

І.Б. Гевко, к.т.н.

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

В.І. Солтисюк, І.В. Фльонц

Бережанський агротехнічний інститут Національного аграрного університету

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СТЕНДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ РЯДУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Приведені конструкції і обґрунтовані параметри стендів для дослідження характеристик гвинтових конвеєрних транспортно-технологічних і очисних систем сільськогосподарських машин. Виведені аналітичні залежності для визначення силових і технологічних параметрів механізмів для транспортування сипких матеріалів і очищення коренеплодів.

Постановка проблеми. Для дослідження характеристик і шляхів удосконалення конструкцій транспортно-технологічних систем сільськогосподарських машин широко використовують відповідне стендове обладнання і оснащення. Враховуючи різноманітність функціонального призначення сільськогосподарських машин доцільно транспортно-технологічні системи, які за своїм призначенням виконують подібні функції, досліджувати на однотипних стендах.

Аналіз останніх досліджень і убілікацій. Питанням розроблення і дослідження характеристик гвинтових і очисних транспортно-технологічних систем сільськогосподарських машин присвячено ряд праць [1, 2, 3, 4], однак цілий ряд залишилися не вирішеними.

Мета дослідження. Метою роботи є розроблення стендового обладнання для дослідження гвинтових і очисних транспортних систем сільськогосподарських машин різного службового призначення.

Результати дослідження. Стенд для дослідження навантажувальної здатності гвинтових робочих органів виконано у вигляді рами 1, до якої з лівого кінця жорско встановлена ліва стійка 2 на опорах 3, до яких жорстко приєднана труба 4, в яку встановлено гвинтовий робочий орган 5 з зазором (рис.1). Лівий кінець останнього жорстко під'єднано до вала 6 приводного механізму 11, який здатний змінювати режими роботи (на кресленні не показано), а той в свою чергу приєднаний до електродвигуна 7, який жорстко під'єднаний до

лівого кінця рами 1. З лівого кінця гвинтового робочого органу і стійки 2 жорстко під'єднано бункер 8 з сипким матеріалом і шибером 9, яким регулюють величину завантаження робочого органу через отвір 10 в трубу 4.

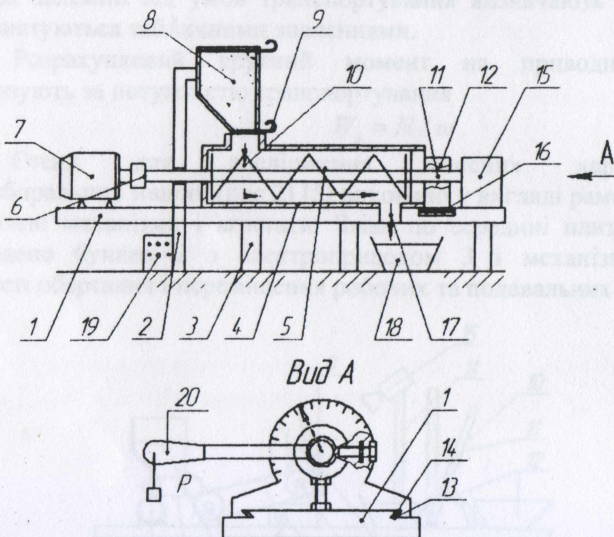


Рис. 1. Стенд для дослідження навантажувальної здатності гвинтового робочого органу: 1-рама; 2-стійка; 3-опора; 4-труба; 5-гвинтовий робочий орган; 6-вал; 7-електродвигун; 8-бункер; 9-шибер; 10-отвір; 11-приводний механізм; 12-штатив; 13-з'єднання основи штативу з рамою; 14-регульовальний клин; 15-порошкове гальмо; 16-ноніус; 17-вивантажувальний патрубок; 18-ємкість

Правий кінець валу 11 гвинтового робочого органу жорстко встановлено в центральний отвір штативу 12, з можливістю кругового повертання і лінійного переміщення через з'єднання основи штативу з рамою 1 типу ластівкового хвоста 13 з регульовальним клином 14 і відомим кріпильним елементом. Далі, по ходу правий вільний кінець гвинтового робочого органу 5 під'єднано до порошкового гальма 15 для створення навантаження на нього і приладів для заміру величини крутного моменту, який передає робочий орган.

Крім цього на рамі, напроти штативу 12, нанесено ноніус 16 заміру величини осьового переміщення деформації гнучкого гвинтового робочого органу 5. Крім цього на правому кінці труби 4 виконано вікно, в яке жорстко встановлено вивантажувальний

патрубок 17, до якого жорстко приєднано лоток для виходу сипкого матеріалу з гвинтового робочого органу 5 в ємкість 18. Керування стеном здійснюється з пульта керування 19.

Дослідження роботи стенда здійснюється двома способами. Перший - без сипкого матеріалу, при цьому включається електродвигун 7 і обертовий рух передається на механізм зміни режимів роботи робочого органу і на робочий орган 5. Далі на штатив 12 і порошок гальмо 15, яким здійснюється нарощування навантаження до допустимих значень, які попередньо підраховані. При цьому встановлюють граничні значення роботи і навантаження робочого органу, а за допомогою ноніуса 16 встановлюють як змінюється його довжина і раціональні режими навантаження.

