Для завантаження компонентів та вивантаження готової суміші використовуються стрічкові транспортери 12 та 13 відповідно.

Похилі лотки 14 використовуються для гравітаційного змішування та поділу матеріалу на два потоки. Так як потоки внаслідок дії робочих органів рухаються назустріч один одному з великою швидкістю, то в результаті співудару відбувається інтенсивне змішування.

Експериментальна установка виконана таким чином, що дозволяє змінювати кути нахилу лотків, форму робочих органів, частоти обертання роторів, відносну частоту обертання роторів, зазори між лопатями, кут нахилу взаємного розміщення лопатей, в площині перпендикулярній осі вала.

Таким чином, використання експериментальної установки дозволить визначити раціональні конструктивні і кінематичні параметри та оптимальні режими роботи виробничого змішувача.

Література

1. ТУ 88 БССР 158-88.Физико-химические показатели КГУ.
2. Дідух В.Ф., Сацюк В.В. Вплив процесу змішування на якість гранульованих органо-мінеральних добрив/Сільськогосподарські машини. Зб. наук. статей, вип.5.-Луцьк: 1990, с.89-92.

УДК 631.358.42

АНАЛІЗ ОЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ

С.В. Синій, к.т.н., О.О. Герасимчук, аспірант
(Луцький державний технічний університет),
Р.Б. Гевко, д.т.н.,
(Тернопільська академія народного господарства)

У статті викладено теоретичні розрахунки зі структурного і кінетостатичного аналізу барабанного очисника головок коренеплодів буряків від залишків гички при умові шарнірного зв'язку барабана з приводним валом.

Одним з варіантів конструктивного виконання очисного барабана є зв'язок його обода (очисна поверхня) з приводним горизонтальним валом через шарнірно закріплені ланки. В загальному випадку, виконання робочого органу за такою конструктивною схемою є більш надійним в експлуатації порівняно з попередньо розглянутим варіантом [2], оскільки пари тертя в шарнірах є відпрацьованими на технологічність, а застосування різних видів полімерних підшипників ковзання, як показала практика, забезпечує їх значний ресурс роботи в

агресивних середовищах, якими характеризуються умови очищення коренеплодів.

При виборі схеми механізму зв'язку вала з ободом барабана доцільно розглянути їх найбільш прості варіанти з подальшим ускладненням до забезпечення ступеня рухомості обода відносно умовно нерухомого вала, який повинен бути рівний $W=3$. Тобто, обод повинен мати можливість повертання відносно вала, а також переміщатись відносно двох осей площини перпендикулярної до осі вала, що забезпечить гарантоване копіювання та відповідно доочищення головок коренеплодів робочою поверхнею барабана.

Найбільш проста схема механізму зв'язку вала з ободом барабана зображена на рис.1. Для визначення ступеня рухомості W обода відносно вала використаємо структурну формулу плоских механізмів (формула Чебишева) [1]:

$$W=3n-2p_5-p_4, \qquad (1)$$

де n – число рухомих ланок механізму;

p_4 та p_5 – число кінематичних пар 4-го та 5-го класів відповідно.

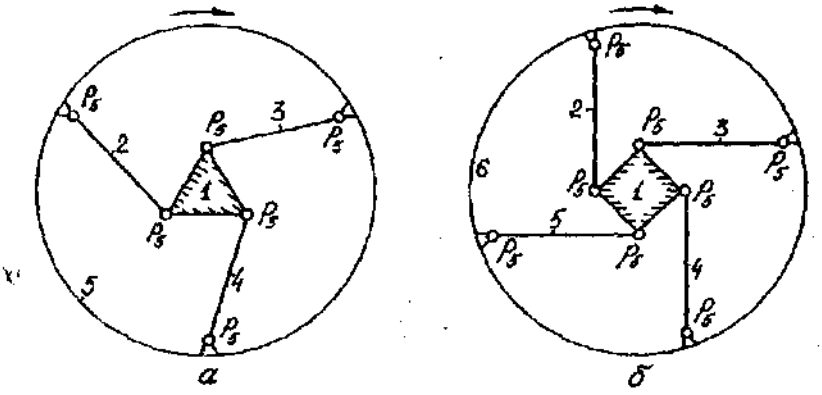

Рис. 1. Структурна схема механізму очисного барабана з простим зв'язком вала і обода: а – 3-х ланковий зв'язок; б – 4-х ланковий зв'язок

