

*Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 16-17 листопада 2017.*

УДК 62.521

Н.С. Балог, І.Р. Козбур

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ В'ЯЗКОСТІ ПРИ ДОЗУВАННІ ХАРЧОВИХ
ПРОДУКТІВ**

N.S. Balog, I.R. Kozbur

AUTOMATED VISCOSITY CONTROL FOR DOSING FOOD PRODUCTS

У позиції дозування харчових продуктів, перед їх кінцевим пакуванням, важливо проводити оперативний контроль якості, який буде охоплювати всю партію продукту, а не у вибірковій формі, як у випадку лабораторних досліджень на підприємстві. Такий контроль дозволить запобігти пакуванню неякісного продукту, або такого, котрий не відповідає технічним вимогам або стандартам.

Подібний оперативний контроль доцільно запровадити при дозуванні і пакуванні рідких та рідко-в'язких харчових продуктів, для яких важливе місце займає контроль їх в'язкості. Адже від цього параметру залежить якість продукту і продуктивність технологічного процесу в цілому. В'язкість харчового продукту буде залежати від багатьох чинників, які визначаються на попередніх стадіях технологічного процесу. Для молочних та кисломолочних продуктів це, – забезпечення відповідної жирності продукту та вмісту білкової маси, відповідність режимів пастеризації та нормалізації, попереднього охолодження продукту перед позицією дозування та пакування. Вище перелічені фактори будуть суттєво впливати на реологічні властивості продукту та в кінцевому результаті на його в'язкість і відповідно на якість.

Для контролю в'язкості, на даний момент, використовують методи ротаційної та вібраційної віскозиметрії. Проте ці методи володіють певними недоліками. Складна технічна реалізація оперативного контролю, наприклад у позиціях дозування та пакування продукту. Безпосередній контакт чутливого елемента віскозиметра із вимірним середовищем призводить до його передчасного зношування і відповідно зниження точності вимірювань. Розробка безконтактних методів контролю в'язкості дозволить уникнути вище перелічених недоліків.

Запропоновано проводити контроль реологічних властивостей і в'язкості рідких та рідко-в'язких харчових продуктів, в позиції дозування та пакування, за допомогою безконтактних ультразвукових методів вимірювання

Методика контролю базується на вимірюванні параметрів поширення ультразвукових хвиль у контрольованому середовищі, а саме, визначенні їх швидкості та коефіцієнту затухання.

Вимірювання коефіцієнту затухання ультразвуку в рідинах і твердих тілах може проводитися в режимі імпульсних і неперервних ультразвукових коливань. У випадку імпульсних коливань, прийом ультразвукової хвилі здійснюється як окремими приймачем, так і самим випромінювачем, після віддзеркалення імпульсу від відбивача. При цьому коефіцієнт загасання визначається за формулою:

$$\alpha = \frac{1}{h} \cdot \ln \frac{A_1}{A_2}, \text{ де } h - \text{товщина контрольованого середовища, } A_1, A_2 - \text{відповідні}$$

амплітуди ультразвукових хвиль випромінювача та приймача.

В'язкість, відповідно, розраховують за формулою Муні, –

$$Mh = Z_1(\rho\alpha c^3 / \omega^2 [1 + (\frac{\alpha c}{\omega})^2])^{Z_2},$$

де Mh – в'язкість по Муні; Z_1, Z_2 – const; ρ – густина контрольованого середовища; α – коефіцієнт затухання; c – швидкість коливань; ω – частота коливань.

Функціональну схему установки для визначення коефіцієнта затухання та швидкості ультразвуку зображено на рисунку 1.1. Залежності коефіцієнта затухання та швидкості ультразвуку в середовищі від в'язкості контрольованого продукту по Муні представлені на рисунку 1.2.

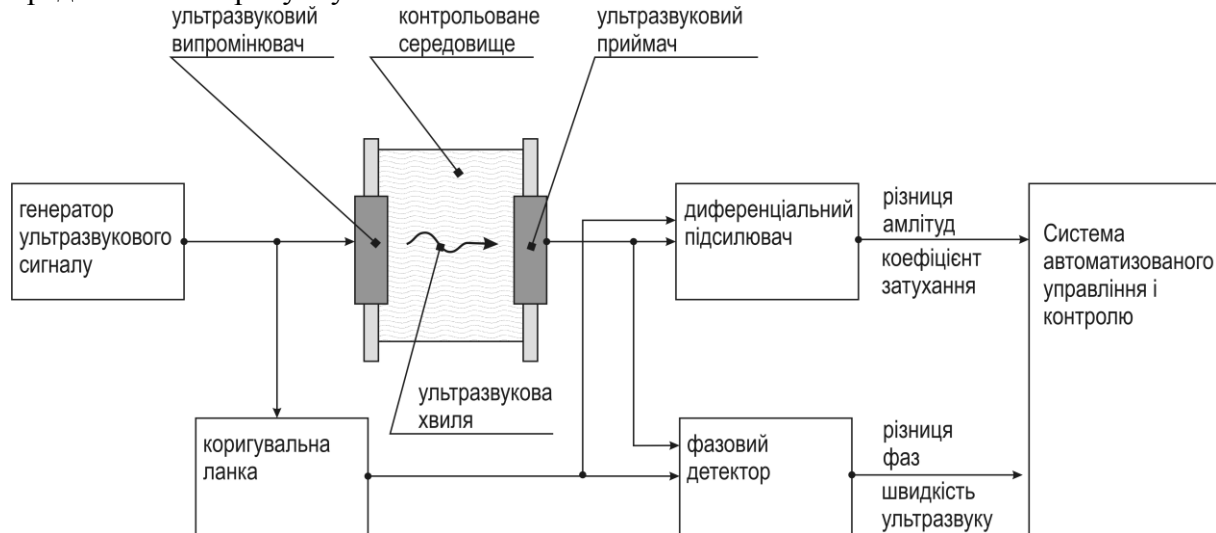


Рисунок 1. Функціональна схема установки

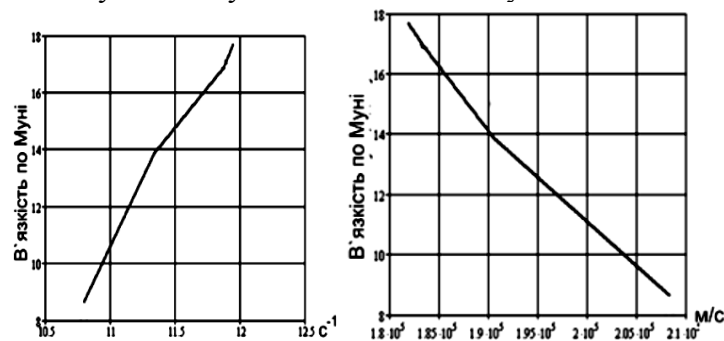


Рисунок 2. Залежність коефіцієнта затухання та швидкості ультразвуку в середовищі від в'язкості контрольованого продукту

Визначене значення в'язкості дозованого і фасованого продукту застосовують для коригування умов технологічного процесу та функціонування системи автоматичного контролю та управління, що забезпечить максимальну продуктивність і точність дозування. Контроль реологічних властивостей і в'язкості продукту дасть можливість оцінити його якість перед позицією пакування, що відповідно зменшить кількість браку вихідної продукції, дасть змогу оперативно коригувати параметри попередніх позицій технологічного процесу згідно діючих технічних умов та стандартів.