

АКУСТИЧНИЙ ПРИСТРІЙ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПЛОДІВ

Стриж В. О.

Сумський національний аграрний університет

Запропоновано математичну модель електронно-акустичного пристрою контролю якісних ознак плодів.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день відсутнє приладове забезпечення оцінки якості продуктів фіксованої геометричної форми, і зокрема плодів баштанових, що унеможливує пряме використання технічних засобів з суміжних областей неруйнівного контролю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізуючи останні дослідження варто сказати, що електронно-акустичний пристрій контролю якості плодів за параметрами післядії ударного збудження, а саме, за коефіцієнтом загасання вільних коливань, надає можливість забезпечити контроль за якістю плодів на різних стадіях розвитку рослини.

Мета статті. Надати математичну модель принципу перетворення сигналу після дії ударного збудження плодів у цифровий код на виході пристрою.

Основні матеріали дослідження. Доцільним є використання засобів гібридної обчислювальної техніки, що дозволяє, ефективно використовувати переваги аналогової (швидкодія, оперативність) і цифрової (точність) техніки [1,3]. Граничні значення коефіцієнта загасання визначені з експериментально встановлених залежностей, з урахуванням геометрії плоду. Визначення параметра загасання можна здійснити рядом методів: амплітудно-площадковим, фазовим, інтегральних оцінок [2,3]. В даному випадку вимір параметра загасання робиться за сумарним часом спаду кривої, що огинає (до нормованого рівня), в кожному цугу хвиль вихідного сигнал (рис. 2).

Суть цього методу полягає в тому, що вихідний сигнал ЕАП, що надходить з об'єкту контролю, відповідає певній фракції якісного стану плоду детектується і фільтрується. В результаті на виході цього блоку з'являється сигнал, що апроксимується виразом [4] для одного цугу хвиль:

$$u(t) = kU_{\max} te^{-\delta t} \tag{1}$$

де $u(t)$ – миттєве значення інформаційного сигналу, що відповідає певному якісному стану об'єкту контролю, В; U_{\max} – максимальна амплітуда цього сигналу, В; k – коефіцієнт пропорційності, визначуваний постійною часу фільтра, c^{-1} ; δ – коефіцієнт загасання, z^{-1} ; t – час, с.

Цей сигнал надходить на вхід порогових пристроїв (компараторів) з різними рівнями дискримінації, що відрізняються, наприклад, в e разів. Стан компаратора визначається виразом [1]:

$$u(t) \geq U_{\delta i} \tag{2}$$

де $U_{\delta i}$ – рівень дискримінації i -го компаратора, В.

Спільне рішення рівнянь (1) і (2) дозволяє визначити час спрацьовування і тривалість вихідного імпульсу компаратора:

$$kU_{\max} te^{-\delta t} \geq U_{\delta i} \tag{3}$$

Використовуючи розкладання $e^{-\delta t}$ у безперервний дріб [5], після відповідних перетворень, отримаємо:

$$t^2 - \frac{1}{\delta L} t + \frac{1}{\delta L} \cdot \frac{U_{\delta i}}{kU_{\max}} = 0 \tag{4}$$

де n – порядковий номер члена ряду.

З (4) визначається час початку і кінця вихідного імпульсу компаратора:

$$t_{hi, ki} = \pm \frac{1}{2\delta L} (1 \mp \sqrt{1 - \frac{4U_{\delta i}\delta L}{kU_{\max}}}) \tag{5}$$

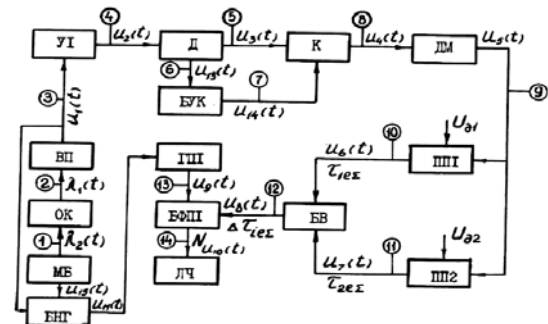


Рисунок 1 – Функціональна схема ЕАП контролю якості плодів: МБ – електромеханічний блок, ОК – об'єкт контролю, ВП – вимірювальний перетворювач, У1 – підсилювач, Д – детектор, БУК – блок управління ключем, К – електронний ключ, ДМ – демодулятор, ПП1, ПП2 – порогові пристрої компаратори, БВ – блок віднімання, БФП – блок формування пакету імпульсів, ГП – генератор прямокутних імпульсів, ЛЧ – лічильник імпульсів, БНГ – блок налаштування ГП

