

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВОГО ЗУСИЛЛЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ТРУБЧАСТОГО ТРАНСПОРТЕРА-ЗМІШУВАЧА НА РІЗНИХ ДІЛЯНКАХ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТРАСИ

*Токарчук Олексій Анатолійович к.т.н., ст. викладач
Вінницький національний аграрний університет
Tokarchuk O.
Vinnytsia National Agrarian University*

Анотація: розроблені і досліджено конструкції нових робочих органів експериментальної установки трубчатого транспортера-змішувача. Наведено методику експериментального дослідження з визначення зміни величини тягового зусилля робочого органа на різних ділянках технологічної траси при застосуванні різних типів скребків. Результати тягового зусилля передавалось через індуктивний датчик і далі оброблялися за допомогою персонального комп'ютера.

Ключові слова: трубчатий конвеєр, тягове зусилля, бункерні скребки, сипкі матеріали, транспортер-змішувач.

Постановка проблеми

Сипкі сільськогосподарські матеріали беруть безпосередню участь у багатьох технологічних процесах агропромислового виробництва.

Сипким матеріалам сільськогосподарського виробництва властиві особливості, які за відносно невеликих затрат дають змогу механізувати процеси їх переміщення та одночасного змішування, що істотно відрізняє їх від інших матеріалів.

Механіка сипких матеріалів відрізняється від механіки суцільних середовищ внаслідок відмінностей фізичних властивостей матеріалів.

Аналіз останніх досліджень

Тому під час проектування технологічних процесів, робочих органів відповідних машин важливо знати механіко-технологічні властивості сипких матеріалів, тобто властивості, які мають суттєвий вплив на закономірності і технологічні властивості сипких матеріалів, а також методи їх визначення.

Дослідженням сипких матеріалів і їх властивостей займалися і займаються вчені багатьох країн.

Важливий внесок в цьому напрямі внесли вчені Адамчук В.В., Булгаков В.М., Гевко Б.М., Гевко Р.Б., Зенков Р.Л., Рогатинський Р.М., Співаковский О.О., Wahl E. та інші.

Основні результати досліджень

На основі запропонованої схеми експериментальної установки для визначення сили опору при переміщенні робочого органу на прямолінійній, криволінійній та вертикальній ділянках технологічних трас, а також встановлення ступеню змішування компонентів сумішей (підрозділ 3.5) було виготовлено її експериментальний макет з автоматичною фіксацією отриманих результатів, який зображено на рис. 1.

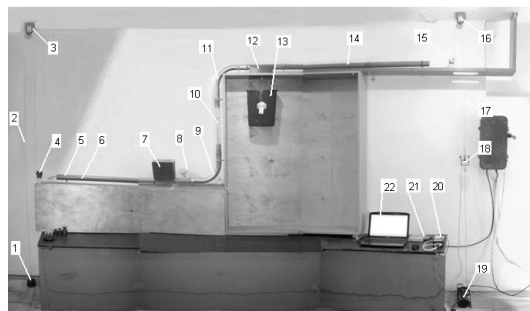


Рис. 1. Лабораторна експериментальна установка трубчатого конвеєра з бункерними скребками: 1 – вантаж; 2,17 – трос; 3,4,15,16 – направляючі блоки; 5 – горизонтальна ділянка траси; 6 – тяговий орган зі скребками; 7 – завантажувальна горловина; 8 – дозатор; 9 – вигнута криволінійна ділянка; 10 – вертикальна ділянка; 11 – випукла криволінійна ділянка; 12 – вивантажувальна горловина; 13 – місткість для вантажу; 14 – горизонтальна ділянка; 18 – корпус з датчиком зусилля (індуктивний датчик JA12SSVD10/N2P); 19 – електропривод установки; 20 – комутатор та блок живлення системи вимірювання; 21 – аналогово-цифровий адаптер ADA-1406; 22 – персональний комп'ютер

Оскільки шлях транспортування сипких матеріалів відповідає відстані від завантажувальної 7 до вивантажувальної 12 горловин, то довжина тросу 2 від верхнього блоку 3 до мірних вантажів 1 з однієї сторони, а також відстань від датчика зусилля 18 до електроприводу 19 з іншої сторони тросу 17 повинні відповідати сумарній довжині технологічної траси всіх ділянок (горизонтальної, вигнутої криволінійної, вертикальної, випуклої криволінійної та горизонтальної).

