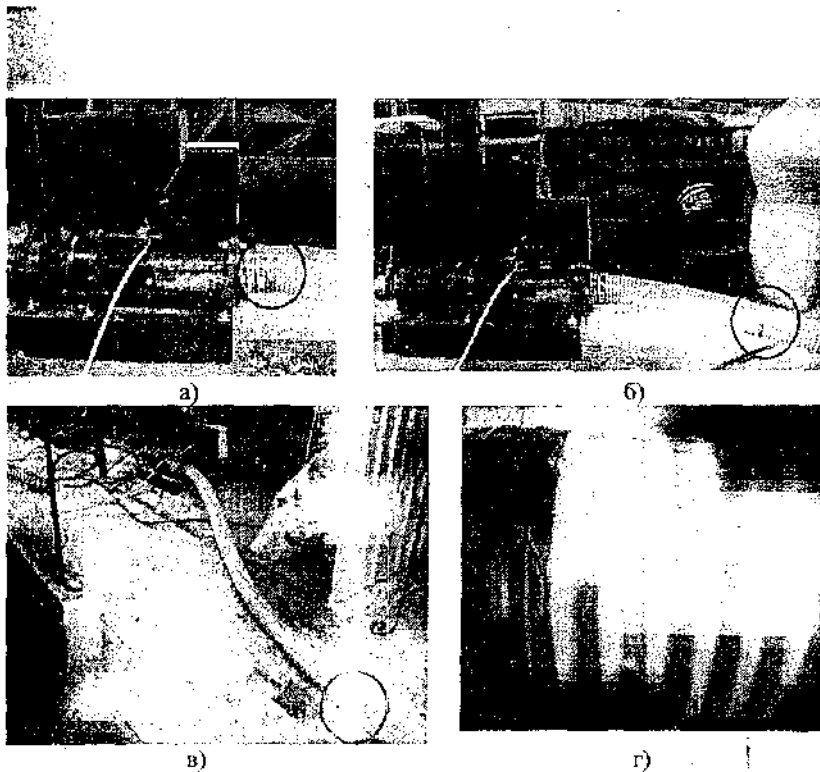


Рис. 3. Ущільнення сипкого транспортного матеріалу при визначенні максимальної відстані транспортування залежно від типу центрального змінного сопла (транспортний матеріал – тирса):

а) Результати експериментальних досліджень визначення впливу геометричних параметрів центрального змінного сопла на дальність транспортування наведено в таблиці 1.

б) При використанні сопла зображеного на рис. 2, б максимальна відстань транспортування сипкого матеріалу збільшилась до 2,2 м в гнучкій транспортній магістралі. Конструктивною особливістю цього сопла є отвори, які розміщені під кутом 30° до осі обертання сопла. Діаметр отворів зменшено до $D_{отс} = 2 \text{ мм}$.

в) Таке розміщення отворів забезпечує вихровий повітряний потік високого тиску, який не дозволяє утворитись ущільненню, що значно збільшує максимальну дальність транспортування (рис. 3. в).

г) При транспортуванні гороху, який характеризується великою шпаристістю (пороховатістю), високою питомою масою і низькою здатністю до стискування, однією причиною утворення ущільнень є проходження повітряного потоку через щільнішки між зернами гороху без будь-якої на нього дії.

Значний вплив на збільшення максимальної відстані транспортування сипких матеріалів без підживлення транспортного потоку в гнучкій магістралі має падіння на гнучку транспортну магістраль незначних вібраційних навантажень потоку ($20-30 \text{ хв}^{-1}$).

Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень дальності транспортування сипких матеріалів залежно від геометричних параметрів центрального змінного сопла

№ п/п	Транспортний матеріал	№ центрального змінного сопла	Максимальна відстань транспортування, $L_{гривки}$, м
1	Тирса	1	0,15
2	Горох	1	0,12
3	Пшениця	1	0,14
4	Висівки	1	0,15
5	Тирса	2	0,12
6	Горох	2	0,13
7	Пшениця	2	0,15
8	Висівки	2	0,15
9	Тирса	3	0,12
10	Горох	3	0,15
11	Пшениця	3	0,13
12	Висівки	3	0,15
13	Тирса	4	0,75
14	Горох	4	0,15
15	Пшениця	4	0,45
16	Висівки	4	0,35
17	Тирса	5	2,5
18	Горох	5	0,15
19	Пшениця	5	0,4
20	Висівки	5	0,35
21	Тирса	6	2,55
22	Горох	6	0,15
23	Пшениця	6	0,45
24	Висівки	6	0,7
25	Тирса	7	3
26	Горох	7	0,15
27	Пшениця	7	0,46
28	Висівки	7	1

Графічно матеріали експериментальних досліджень можна зобразити наступною діаграмою (рис. 4).