Визначаючи різницю між значеннями часу закінчення вихідних імпульсів двох компараторів з рівнями дискримінації, що відрізняються у в e разів, отримуємо залежність часу спаду вихідного сигналу від коефіцієнта загасання:

$$\times K_K K_D K_B K_Y K_{ВП} \quad (12)$$

Число імпульсів на виході блоку виміру визначається [1]:

$$N = \frac{\Delta \tau_{ie\Sigma}}{T_{ГПШ}} \quad (13)$$

Використовуючи вирази (7), (13) для оператор електронно-акустичного пристрою можна записати в розгорнутому виді:

$$Y_i = \frac{1}{\delta L} \left(\sqrt{0,25 - \frac{U_{\partial 2} \delta L}{kU_{\max}}} - \sqrt{0,25 - \frac{U_{\partial 1} \delta L}{kU_{\max}}} \right) \frac{1}{T_{ГПШ} \sum_{i=1}^n Q_i \sin[\omega_i(t-\tau) + \varphi_i] e^{-\delta(t-\tau)}} \quad (14)$$

де Q_i – амплітуда i -ої гармоніки вхідного сигналу (зміщення), м;
 ω_i – частота i -ою гармоніки, z^{-1} ;
 φ_i – початкова фаза i -ої гармоніки вхідного сигналу, рад;
 τ – час затримки інформаційного сигналу по відношенню до збуджуючого ударного імпульсу, з;
 t – поточна координата часу, с.

Вихідні сигнали функціональних ланок ЕАП описуються виразами:

$$\lambda_1(t) = \sum_{i=1}^n Q_i \sin[\omega_i(t-\tau) + \varphi_i] e^{-\delta(t-\tau)} \quad (15)$$

$$\lambda_2(t) = Q_{\max} \frac{1 - \cos 2\pi\theta}{1 - \cos 2\zeta} e^{2\pi \frac{\zeta - \theta}{i q \pi \zeta}} \quad (16)$$

$$\theta = \frac{\tau}{\tau_{ju}}; \quad \zeta = \frac{\tau_{j\phi}}{\tau_{ju}} \quad (17)$$

І визначаються вхідними сигналами блоків ЕАП (9.9):

$$u_1(t) = K_{ВП} \sum_{i=1}^n Q_i \sin[\omega_i(t-\tau) + \varphi_i] e^{-\delta(t-\tau)} \quad (18)$$

$$u_2(t) = k_0 K_{ВП} \sum_{i=1}^n Q_i \sin[\omega_i(t-\tau) + \varphi_i] e^{-\delta(t-\tau)} \quad (19)$$

$$u_3(t) = k_B [k_0 K_{ВП} \sum_{i=1}^n Q_i \sin[\omega_i(t-\tau) + \varphi_i] e^{-\delta(t-\tau)}] \quad (20)$$

$$u_4(t) = k_{\text{общ}} [U_i \sin[\omega_i t e^{-\delta t}]] \quad (21)$$

$$u_5(t) = k U_{\max} t e^{-\delta t} \quad (22)$$

$$T_{ГПШ} = t^+ + t^-; Q_i \cong U_i \quad (23)$$

де Q_{\max} – максимальна амплітуда ударного імпульсу;

$\tau_{j\phi}, \tau_{ju}$ – час фронту і довжина імпульсу, с;

k_o – коефіцієнт посилення підсилювача;

k_s – коефіцієнт випрямлення;

$k_{\text{общ}}$ – загальний коефіцієнт перетворення.

Отримані аналітичні залежності, що зв'язують вихідні сигнали ЕАП з параметрами об'єкту контролю, показують, що вихідні сигнали обернено пропорційні до параметра загасання і пропорційні розмірам плодів.

Висновки. Вираз, що описує процес перетворення ударного збудження плодів в цифровий код на виході пристрою, дозволяє визначити залежність, що пов'язує вихідні сигнали з розмірно-масовими характеристиками і коефіцієнтом затухання об'єкту контролю, що несе інформацію про якість плодів, і розрахувати гарнічні значення ознак розподілу плодів на фракції за якісними характеристиками.

Список використаних джерел

1. Алексенко А. Г. Микросхемотехника. / А. Г. Алексенко, И. И. Шагурин - М.: Радио и связь, 1982. – 496 с.
2. Радиоавтоматика / Под ред. Бесеєкерского В. А. - М.: Высш. школа, 1985. – 271 с.
3. Кончаловский В. Ю. Цифровые измерительные устройства. / В. Ю. Кончаловский // - М.: Энергоиздат, 1985. – 304 с.
4. Борисов Ю. П. Математическое моделирование радио-технических систем и устройств. / Ю. П. Борисов, В. В. Цветнов // М.: Радио и связь, 1985. – 75 с.
5. Люстерник Л. А. Математический анализ. Вычисление элементарных функций / Л. А. Люстерник, О. А. Червоненкис, А. Р. Янпольский - М.: Физматгиз, 1963. – 247 с.

Аннотация

АКУСТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ

Стриж В. О.

Предложена математическая модель электронно-акустического устройства контроля качественных признаков плодов.

Abstract

ACOUSTIC DEVICE NON-DESTRUCTIVE CONTROL QUALITIES OF GARDEN-STUFFS

V. Swizh

A mathematical model of electron-acoustic devices qualitative characteristics of fruits control.