

УДК 628.15

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЬ НА ПЕРЕМІЩЕННЯ СИПКИХ ВАНТАЖІВ НА РІЗНИХ ДІЛЯНКАХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТРАС ШАЙБОВОГО ТРАНСПОРТЕРА

Токарчук О.А

Вінницький національний аграрний університет

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по определению усилий по перемещению сыпучих грузов на горизонтальном, криволинейном и вертикальном участках технологических трасс шайбового транспортера при транспортировке сыпучих сельскохозяйственных материалов

The results of experimental researches on determination of efforts on moving of friable loads on horizontal, curvilinear and vertical areas of technological routes of puck conveyer at transporting of friable agricultural materials are presented in the article

Шайбові транспортери знайшли широке застосування при переміщенні сільськогосподарських матеріалів, роздачі кормів та ін. Їх характерною особливістю є розташування в замкнутому направляючому кожусі, тягового робочого органу, як правило, виконаного у вигляді ланцюга або тросу, на якому жорстко закріплені шайби, одна з бокових поверхонь котрих виконана конічною.

Привід робочого органу здійснюється за рахунок ведучих дисків, периферійні зачепи яких взаємодіють з конічними поверхнями шайб, що забезпечує переміщення сипкого матеріалу в направляючому кожусі. Вздовж технологічної траси періодично встановлені дозуючі вивантажувальні лійки, які спрямовують транспортований матеріал в зону вивантаження.

Аналіз відомих досліджень [1] показав, що основними недоліками відомих робочих органів є їх висока матеріаломісткість, що призводить до підвищених сил тертя при транспортуванні матеріалів, а також низька ремонтно здатність (при поломці однієї шайби необхідно демонтувати весь робочий орган).

З метою підвищення експлуатаційних показників шайбових конвеєрів необхідно розробити нову конструкцію робочого органу, виконаного на основі секційних елементів, а також провести експериментальні дослідження для визначення зусиль на переміщення сипких вантажів на горизонтальній, криволінійній та вертикальних ділянках технологічних трас.

Для вирішення поставленої задачі розроблена конструктивна схема робочого органу шайбового конвеєра [2], який зображено на рис.1.

Він складається з корпусу 1 трубчатої форми, в якому розміщується осьовий прутковий секційний елемент, що містить кільце 2, гаки 3 і 7, кришку 4 конусоподібної форми з повздовжнім пазом 5. Для зменшення коефіцієнта тертя із периферійними зачепами привідних зубчатих коліс кришку доцільно виготовляти з поліамідів армованих скляним волокном.

За допомогою повздовжнього пазу кришку проводять через гак 7, а далі шляхом стискання спіралевидного кільця відбувається його замикання у внутрішній периферійній поверхні кришки.

Вільний гак 7 першої секції входить в зачеплення з гакм 3 наступної секції, утворюючи ланцюгове з'єднання. Кришка виконує функцію кріплення кільцевої поверхні секційного елемента, а також транспортування матеріалу.

Шайбовий транспортер приводиться в рух зубчатим колесом (на кресленні не зображено), що здійснює контакт по конусоподібній поверхні кришки. При русі транспортера сипкий матеріал 6 через завантажувальний бункер захоплюється кришками і переміщується в зону вивантаження.

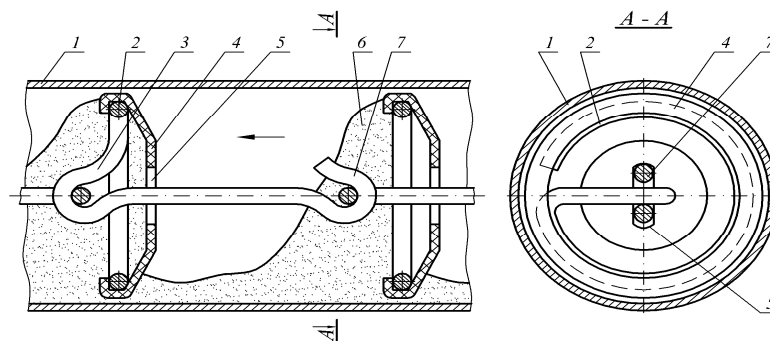


Рис. 1. Конструктивна схема робочого органу шайбового конвеєра

Експериментальні дослідження проводились на спеціально виготовленому стенді, який містив горизонтальну, криволінійну та вертикальну ділянки трас.

В якості сипких матеріалів застосовувались пшениця, кукурудза та комбікорм з відповідною об'ємною масою: $\gamma_n = 720 \text{ кг/м}^3$; $\gamma_{\text{кук}} = 800 \text{ кг/м}^3$; $\gamma_{\text{ком}} = 500 \text{ кг/м}^3$ з вологістю близько $W = 15\%$.