Як видно з рис.1 в даному механізмі застосовані лише обертові пари 5-го класу. Так для рис.1а: $n=4$; $p_5=6$. Тоді

$$W=3n-2p_5=3\cdot 4-2\cdot 6=0. \qquad (2)$$

Отже, обод не може зміщуватись відносно стійки (вала), що не задовільняє умови копіювання барабаном коренеплодів. Аналогічно обод є нерухомим відносно вала і по схемі зображеній на рис.1, б.

Розглянемо дещо складнішу схему взаємозв'язку вала з ободом, яка зображена на рис. 2.

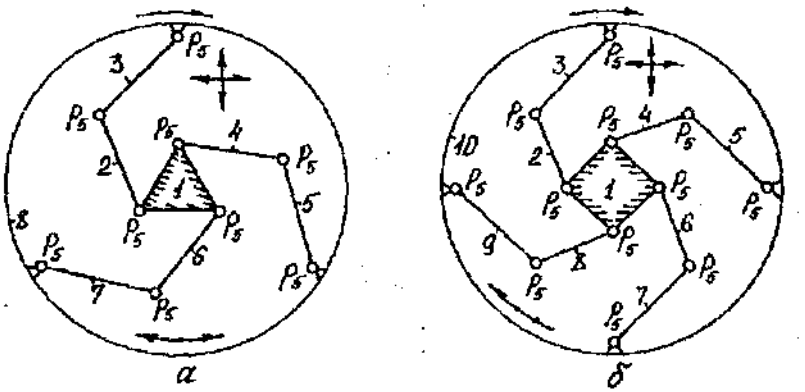

Рис. 2. Структурна схема механізму очисного барабана зі складним зв'язком вала і обода: а – 6-ти ланковий зв'язок; б – 8-ми ланковий зв'язок

Для схеми рис.2, а: $n=7$; $p_5=9$. Тоді

$$W=3n-2p_5=3\cdot 7-2\cdot 9=3. \quad (3)$$

Отже, обод відносно вала має три ступені вільності: 1 – повертання; 2 і 3 – переміщення в горизонтальній площині.

Дана схема повністю відповідає умовам копіювання коренеплодів очисним барабаном.

У процесі конструювання таких робочих органів може виникнути необхідність збільшення точок взаємозв'язку вала з ободом (для зменшення контактних напружень в обертових парах). Тому розглянемо 8-ми ланковий зв'язок, який зображено на рис. 2, б.

У даному випадку $n=9$, $p_5=12$. Тоді

$$W=3n-2p_5=3\cdot 9-2\cdot 12=3, \quad (4)$$

що є аналогічним рішенню рівняння (3).

Отже, схеми, які зображено на рис. 2, повною мірою відповідають умовам функціонування очисника. Тому проведемо його кінетостатичний розрахунок для вивчення взаємозв'язку між конструктивними та силовими параметрами такого типу робочого органа в процесі копіювання ним головок коренеплодів.

Однією з умов виконання технологічного процесу барабанним очисником є створення пружного зв'язку між обертовим валом і ланками, які з ним зв'язані. В іншому випадку в процесі передачі крутного моменту суміжні ланки, які зв'язані з валом і ободом, випрямляються в одну лінію і копіювання головок коренеплодів не відбуватиметься. Таким чином, ланки які, шарнірно кріпляться до вала

необхідно підтискати пружинами, причому двосторонніми, оскільки в процесі копіювання, вони будуть відхилятись в різні сторони.