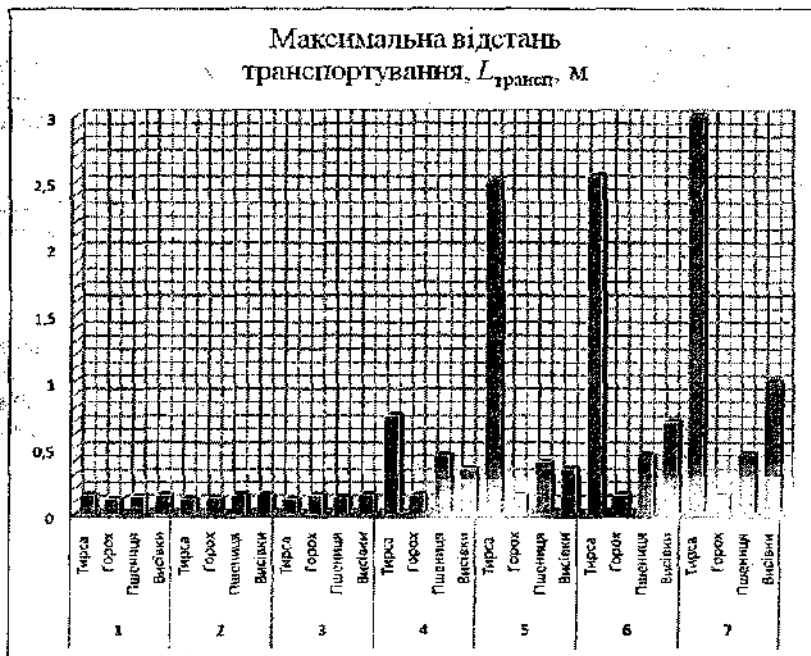


Рис. 4. Діаграма залежності дальності транспортування сипких матеріалів залежно від геометричних параметрів центрального змінного сопла

Висновки: 1. Встановлено, що для збільшення довжини транспортування сипких матеріалів необхідно отвори в центральному змінному соплі робити ексцентричними, що забезпечує утворення вихрового повітряного потоку. Крім того встановлено, що розділення повітряного потоку шляхом утворення в центральному змінному соплі кількох отворів меншого діаметра збільшує довжину транспортування сипких матеріалів і позитивно впливає на руйнування ущільнень в'язкого матеріалу, при цьому ексцентричні отвори повинні розміщуватись під різними кутами до осі обертання.

2. Досліджено вплив геометричних параметрів центрального змінного сопла пневмо-механічного транспортера на дальність транспортування сипких матеріалів. При цьому встановлено, що при роботі пневмо-механічного транспортера з значними робочими тисками в межах 8-10 атм. центральне сопло транспортера цільно виготовляти з діаметром 2-3,5 мм.

3. Встановлено, що накладання незначних вібраційних навантажень 10-30 с⁻¹ чинить значний позитивний вплив на ліквідацію ущільнень сипкого транспортного матеріалу в гнучкій транспортній магістралі.

Список використаних джерел

Деклараційний патент №10170 Україна, МПК В65G33/26. Гвинтовий конвеєр з пересипанням. Гевко Іван Богданович, Закалов Олександр Васильович,

- Дзюра Володимир Олексійович, Добровольська Оксана Олегівна. Заявлено 17.02.2005, опубліковано 15.11.2005, Бюл. №11.
2. Декларативний патент №10250 Україна, МПК В65G33/26. Гвинтовий конвеєр з гнучким приводним валом. Гевко Іван Богданович, Закалов Олександр Васильович, Дзюра Володимир Олексійович, Добровольська Оксана Олегівна. Заявлено 31.03.2005, опубліковано 15.11.2005, Бюл. №11.
 3. Клендій Петро Богданович. Енергозберігаюча система пневмотранспортування продуктів розмолу на борошномельних підприємствах : дис. канд. техн. наук: 05.09.16 / Національний аграрний ун-т. - К., 2007. - 167арк. - Бібліогр.: арк. 140-148.
 4. Рогатинський Р.М. Механіко-технологічні основи взаємодії шнекових робочих органів з сировиною сільськогосподарського виробництва: Дис... д-ра техн. наук: 05.20.01 ; 05.05.05 / Рогатинський Роман Михайлович. - Тернопіль, 1997. - 574 арк.
 5. Пат. №44544 Україна, МПК (2006) G65B 53/00. Шнековий пневмомеханічний транспортер / Гевко Р.Б., Дзюра В.О., Романовський Р.М.; заявник і власник патенту ТНЕУ. - № u200903515; заявл. 13.04.2009р., опубл. 12.10.2009, Бюл №19.
 6. Р. Романовський. Пневмо-механічний конвеєр для транспортування сипких матеріалів. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції Тернопільського державного технічного університету імені І. Пулюя, (м. Тернопіль, 13-14 травня 2009 року) Тернопіль ТДТУ. 2009. - с.66.

Аннотация

Исследование процесса подачи сыпучих материалов пневмо-механическими транспортерами в зависимости от конструктивного выполнения центрального сопла

Гевко Р.Б., Дзюра В.О., Романовский Р.М.

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния геометрических параметров центрального переменного сопла на дальность транспортировки сыпучих материалов (горох фракции 6мм, опилки фракции 0,1мм, зерно пшеницы фракции 3,5мм и пшеничные высевки). Установлены причины возникновения уплотнений сыпучего транспортного материала в гибкой транспортной магистрали транспортера и методы их ликвидации.

Abstract

Research of process of serve of friable materials пневмо-механическими conveyer depending on structural implementation of central nozzle

Gevko R.B., Dzyura V.O., Romanovskiy R.M.

The results of experimental researches of influence of geometrical parameters central variable nozzle are resulted on distance of transporting of friable materials (pea fraction of 6mm, sawdusts of faction of 0,1mm, grain of wheat of faction of 3,5mm and wheat sowing). Reasons of origin of compressions of a friable transport material in a flex transport highway of conveyer and methods of their liquidation are set.