Другий варіант - з використанням сипкого матеріалу і величини завантаження гвинтового робочого органу. При цьому порошок гальмо 15 не здійснює навантаження, а працює в режимі запису крутного моменту, який виникає при роботі робочого органу. Включають електродвигун 7 і сипкий матеріал засипаний в бункер 8 і за допомогою шибера 9 завантажують в гвинтовий робочий орган 5. Замір продуктивності здійснюють зважуванням кількості сипкого матеріалу в ємності 18 за одиницю часу. При цьому записують необхідні параметри: величину крутного моменту, кількість обертів, продуктивність, величину деформації та інше.

Об'ємний розхід Q вантажу в шнековому транспортері визначають із формули:

$$Q = (\varphi v_{oc} \Delta V) / \Delta l = \psi \varphi_k D^2 v_{oc} / 4 = \frac{\psi \varphi D^2 \omega T T'}{8(T + T')}, \quad (1)$$

де $\Delta V / \Delta l$ - об'єм матеріалу, що припадає на одиницю довжини гнучкого шнека; ψ - поправочний коефіцієнт, який враховує кількість вантажу, що захоплюється потоком і відхилення середньої швидкості потоку від розрахункової; φ - коефіцієнт заповнення конвеєра вантажем; D , T , T' - відповідно діаметр, крок шнека і крок переміщення частини сипкого матеріалу, ω - кутова швидкість спіралі.

Потужність, необхідну для транспортування вантажу в спіраль-гвинтовому конвеєрі, в першому наближенні визначають аналогічно розрахунковим залежностям для жорстких гвинтових конвеєрів

$$N = k Q \gamma_c g (H_n + \omega L_n), \quad (2)$$

де k - комплексний коефіцієнт, який враховує умови транспортування, характеристики вантажу і складність траси транспортування,

$k = 1...2,5$; γ_c - об'ємна маса насипного вантажу; H_p, L_p - відповідно конструктивні параметри гвинтових робочих органів.

Тут значення коефіцієнта питомих втрат за довжиною конвеєра залежно від умов транспортування визначають аналітично або користуються табличними значеннями.

Розрахунковий крутний момент на приводному валу розраховують за потужністю транспортування

$$W_z = N / \omega . \quad (3)$$

Стенд для дослідження очисних характеристик коренезбиральних машин (рис.2) [5] виконано у вигляді рами 1, на якій встановлені механізми і агрегати. Зліва по середині плити жорстко встановлено бункер 2 з електроприводом 3 і механізмом зміни швидкості обертання і переміщення робочих та подавальних органів.

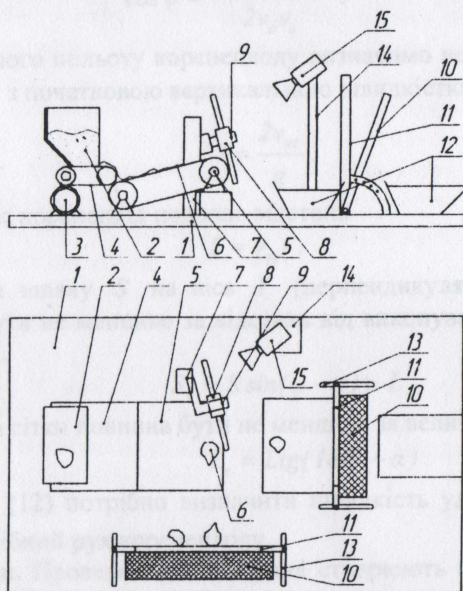


Рис. 2. Стенд для дослідження очисних характеристик коренезбиральних машин: 1-рама; 2-бункер; 3-електропривод; 4-стрічковий конвеєр; 5-основний транспортер; 6-ворох коренеплодів; 7-підставка; 8-очисний робочий орган; 9-приводний вал; 10-очисна сітка; 11-кронштейн; 12-ємність; 13-осьові пази

В якості дна бункера використовують стрічковий конвеєр 4 з виходом на основний транспортер 5, яким подають ворох коренеплодів 6 в зону очищення, яка знаходиться на кінці основного транспортера. В цій зоні встановлена підставка 7, яка жорстко закріплена до плити 1 з можливістю зміни її положення. На підставці 7 встановлено очисний робочий орган 8 на приводному валу 9 (наприклад очисну мітлу) з можливістю кругового обертання (привід на кресленні не вказано).

Навпроти робочого органу (основного транспортера 5) у взаємно перпендикулярному положенні встановлено дві очисні сітки 10 під кутом 10...30° до вертикалі, які жорстко кріпляться відомими способами до кронштейнів 11. Під очисними сітками 10 встановлено по три ємкості 12 для збирання ґрунту, коренеплодів і рослинних залишків (на кресленні показано по одній ємності). Крім цього в плиті 1 під відбійними сітками 10 виконані осьові пази 13 для регулювання місця їх розміщення.