Для визначення параметрів таких пружин першочерговим постає питання впливу відхилення ланок, що зв'язані з валом від їх початкового положення при різних конструктивних параметрах елементів робочого органу і величини копіювання головок коренеплодів. Це дасть змогу підібрати параметри пружини з врахуванням їх деформацій, з умови дії необхідного зусилля робочого органу на головку коренеплоду.

Для проведення розрахунків використаємо розрахункову схему барабанного очисника, яка зображена на рис. 3.

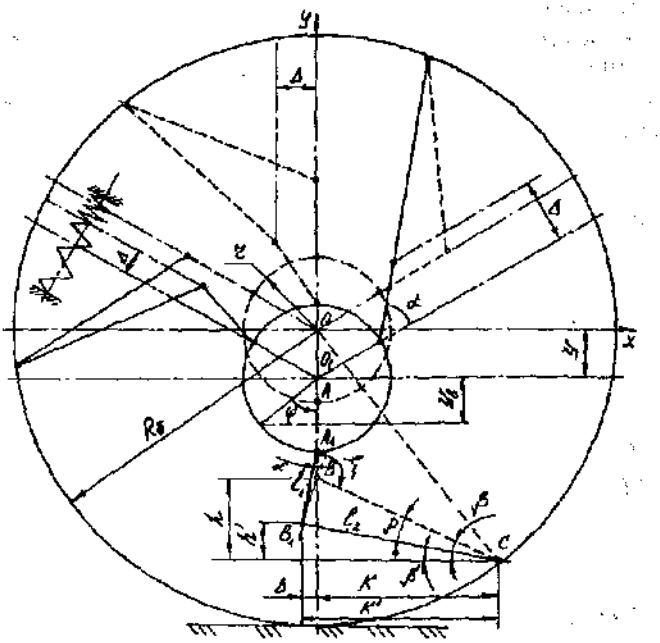

Рис. 3. Схема для розрахунку конструктивних параметрів барабанного очисника

Для зручного розташування пружин, які повинні бути закріплені на кронштейні валу і підтискати шарнірно зв'язані з ним ланки, останні доцільно розташовувати в радіальному напрямку, тобто на одній лінії, що зв'язує центр валу і точку шарнірного кріплення ланки з валом.

Оскільки в процесі копіювання головок коренеплодів центр вала може зміщуватись в різних напрямках відносно осі барабану, то встановлення абсолютно визначеного положення ланок є досить складним, а тому в першому наближенні розглянемо вертикальне переміщення центра вала відносно центра барабана. З графічного розташування ланок при такому переміщенні (рис. 3) очевидним є те, що в зоні найменшої відстані між зовнішньою поверхнею вала та внутрішньою поверхнею барабана відхилення ланки від її початкового положення є мінімальним в порівнянні з іншими можливими положеннями. Тому, визначимо залежність даного переміщення від параметрів елементів робочого органу, для підбору параметрів пружин, які повинні задовільнити умову передачі крутного моменту вала барабану в процесі очищення головок коренеплодів.

У початковому положенні центр вала співпадає з центром розташування барабана точки O. При цьому, положення ланок визначаються відрізками $AB=l_1$ і $BC=l_2$. При вертикальному зміщенні y центра вала відносно центра барабана вісь вала переміститься в точку O_1, а точка A в точку A_1 і точка B в точку B_1.