Конструктивні параметри робочого органу, зусилля які до нього прикладені та схема прямолінійної ділянки траси зображені на рис.2.

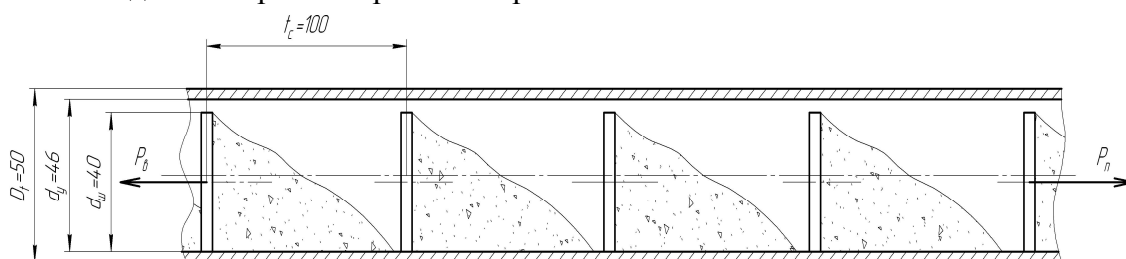


Рис. 2. Конструктивні параметри та напрямки дії зусиль на прямолінійній ділянці розташування робочого органу

Зусилля P_0 , яке виникає при переміщенні сипкого матеріалу n -ною кількістю скребків визначається з різниці тягового зусилля P_n , яке фіксується на динамометрі та зусилля $P_в$, яке створюють мірні вантажі.

На рис. 3 представлені графічні залежності зусилля P_0 , яке виникає при переміщенні вищезазначених матеріалів десятима скребками (1 погонний метр) від коефіцієнту завантаження направляючої труби ψ . Суцільними лініями зображено графічні залежності для

пари направляюча туба – поверхня робочого органу: сталь-сталь, а штриховими відповідно сталь-полікарбонат.

Отримані графічні залежності мають досить чітко виражений лінійний характер зростання зусилля P_0 від збільшення коефіцієнту завантаження ψ направляючої туби.

З аналізу даних залежностей можна зробити висновок, що зростання об'ємної маси транспортованого матеріалу відповідно призводить до збільшення зусилля P_0 .

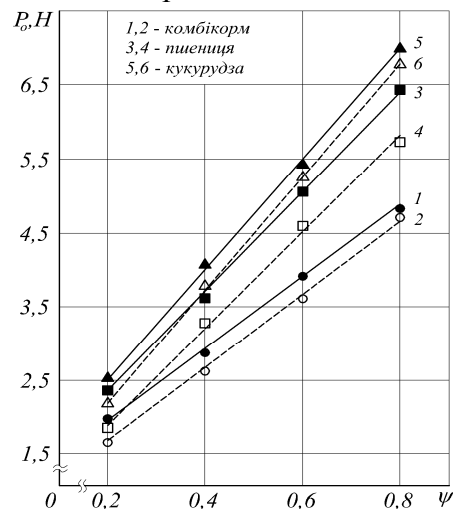


Рис. 3. Графічні залежності зусилля P_0 , яке виникає при переміщенні сипких матеріалів десятима скребками на прямолінійній ділянці траси від коефіцієнту завантаження направляючої труби ψ .

При транспортуванні матеріалу по металевій направляючій трубі виготовлення поверхні скребків з полікарбонату спричиняє менші зусилля P_0 на переміщення матеріалу ніж при застосуванні сталевих скребків. Так, при транспортуванні комбікорму така різниця складає 3...14%, зерна – 10...20%, кукурудзи – 2...4% для діапазону коефіцієнта завантаження матеріалом направляючої труби 0,2...0,4.

Така суттєва різниця діапазону даних значень пояснюється геометричними та реологічними властивостями транспортованого матеріалу.

Значні розміри зерен кукурудзи в меншій мірі попадають в зазор між поверхнею скребка і поверхнею направляючої труби, що не спричиняє додаткових нормальних реакцій, які визначають відповідну силу тертя.

Частинки комбікорму є значно меншого розміру і розташовуючись в зазорі між зовнішньою поверхнею скребка і внутрішньою поверхнею труби досить суттєвого гальмують процес транспортування, зусилля на який в 1,2...1,48 разів є вищими ніж при транспортуванні зерен кукурудзи при різних коефіцієнтах завантаження направляючої труби.