Над зоною сепарації коренеплодів на штативі 14 встановлено кінокамеру 15 з можливістю регулювання місця її розташування на плиті і на штативі по висоті для заміру руху коренеплодів 6.

Робота стенда здійснюється наступним чином. Ворох коренеплодів з бункера 2 по стрічковому конвеєрі 4 подається на основний транспортер 5, в кінці якого встановлено очисний робочий орган 8 у вигляді мітли, який обертаючись спицями вдаряє коренеплоди 6, які відлітають в напрямку очисної сітки 10 і при ударі очищаються. Крім цього очищення здійснюється тоді, коли ці коренеплоди переміщуються вниз по очисній сітці. Для якісного очищення величину кута її встановлення до вертикалі можна змінювати.

У випадку зміни подавальних транспортних засобів на стенді і встановлено дві очисні сітки 10.

Для дослідження процесу роботи очисних систем, які досліджуються на стенді, використовують кінокамеру 15, а продуктивність заміряють зважуванням коренеплодів в ємностях за одиницю часу, таким же чином і заміряють кількість ґрунту і рослинних залишків. Крім цього заміряють ступінь травмування та пошкодження коренеплодів поза межами стенду.

Швидкість руху пальця залежить від швидкості обертання ротора та його радіуса R_d

$$v_d = \omega R_d, \quad (5)$$

де ω - кутова швидкість ротора с^{-1} ;

R_d - радіус ротора, мм.

Напрямок удару \vec{v}_u лежить у напрямку вектора швидкості удару, яка складається із векторної суми переносної швидкості руху агрегату \vec{v}_a та відносної швидкості обертання диска \vec{v}_d

$$\vec{v}_u = \vec{v}_a + \vec{v}_d, \quad (6)$$

де \vec{v}_a, \vec{v}_d - відповідно швидкість руху агрегату та швидкість обертання диска.

Для визначення величини та напрямку швидкості удару застосуємо теорему косинусів, звідки визначимо

$$v_u = \sqrt{v_a^2 + v_d^2 - 2v_a v_d \cos(\vec{v}_a, \vec{v}_d)}. \quad (7)$$

Напрямок результуючої швидкості (кут ψ до напрямку руху агрегату) буде дорівнювати

$$\cos \psi = \frac{v_a^2 + v_u^2 - v_d^2}{2v_a v_u}. \quad (8)$$

Час вільного польоту коренеплоду визначимо через подвійний час його підйому з початковою вертикальною швидкістю $v_{\varphi z}$:

$$t = \frac{2v_{\varphi z}}{g}. \quad (9)$$

За цей час коренеплід подолає відстань

$$S = v_{\varphi y} t. \quad (10)$$

Проекція шляху S на вісь Y (перпендикулярну напрямку руху) повинна бути не меншою за відстань від викопуваного рядка до відбивної сітки L

$$S_y = S \sin(\psi - \varphi) > L. \quad (11)$$

Довжина сітки повинна бути не меншою за величину

$$L_c = L \operatorname{tg}(180^\circ - \alpha). \quad (12)$$

З умови (12) потрібно визначити швидкість удару v_u , яка б забезпечила потрібний рух коренеплоду.

Висновок. Проведені дослідження створюють передумови до обґрунтування параметрів роботи стендів для дослідження характеристик транспортно-технологічних систем сільськогосподарських машин.

Література

1. Свеклоуборочные машины (Конструирование и расчет) / Л.В. Погорельый, Н.В. Татьянаенко, В.В. Брей и др. - К.: Техника, 1983. -168с.

2. Босой Е.С., Верняев О.В. Смирнов И.И. и др. Теория, конструирование и расчет сельскохозяйственной техники. - М.: Машиностроение, 1978. - 567с.

3. Гевко Р.Б. Викопувально-очисні пристрої бурякозбиральних машин (Конструювання і розрахунок). – Тернопіль: Поліграфіст, 1977. - 129с.

4. Вибрации в технике. Справочник в 6-ти томах. Под ред. Левендела Э.Э. – М.: Машиностроение, 1989. - 420с.

5. Пат. 23519 Україна. Навісна коренезбиральна машина / І.Б. Гевко, В.І. Солтисюк. - Бюл. №7, 2007.

Рецензент д.т.н., проф. Б. М. Гевко

УДК 628.91

І.Б. Гевко, к.т.н., І.Г. Ткаченко, к.т.н., Г.С. Нагорняк
Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя
А.П. Драган
Бережанський агротехнічний інститут
Н.Є. Влас
Європейський університет

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

У статті запропоновано методику визначення економічної ефективності виготовлення нежорстких гвинтових заготовок деталей сільськогосподарських машин методами холодного навивання. Виведені аналітичні залежності для визначення економічного ефекту від впровадження розробок гвинтових робочих органів сільськогосподарських машин.

Постановка проблеми. На сучасному етапі від машинобудівної галузі з виробництва сільськогосподарських машин вимагається розширення номенклатури машин, підвищення їх продуктивності за рахунок використання прогресивних технологій виготовлення деталей, застосування нових типів механізмів, до яких, зокрема, належать механізми з гвинтовими робочими органами, виготовленими на основі гвинтових гофрованих заготовок.