

УДК 631.358.4

Віктор Барановський, д.т.н., проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВІДОКРЕМЛЕННЯ ДОМІШОК ВІД КОРЕНЕПЛОДІВ

Viktor Baranovsky, Dr., Prof.

MATHEMATICAL MODEL OF SEPARATION OF IMPURITIES ROOT

Для побудови детермінованої математичної моделі технологічного процесу інтенсифікації відокремлення домішок від вороху коренеплодів (ВК) транспортно-технологічними системами адаптованої коренезбиральної машини (ТТС АКМ) змодуємо функціональний процес роботи АКМ у вигляді складної динамічної технічної системи (ДТС), структурно-функціональну модель якої наведено на рисунку. Формалізований технологічний процес роботи АКМ передбачає вузол розгалуження структурних ланок ТТС АКМ на окремі елементарні ланки загальних ґрунтових і рослинних домішок ВК, які в свою чергу розгалужуються на структурні підланки, відповідно: вільного та налиплого ґрунту, грудок ґрунту; вільних рослинних домішок і залишків гички на головках коренеплодів. При цьому в процесі інтенсифікації відокремлення домішок від ВК робочими органами АКМ (з точки зору структури керованих ДТС) відбувається підсилення вхідної структурної елементарної ланки, або існує наявність додатного зворотного зв'язку однієї структурної підланки відносно іншої, тобто одна елементарна підланка охоплюється у вигляді зворотного зв'язку

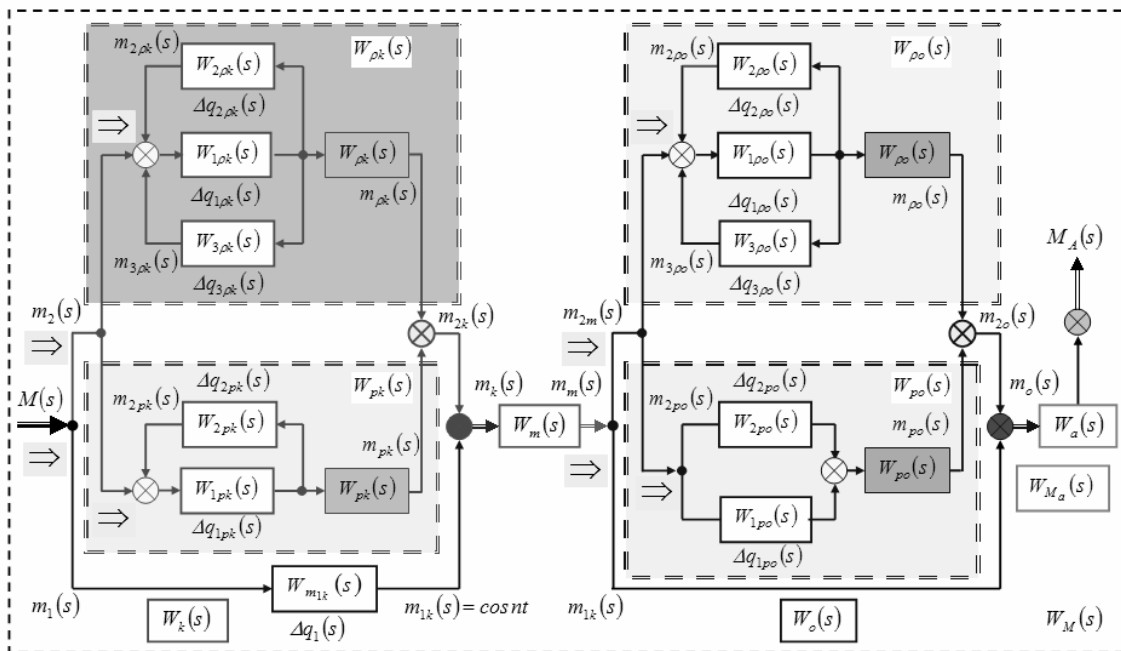


Рисунок 1. Структурно-функціональна модель процесу відокремлення домішок

другою елементарною підланкою.

Ступінь інтенсифікації відокремлення домішок від ВК залежить не тільки від певної вагової ємності P_i кожної ТТС та часу T_i знаходження ВК на їх робочих поверхнях, але також і у значній мірі від коефіцієнта, який враховує ступінь зменшення вихідного потоку технологічної маси ВК відносно його вхідного потоку.