Для дослідження процесу змішування двокомпонентної сипкої суміші в зоні завантаження матеріалу встановлені завантажувальна горловина 7 та дозатор 8, а тяговий робочий орган з бункерними скребками 6 розташований в направляючій трубі різної конфігурації, яка містить горизонтальну 5, вигнуту криволінійну 9, вертикальну 10, випуклу криволінійну 11 та горизонтальну 14 ділянки. В зоні вивантаження матеріалу встановлена вивантажувальна горловина 12 та місткість для вантажу 13.

Процес проведення експериментальних досліджень полягає в наступному. Довжину тросу від датчика зусиль 18 до електроприводу 19 розбивають на ділянки, які відповідають відповідно горизонтальній ділянці в зоні завантаження матеріалу, вигнутій криволінійній, вертикальній, випуклій криволінійній та горизонтальній до вивантажувальної горловини.

Далі відбувається процес забору матеріалу та його транспортування. Сила опору переміщенню робочого органу фіксується датчиком зусилля 18, а далі через комутатор та блок живлення системи вимірювання 20 через аналогово-цифровий адаптер 21 сигнал відображається у вікні дисплея комп'ютера 22.

При проведенні експериментальних досліджень застосовувались скребкові шайби із суцільною торцевою поверхнею скребків (рис.2а), а також з внутрішніми отворами різних діаметрів для пересипання та одночасного змішування компонентів сипкого матеріалу (рис.2б).

При проведенні експериментальних досліджень на тяговому робочому органі застосовувалось п'ять підряд розташованих скребкових шайб.

Дослідження проводились в п'ятикратній повторюваності при транспортуванні комбікорму, а отримані результати записувались в таблиці.

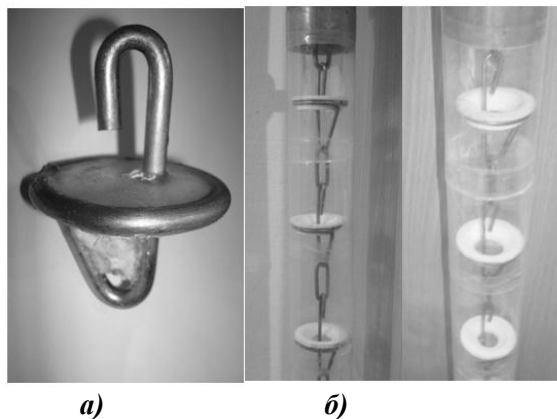


Рис. 2. Скребкові шайби: а – із суцільною торцевою поверхнею; б – з внутрішніми отворами

За результатами проведених експериментальних досліджень побудовані графічні залежності (рис.3) зміни тягового зусилля F_T при переміщенні блоку шайбових скребків в часі t на різних ділянках технологічної траси та при різних поступальних швидкостях робочого органу.

При проведенні експериментальних досліджень незмінними були наступні параметри: зовнішній діаметр направляючої труби - $D_{т.з.} = 50$ мм; внутрішній діаметр направляючої труби - $D_{т.в.} = 46$ мм; зовнішній діаметр шайбових скребків - $D_{ш} = 43$ мм; діаметр отворів у шайбових скребках - $d_0 = 18$ мм; відстань між шайбовими скребками - $L = 100$ мм; зусилля, яке створюється вантажами - $G_v = 24,5$ Н; коефіцієнт заповнення направляючої труби матеріалом - $\psi = 0,6$; сипкий вантаж – комбікорм.

Аналізуючи побудовані графічні залежності можна констатувати, що на першій горизонтальній ділянці тягове зусилля F_T є мінімальним і зростає по лінійній залежності по мірі забору сипкого матеріалу блоком скребкових шайб. На криволінійній вигнутій ділянці зростання тягового зусилля є більш інтенсивним, особливо при наближенні до вертикальної ділянки, де значення зусилля є максимальним. В зоні випуклої криволінійної ділянки величина F_T починає

спадати до вивантаження матеріалу.