Величина кута α відхилення ланки AB довжиною l_1 від початкового положення визначається так:

$$\alpha = \arcsin\frac{\Delta}{l_1} = \frac{K' - K}{l_1}, \tag{5}$$

де K і K' – відповідно проекції BC і B_1C на вісь Ox.

$$K = l_2\cos\beta; \qquad K' = l_2\cos\beta'. \tag{6}$$

Для визначення кута β попередньо за теоремою косинусів з трикутника OBC визначимо кут ξ

$$R_6^2 = (r+l_1)^2 + l_2^2 - 2(r+l_1)l_2\cos\xi;$$

$$\cos\xi = \frac{(r+l_1)^2 + l_2^2 - R_6^2}{2(r+l_1)l_2}. \tag{7}$$

З врахуванням $\beta = 90^0 - (180^0 - \xi)$

$$\beta = \arccos\left(\frac{(r+l_1)^2 + l_2^2 - R_6^2}{2(r+l_1)l_2}\right) - 90^0 \tag{8}$$

В зв'язку з тим, що при вертикальному переміщенні точки A в точку A_1, точка B описує дугу з радіусом l_2 відносно точки C на кут β, а також те, що горизонтальне переміщення точки B в точку B_1 є незначним, то приймемо, що довжина дуги BB_1 рівна величині y (OO_1).

Тоді кут ρ між BC і B_1C

$$\rho = \frac{y}{l_2}\frac{360^0}{2\pi}, \tag{9}$$

а кут β'' рівний

$$\beta' = \beta - \rho = arccos\left(\frac{(r+l_1)^2 + l_2^2 - R_5^2}{2(r+l_1)l_2}\right) - \frac{360^0 y}{2\pi l_2} - 90^0. \qquad (10)$$

Підставляючи (9), (7), (5) в (4) отримаємо

$$\alpha = \arcsin\left\{\frac{l_2}{l_1}\left(\cos\left[\arccos\frac{(r+l_1)^2 + l_2^2 - R_6^2}{2(r+l_1)l_2}\right) - 90^0\right]\right\} - \qquad (11)$$

$$-\cos\left[\arccos\frac{(r+l_1)^2 + l_2^2 - R_5^2}{2(r+l_1)l_2}\right) - \frac{360^0 y}{2\pi l_2} - 90^0\right]\Bigg)\Bigg\}$$

Залежність (10) пов'язує конструктивні параметри барабанного очисника (l_1; l_2; r; R_6), величину його копіювання (y) з кутом повертання α ланки l_1, *яку необхідно підтискати пружинами.* Дана залежність може застосовуватись лише для попередньої оцінки величини деформації пружин, залежно від місця їх розташування *відносно ланки* l_1, однак не дає можливості оцінити функціональну залежність $\alpha=f(\varphi)$, де φ – біжучий кут повороту ланки l_1 в процесі копіювання барабаном *головок коренеплодів.*

Для встановлення функціональної залежності $\alpha=f(\varphi)$ скористаємось розрахунковою схемою, яка представлена на рис. 4.

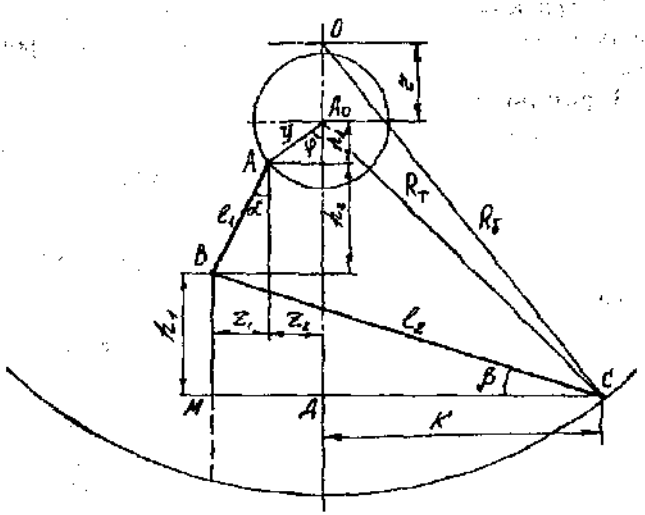

Рис. 4. Схема для визначення кута повороту ланки l_1 відносно валу

Положення власного центра барабану, як і в попередній схемі, показано в точці *О*. В початковому положенні взаємозв'язок ланки l_1 з валом відбувається в точці A_0. Нехай, в процесі копіювання коренеплодів (величина копіювання *y*) точка A_0 зміститься в точку *А*. Виберемо її довільне положення на колі з центром A_0 і радіусом *y*. Кут відхилення A_0A від вертикальної осі складає φ і він відображає біжуче положення точки А. Дана схема адекватно відображає процес перекочування барабана і його ланок відносно валу при зміщенні осей вала і барабана на величину *y*.

