

Секція: МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Керівники: проф. Р. Рогатинський, проф. Т. Рибак, проф. М.

Підгурський

Вчений секретар: асп. І. Бортник

УДК 631.356.22

В. Барановський, докт. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНОЇ МОДЕЛІ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

V. Baranowsky

INVESTIGATION OF STRUCTURAL MODELS ROOT CROP MACHINES

Проведений аналіз вітчизняних і зарубіжних літературних джерел, присвячених дослідженню теоретично-експериментальних аспектів розробки та функціонування робочих органів транспортно-технологічних систем (ТТС) і адаптованої коренезбиральної машини (АКМ) у цілому вказав на недостатність розроблених математичних моделей, які регламентують та описують оптимізаційний аналіз і розрахунок адаптованого викопувального транспортно-очисного комбінованого робочого органу (АВТОКРО), адаптованого транспортно-очисного комбінованого робочого органу (АТОКРО) та АКМ загалом.

Вирішення важливої науково-технічної проблеми полягає у розробці аналітично-емпіричних методів оптимізації технологічних, конструктивно-кінематичних параметрів і режимів роботи АКМ з врахуванням реальних умов експлуатації, зокрема агрофізичних характеристик коренеплодів і ґрунтово-кліматичних умов збирання.

Для побудови детермінованої математичної моделі технологічного процесу інтенсифікації відокремлення домішок від вороху коренеплодів (ВК) ТТС АКМ змодельовано функціональний процес роботи АКМ у вигляді складної динамічної технічної системи (ДТС). Ланкова блок-схема інтенсифікації процесу відокремлення домішок від ВК робочими органами ТТС АКМ, або вихідна структурно-функціональна модель з'єднання ланок ТТС АКМ наведена на рис. 1.

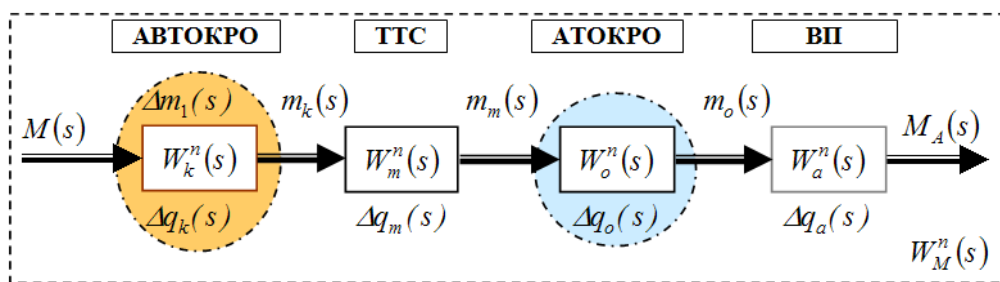


Рис. 1. Вихідна структурно-функціональна модель з'єднання ланок ТТС АКМ

Аналіз та синтез функціонального процесу інтенсифікації відокремлення домішок від ВК ДТС проведемо на основі системного підходу, який дає можливість розв'язати проблему побудови складної ДТС з урахуванням всіх факторів і можливостей, які пропорційні їх значимості на всіх етапах дослідження системи та побудови її моделі. Використання системного підходу в цих умовах дозволяє не тільки побудувати модель реальної системи, але й на базі цієї моделі вибрати необхідну кількість інформації для керування системою, оцінити її показники якості роботи технологічного процесу і тим самим на базі моделювання знайти найбільш оптимальний режим функціонування ДТС.

Побудову математичної моделі функціонування ДТС, яку розглянемо у вигляді деякого символічного оператора, або деяких передавальних функцій першого порядку.

Теоретичний аналіз процесу інтенсифікації відокремлення домішок від викопаного ВК адаптованими комбінованими робочими органами АКМ, тобто АВТОКРО, АТОКРО та з'єднувальною ТТС і вивантажувальним пристроєм (ВП), які «переробляють» вхідний потік технологічної маси $M(s)$ реалізуємо на основі рівняння матеріального балансу потоку технологічної маси шляхом розгляду кібернетичного поняття «вхід-вихід» ДТС [1] і розв'язування задачі структурної ідентифікації ДТС проведемо методом теорії систем автоматичного керування, яка найбільш придатна для дослідження керованих ДТС у режимі практичного застосування, або в режимі експлуатації об'єкту з наявною дією випадкових процесів і факторів [2].