При транспортуванні пшениці енерговитрати є найбільшими, оскільки еліпсоподібна форма їх зерен сприяє появі так званого ефекту заклинювання скребків, коли конусоподібна частина зерен попадає в зазор між скребком і тубою, Так зусилля на транспортування пшениці в 1,28...1,61 разів є вищими ніж при транспортуванні комбікорму для вищезазначених коефіцієнтів завантаження направляючої труби.

На рис. 4 зображено конструктивні параметри робочого органу, зусилля які до нього прикладені на криволінійній ділянці технологічної траси.

Експериментальні дослідження проводились аналогічно як і попередньому випадку.

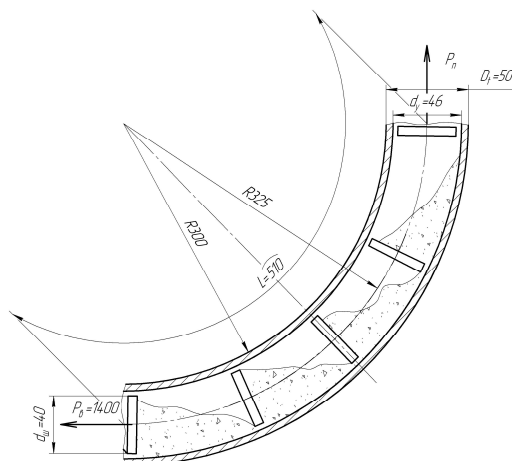


Рис. 4. Конструктивні параметри та напрямки дії зусиль на криволінійній ділянці розташування робочого органу

На рис. 5 представлені графічні залежності зусилля P_0 , яке виникає при переміщенні вищезазначених матеріалів п'ятьма скребками (0,5 погонного метра) від коефіцієнту завантаження направляючої труби ψ .

З аналізу даних графічних залежностей можна встановити, що на криволінійній ділянці технологічної траси зусилля на процес транспортування матеріалів суттєво відрізняються від їх переміщення на прямолінійній ділянці.

Так, зміна зусилля P_0 при транспортуванні вищезазначених матеріалів для металевих скребків знаходиться в межах 3,5...7%, а для полікарбонатних – 4,6...10%, для різних коефіцієнтів завантаження направляючої труби ψ , що є несуттєвим. В той же час домінуючий вплив на зусилля транспортування має коефіцієнт тертя між поверхнею скребка і поверхнею труби.

При застосуванні металевих скребків (пара тертя сталь-сталь,) з коефіцієнтом тертя-ковзання $f = 0,4$ зусилля P_0 на переміщення даних матеріалів в 1,61...1,72 разів перевищують відповідні зусилля, якщо використовувати скребки з полікарбонатною поверхнею (пара тертя сталь-полікарбонат) з коефіцієнтом тертя-ковзання $f = 0,22$.

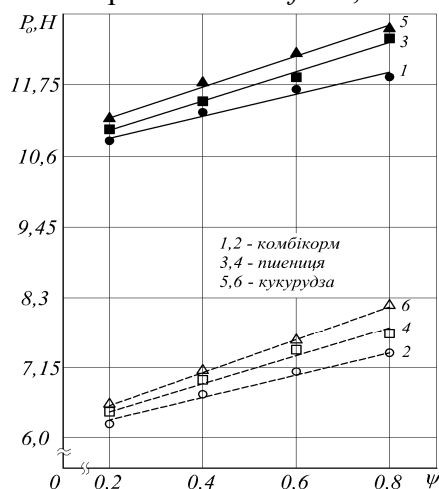


Рис. 5. Графічні залежності зусилля P_0 , яке виникає при переміщенні сипких матеріалів п'ятьма скребками на криволінійній ділянці траси від коефіцієнту завантаження направляючої труби ψ .

На рис. 6 зображено конструктивні параметри робочого органу, а також зусилля які до нього прикладені при транспортуванні матеріалу на вертикальній ділянці технологічної траси. Методика проведення експериментальних досліджень є аналогічною, як в попередніх випадках.

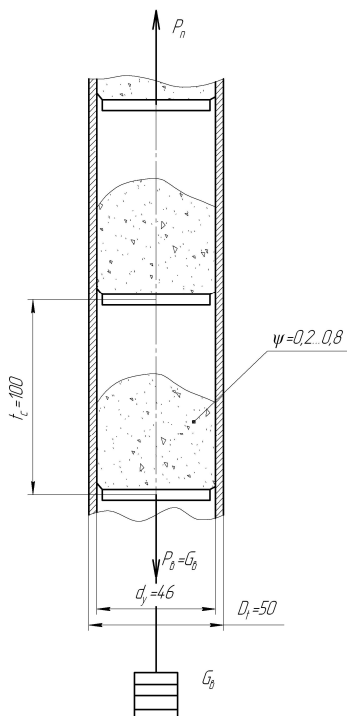


Рис. 6. Конструктивні параметри та напрямки дії зусиль на вертикальній ділянці розташування робочого органу

На рис.7 представлені графічні залежності зусилля P_0 , яке виникає при переміщенні вищезазначених матеріалів десятима скребками на вертикальній ділянці технологічної траси (1 погонний метр) від коефіцієнту завантаження направляючої труби ψ .