Для забезпечення нормального функціонування барабанного очисника повинні виконуватися дві умови

$$l_2 > R_6 - \sqrt{R_6^2 - K^2} > y, \tag{12}$$

$$l_1 + l_2 > R_0 + y. \tag{13}$$

Перша умова забезпечує постійне знаходження ланки l_2 всередині барабана, тобто невходження її в технологічну зону очищення, що призвело б до поломок робочого органу. Друга умова забезпечує умову копіювання коренеплодів на величину *y*, максимальне значення якої задається конструктивними параметрами елементів очисника при його проектуванні.

Для визначення залежності $\alpha=f(\varphi)$ необхідно задатись певним значенням величини *K*, яка визначає відстань від точки *С* кріплення ланки l_2 з ободом барабана до лінії, що з'єднує власний центр барабана і точку A_0 кріплення ланки l_1 до вала. Дана відстань є відомою і визначається розмірними параметрами барабана в процесі його проектування.

З трикутника ОСД:

$$(h_1+h_2+h_3+r)^2+K^2=R_6^2,$$

$$h_1+h_2+h_3+r=\sqrt{R_6^2-K^2},$$

тобто,

$$l_2 \sin\beta + l_1 \cos\alpha + y\cos\varphi + r = \sqrt{R_6^2 - K^2}.$$

Тоді

$$\cos\alpha = \frac{\sqrt{R_6^2 - K^2} - r - l_2 \sin\beta - y\cos\varphi}{l_1}. \tag{14}$$

Оскільки в даному рівнянні кут φ задається дискретно, а кут β є невідомим, то складемо додаткове рівняння. З трикутника СВМ

$$\cos\beta = \frac{K + z_1 + z_2}{l_2} = \frac{K + l_1 \sin\alpha + y\sin\varphi}{l_2};$$

тоді

$$\beta = \arccos\frac{K + l_1 \sin\alpha + y\sin\varphi}{l_2} \quad (15)$$

Підставляючи (15) в (14) отримаємо

$$\alpha = \arccos\left\{\frac{\sqrt{R_6^2 - K^2} - r}{l_1} - \frac{l_2 \sin\left(\arccos\frac{K + l_1\sin\alpha + y\sin\varphi}{l_2}\right) - y\cos\varphi}{l_1}\right\} \quad (16)$$

Представлена залежність дозволяє визначити вплив конструктивних параметрів очисника на величину копіювання, вертикальне зусилля тиску робочого органу на поверхню коренеплода, а також енерговитрати на виконання технологічного процесу.

Література

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.:Наука, 1988. – 640 с.
2. Герасимчук О.О., Синій С.В. Теоретичне обгрунтування параметрів барабанного очисника. // Сільськогосподарські машини, Зб. наук. ст., вип. 5. – Луцьк: Ред.-вид. віддія ЛДТУ, 1999. – с.54-61.

УДК 633.521:631

ШЛЯХИ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ПОТОКУ ПОВІТРЯ

Т.В. Терлецький, к.т.н., О.К Цикун, інженер, М.А. Демидюк, інженер
(Луцький державний технічний університет)

В статі розглянуто існуюче обладнання, яке можна застосувати для визначення швидкості повітряного потоку, і дано рекомендації, щодо його використання.

Під час проведення експериментальних досліджень нерідко доводиться мати справу з визначенням швидкості потоку повітря. При цьому дослідник постає перед проблемою вибору відповідного оснащення. Нижще проведено короткий опис і характеристика існуючого обладнання, призначеного для вимірювання швидкості повітря, а також дано рекомендації щодо їх використання.