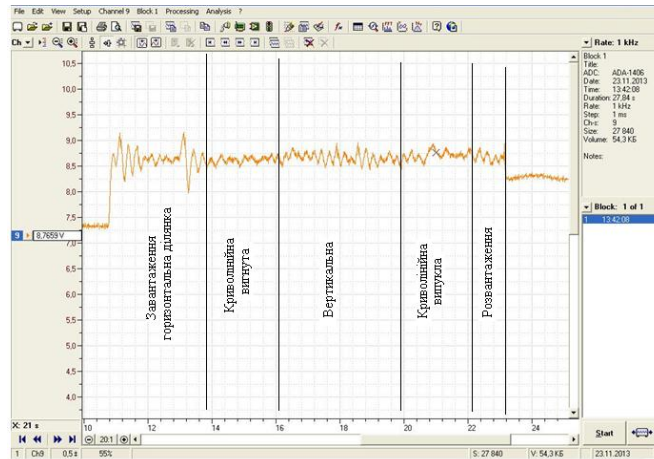


Рис. 3. Графік зміни зусилля на характерних ділянках траси

Суцільні скребки, які переміщуються без матеріалу, є більш масивними, однак значення тягового зусилля є меншим, ніж при транспортуванні сипкого матеріалу, особливо на вертикальній ділянці.

Застосування блоку шайбових скребків дозволяє диференціювати процес транспортування сипких матеріалів і встановити відповідність тягового зусилля на різних ділянках технологічної траси.

Враховуючи, що зусилля, яке створюється вантажами, становить 24,5Н, то для поступальної швидкості робочого органу $V = 0,15$ м/с на горизонтальній ділянці максимальне тягове зусилля для п'яти скребків становить: для суцільних скребків - $F_{TCC} = 7,5$ Н; для скребків з отвором - $F_{TCO} = 7,2$ Н; для скребків без вантажу (холостий хід) - $F_{TCX} = 7$ Н. Відповідно зусилля на переміщення одного скребка: $F_{TCC} = 1,5$ Н; $F_{TCO} = 1,44$ Н; $F_{TCX} = 1,4$ Н.

Максимальне тягове зусилля при переміщенні одного скребка на криволінійній вигнутій ділянці: $F_{TCC} = 4,3$ Н; $F_{TCO} = 3,9$ Н; $F_{TCX} = 2,7$ Н.

Максимальне тягове зусилля при переміщенні одного скребка на вертикальній ділянці: $F_{TCC} = 7,1$ Н; $F_{TCO} = 6,2$ Н; $F_{TCX} = 3,1$ Н.

Максимальне тягове зусилля при переміщенні скребка на криволінійній випуклій ділянці відповідає переходу вертикальної ділянки у криволінійну, а далі на горизонтальній ділянці величина тягового зусилля починає спадати.

Для поступальної швидкості робочого органу $V = 0,3$ м/с відповідні тягові зусилля становлять: горизонтальна ділянка: $F_{TCC} = 1,5$ Н; $F_{TCO} = 1,3$ Н; $F_{TCX} = 1,1$ Н; криволінійна вигнута ділянка: $F_{TCC} = 4,7$ Н; $F_{TCO} = 4,1$ Н; $F_{TCX} = 2,4$ Н; вертикальна ділянка: $F_{TCC} = 7,1$ Н; $F_{TCO} = 6,5$ Н; $F_{TCX} = 2,7$ Н.

Характер зміни тягового зусилля при переміщенні одного скребка на криволінійній випуклій ділянці аналогічний до попереднього випадку.

Висновки

Аналіз отриманих результатів зміни величини тягового зусилля на різних ділянках технологічної траси показує, що максимальні навантаження виникають на вертикальній ділянці. При цьому для суцільних скребків величина F_T в 1,09...1,15 разів перевищує величину F_T для скребків з отворами, через які відбувається пересипання кормової суміші.

Для забезпечення відповідної продуктивності трубчастого конвеєра зі скребками з отворами доцільно вибирати більш високі поступальні швидкості робочого органу ніж із суцільними скребками.

Встановлено, що зміна поступальної швидкості робочого органу в межах 1,15...1,3 м/с фактично не призводить до суттєвої зміни величини тягового зусилля на різних ділянках технологічної траси конвеєра.