Коефіцієнт, який враховує ступінь зменшення вихідного потоку технологічної маси ВК відносно його вхідного потоку кожної ТТС і АКМ загалом з точки зору керованих ДТС є коефіцієнтом підсилення, який охарактеризуємо як коефіцієнт технологічної ефективності роботи кожної ТТС і АКМ загалом та який позначимо через $K_i = m_{\text{вих},i}(t) / m_{\text{вх},i}(t)$.

Тоді коефіцієнт технологічної ефективності роботи K_M АКМ загалом визначається відношенням

$$K_M = \frac{[M_A(t)]}{[M(t)]} = \frac{[M(t)] - [\Delta q_1(t)] - [\Delta q_k(t)] - [\Delta q_m(t)] - [\Delta q_o(t)] - [\Delta q_a(t)]}{[\bar{M}(t)]} = 1 - \frac{[\Delta q_1(t)] + [\Delta q_k(t)] + [\Delta q_m(t)] + [\Delta q_o(t)] + [\Delta q_a(t)]}{[M(t)]} \quad (1)$$

Підставивши значення коефіцієнта технологічної ефективності роботи K_i і сталої часу T_i кожної ТТС і АКМ загалом одержано рівняння передавальної функції $W_M(s)$ та диференціальне рівняння з транспортним запізненням для транспортної ланки АКМ загалом в операторній формі

$$W_M(s) = \frac{M_A(s)}{M(s)} = W_k(s) \cdot W_m(s) \cdot W_o(s) \cdot W_a(s) = \left[\frac{W_{1pk}(s) \cdot W_{3pk}(s)}{1 + W_{1pk}(s) \cdot [W_{2pk}(s) + 1]} + \frac{W_{1pk}(s)}{1 + W_{1pk}(s) \cdot W_{2pk}(s)} + W_{m_k}(s) \right] \times [W_{pm}(s) + W_{pm}(s) + W_{m_k}(s)] \times \left[\frac{W_{1po}(s) \cdot W_{3po}(s)}{1 + W_{1po}(s) \cdot [W_{2po}(s) + 1]} + W_{1po}(s) + W_{2po}(s) + W_{m_k}(s) \right] \times [W_{pa}(s) + W_{pa}(s) + W_{m_k}(s)] = \frac{K_M}{T_M s + 1} e^{-s\tau_M} \quad (2)$$

або

$$M_A(s) \left[\frac{P_k + P_m + P_o + P_a}{m_1(t) + m_2(t)} s + 1 \right] = M(s) \cdot \left[1 - \frac{\Delta q_1(t) - \Delta q_k(t) - \Delta q_m(t) - \Delta q_o(t) - \Delta q_a(t)}{M(t)} \right] e^{-s\tau_M} \quad (3)$$

Одержані рівняння передавальної функції (2), (3) характеризують про те, що робочі органи ТТС АКМ у другому наближенні можна ідентифікувати, як послідовне з'єднання аперіодичних ланок першого порядку та ланок з запізненням руху технологічних мас.

Диференціальне рівняння інтенсифікації технологічного процесу відокремлення домішок від викопаного ВК ТТС і АКМ загалом з транспортним запізненням у класичній (часовій) формі має вигляд:

$$(P_k + P_m + P_o + P_a) \frac{d[M_A(t)]}{dt} = M(t) [M(t) - \Delta q_1(t) - \Delta q_k(t) - \Delta q_m(t) - \Delta q_o(t) - \Delta q_a(t)] e^{-s\tau_M} - M(t), \quad (4)$$

або

$$P_M \frac{d[M_A(t)]}{dt} = M(t) \cdot [M_A(t) \cdot e^{-s\tau_M} - 1]. \quad (5)$$

Одержані диференціальні рівняння (4), (5) є детермінованими математичними моделями, які характеризують залежність зміни інтенсифікації технологічного процесу відокремлення потоку компонентів від викопаного ВК протягом часу від конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів ТТС і АКМ в цілому та їх умов роботи. Комплексна оцінка параметрів ТТС і АКМ загалом – відповідних їм коефіцієнта технологічної ефективності K_i , постійної часу T_i та часу запізнення τ_i руху потоків технологічних мас дозволяє проводити детальний аналіз процесу інтенсифікації відокремлення домішок від ВК і оптимізацію конструктивно-кінематичних параметрів і режимів робіт робочих органів ТТС і АКМ.