У цьому випадку застосовується пряме та зворотне перетворення Лапласа, яке у загальному випадку описується рівняннями

$$W(s) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-st} dt; \quad f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} W(s)e^{ts} ds, \quad (1)$$

де $s = c + i\varepsilon$ – комплексна змінна, або оператор (функція) Лапласа; c, ε – дійсні змінні оригіналу (функції) $f(t) \leq ce^{\alpha t}$, $c > 0$, $\alpha \geq 0$, $t > 0$, $W_{aj}(s) \rightarrow 0$, $c = \operatorname{Re} s \rightarrow \infty$, $s > \alpha$, $e \in R$.

Тоді, застосувавши перетворення Лапласа та враховуючи послідовний спосіб з'єднання структурних ланок, їх еквівалентну передавальну функцію кожної ТТС і АКМ загалом, яку позначимо через $W_M^n(s)$ (рис. 1) під час інтенсифікації процесу відокремлення домішок від ВК можна записати у вигляді добутку (Д) аналітичних передавальних функцій $W_i^n(s)$ відповідних ланок АВТОКРО, ТТС, АТОКРО і ВП, що утворюють це послідовне з'єднання, тобто

$$W_M^n(s) = \prod_{i=1}^n W_i^n(s); \quad W_i^n(s) = \frac{m_{\text{вх},i}(s)}{m_{\text{вх},i}(s)} = \frac{1}{T_i s + 1}, \quad (2)$$

де $m_{\text{вх},i}(s)$, $m_{\text{вх},i}(s)$ – зображення за Лапласом вихідної та вхідної величини відповідної ТТС АКМ; T_i – стала часу відповідної ТТС АКМ.

У нашому випадку стала часу T_i є адекватна часу знаходження ВК на робочих поверхнях кожної ТТС АКМ, або часу знаходження в певній ваговій ємності кожної ТТС АКМ. Певна вагова ємність кожної ТТС АКМ буде характеризуватися кількістю оброблювального в ній ВК, який знаходиться в на робочих поверхнях кожної ТТС, або – адекватною відповідною ваговою пропускною здатністю кожної ТТС АКМ, яку позначимо через P_i .

Підставивши значення сталої часу T_i кожної ТТС у тотожність (2) одержимо рівняння передавальної функції в операторній формі для АКМ загалом:

$$\begin{aligned} W_M^n(s) &= [W_k^n(s)] \cdot [W_m^n(s)] \cdot [W_o^n(s)] \cdot [W_a^n(s)] = \left[\frac{m_k(s)}{M(s)} \right] \cdot \left[\frac{m_m(s)}{m_k(s)} \right] \cdot \left[\frac{m_o(s)}{m_n(s)} \right] \cdot \left[\frac{M_A(s)}{m_o(s)} \right] = \\ &= \left[\frac{1}{T_k s + 1} \right] \cdot \left[\frac{1}{T_m s + 1} \right] \cdot \left[\frac{1}{T_o s + 1} \right] \cdot \left[\frac{1}{T_a s + 1} \right] = \left[\left(\frac{P_k}{m_1(t) + m_2(t)} \right) s + 1 \right]^{-1} \times \left[\left(\frac{P_m}{m_1(t) + m_2(t) - \Delta q_1(t) - \Delta q_k(t)} \right) s + 1 \right]^{-1} \times \\ &\times \left[\left(\frac{P_o}{m_1(t) + m_2(t) - \Delta q_1(t) - \Delta q_k(t) - \Delta q_m(t)} \right) s + 1 \right]^{-1} \times \left[\left(\frac{P_a}{m_1(t) + m_2(t) - \Delta q_1(t) - \Delta q_k(t) - \Delta q_m(t) - \Delta q_o(t)} \right) s + 1 \right]^{-1} \end{aligned} \quad (3)$$

Література

1. Татьяна Н.В. О вероятностном методе оптимизации систем сельскохозяйственного производства / Н.В. Татьяна // Тр. ВИСХОМ, УкрНИИСХОМ. – М., 1986. – С. 11–20.
2. Валюх. О.А. Элементы теории автоматического управления. Линейные системы непрерывной дй : навч. посібник / О.А. Валюх, В.М. Максимів. – Львів : Афіша, 2002. – 123 с.