Список літератури

1. Любін М.В. Дослідження процесу транспортування та часткового змішування сипких вантажів трубчастих конвеєрів / М.В. Любін, О.А. Токарчук // Міжнар. НТК [«Енергоощадні машини і технології»], присвячена 50-ти річчю з дня створення кафедри машини і обладнання технологічних процесів. КНУБА. – К.,



2013. – С. 72–75.

2. Пат. 71728 Україна, МПК⁵¹ В 65 G 19/00, В 01 F 3/00. Робочий орган скребкового транспортера-змішувача / Гевко Р.Б., Токарчук О.А., Кричківський В.Й.; заявник і власник патенту Тернопільський національний економічний університет – № u201200138; заявл. 04.01.12; опубл. 25.07.12, Бюл. №14.

3. Роман Гевко. Теоретические исследования движения сыпучего материала с возможностью частичного перемешивания на вертикальном участке трубчатого конвейера / Роман Гевко, Алексей Токарчук // Polish Academy of Sciences University of Engineering and Economics in Rzeszow, – MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2013. Vol.15. № 4. 270-277

4. Токарчук О.А. Обґрунтування параметрів скребоквих робочих органів транспортерів-змішувачів концентрованих кормів : дис. канд. техн. наук : 05.05.11 / Токарчук Олексій Анатолійович. – Вінниця, 2014. – 155 с.

References

1. Lyubin M.V. Doslidzhennya protsesu transportuvannya ta chastkovogo zmishuvannya sipkih vantazhiv trubchastih konveeriv / M.V. Lyubin, O.A. Tokarchuk // Mizhnar. NTK [«Energooschadni mashini i tehnologiyi»], prisvyachena 50-ti richchyu z dnya stvorennya kafedri mashini i obladnannya tehnologichnih protsesiv. KNUBA. – K., 2013. – S. 72–75.

2. Pat. 71728 Ukrayina, MPK51 V 65 G 19/00, V 01 F 3/00. Robochiy organ skrebkovogo transporterazmishuvacha / Gevko R.B., Tokarchuk O.A., Krichkivskiy V.Y.; zayavnik i vlasnik patentu Ternopilskiy natsionalniy ekonomichniy universitet – № u201200138; zayavl. 04.01.12; opubl. 25.07.12, Byul. №14.

3. Roman Gevko. Teoreticheskie issledovaniya dvizheniya syipuchego materiala s vozmozhnostyu chastichnogo peremeshvaniya na vertikalnom uchastke trubchatogo konveyera / Roman Gevko, Aleksey Tokarchuk // Polish Academy of Sciences University of Engineering and Economics in Rzeszow, – MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2013. Vol.15. № 4. 270-277

4. Tokarchuk O.A. Obgruntuvannya parametriv skrebkovih robochih organiv transporteriv-zmishuvachiv kontsentrovanih kormiv : dis. kand. tehn. nauk : 05.05.11 / Tokarchuk Oleksiy Anatoliyovich. – Vinnitsya, 2014. – 155 s.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЯГОВОГО УСИЛИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ТРУБЧАТОГО ТРАНСПОРТЕРА-СМЕСИТЕЛЯ НА РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТРАССЫ

Аннотация: разработанные и исследованы конструкции новых рабочих органов экспериментальной установки трубчатого транспортера-смесителя. Приведена методика экспериментального исследования по определению изменения величины тягового усилия рабочего органа на разных участках технологической трассы при применении разных типов скребков. Результаты тягового усилия передавались через индуктивный датчик и дальше обрабатывались с помощью персонального компьютера.

Ключевые слова: трубчатый конвейер, тяговое усилие бункерные скребки, сыпучие материалы, транспортер-смеситель.

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES TO DETERMINE THE PULLING FORCE OF THE WORKING BODY OF TUBE CONVEYORS-MIXERS IN DIFFERENT PARTS OF TECHNOLOGICAL ROUTE

Summary: the new working structures of the experimental setup tubular conveyor-mixer are developed and investigated. The methodology of pilot study to determine the change of the value of pulling force in different parts of the technological route with the application of different types of scrapers is presented. The results of pulling force were handed through inductive sensor and further processed using a personal computer.

Keywords: tube conveyor, pulling force, bunker scraper, bulk materials, conveyor-mixer.