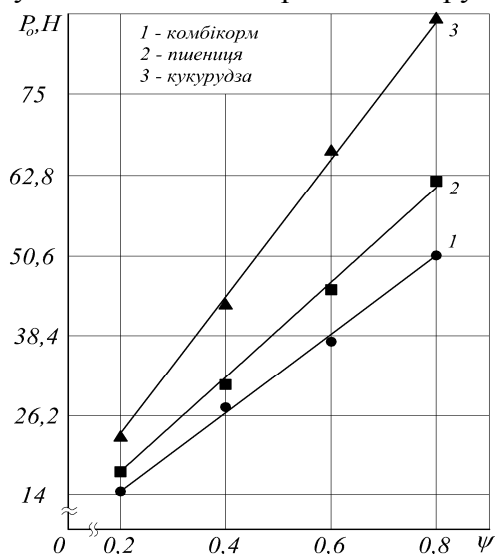


Рис. 7. Графічні залежності зусилля P_0 , яке виникає при переміщенні сипких матеріалів п'ятьма скребками на вертикальній ділянці траси від коефіцієнту завантаження направляючої труби ψ

На основі проведених експериментальних досліджень встановлено, що на вертикальній ділянці траси коефіцієнт тертя між поверхнями скребків і направляючої труби мінімально впливає на тягове зусилля, а тому представлені графічні залежності є ідентичними, як для металевих скребків, так і для скребків з полікарбонатною поверхнею.

В той же час суттєвий вплив на зусилля P_0 мають реологічні властивості транспортованого сипкого матеріалу, їх об'ємна вага та геометричні розміри частинок.

З аналізу даних графічних залежностей можна встановити, що зусилля при транспортуванні зерна на вертикальній ділянці технологічної траси в 1,26...1,33 рази перевищує зусилля на транспортування комбікорму для різних коефіцієнтів завантаження направляючої труби ψ . Значно більшими є зусилля на транспортування зерна кукурудзи, які в 1,53...1,72 рази перевищують зусилля на транспортування комбікорму.

Висновки

Комплексно аналізуючи вищенаведені графічні залежності можна констатувати, домінуючий вплив на зусилля P_0 має розташування технологічної траси.

Так при транспортуванні комбікорму при коефіцієнті завантаження направляючої труби $\psi = 0,8$ для металевих скребків зусилля P_0 на прямоліній ділянці траси складає 4,8Н, на криволінійній – 11,9Н, а на вертикальній – 50,6Н, що в 10,5 разів більше ніж на прямо ліній ділянці і в 4,25 разів більше ніж на криволінійній ділянці.

При транспортуванні пшениці при коефіцієнті завантаження направляючої труби $\psi = 0,8$ для металевих скребків зусилля P_0 на прямоліній ділянці траси складає 6,4Н, на криволінійній – 12,5Н, а на вертикальній – 62Н, що в 9,7 разів більше ніж на прямоліній ділянці і в 4,96 разів більше ніж на криволінійній ділянці.

При транспортуванні зерна кукурудзи при коефіцієнті завантаження направляючої труби $\psi = 0,8$ для металевих скребків зусилля P_0 на прямоліній ділянці траси складає 7Н, на криволінійній – 12,7Н, а на вертикальній – 87Н, що в 12,4 разів більше ніж на прямоліній ділянці і в 6,8 разів більше ніж на криволінійній ділянці.

Таким чином, можна констатувати що найбільш стрімко зусилля P_0 на різних ділянках технологічних трас зростає при транспортуванні зерна кукурудзи, а на криволінійній ділянці максимальний вплив на зусилля P_0 має коефіцієнт тертя в парі скребок-направляюча труба.

Література

1. Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта.- М.: Машиностроение, 1980.- 367.
2. Пат. №56182 UA, МПК B65G 19/00. Робочий орган шайбового транспортера/ Гевко Р.Б., Токарчук О.А., Кричківський В.Й. (UA); заявник і патентовласник Тернопільський національний економічний університет (UA).- №u201005721; заявл. 12.05.2010; опубл. 10.01.2011, Бюл.№ 1.
3. Сопротивление материалов: Учебник для вузов / Под общей редакцией Г.С.Писаренко. – Киев: Вища школа, 1979. – 696с.