



УДК 677.017

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТРОЛЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗМІШУВАННЯ РЕЧОВИН ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ДАТЧИКІВ

Студ. А.В. Щербина, гр. МгАт-16
Науковий керівник доц. С.В. Барилко
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Метою роботи є розробка нового безконтактного ультразвукового методу технологічного контролю об'єму речовин, що необхідно змішувати у процесі виробництва.

Завдання полягає у визначенні кращих параметрів ультразвукових хвиль, які необхідно застосувати для контролю технологічного параметру на виробництві.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є процес безконтактного ультразвукового контролю об'єму речовин. Предметом дослідження є розробка ультразвукового методу технологічного контролю об'єму речовин.

Методи та засоби дослідження. До методів дослідження можна віднести теорію розповсюдження та відбиття ультразвукових хвиль в однорідному середовищі [1, 2]. Засоби дослідження – ультразвукові перетворювачі, детектори та блок керування змішуванням речовин.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. Вперше отримано залежності, які пов'язують амплітудні співвідношення ультразвукових хвиль, що пройшли крізь речовину, з її об'ємом, що на практиці дозволить вдосконалити існуючі системи керування змішування речовин.

Результати дослідження. В автоматизованих системах змішування речовин, де необхідно змішувати невеликі їхні об'єми в ємностях із визначеним розміром, задачу можна звести до знаходження товщини шару речовини, що перемішується.

Проведені дослідження проходження ультразвукового сигналу через шар речовини, що змішується, і аналіз амплітудних співвідношень ультразвукового сигналу дозволили розробити безконтактний метод визначення товщини речовини та її об'єму. Модуль комплексного коефіцієнту проходження пропорційний амплітуді ультразвукової хвилі, який, при її нормальному падінні, можна виразити залежністю:

$$|w| = \frac{1}{\sqrt{\left(1 + \alpha \left(\frac{\rho_2 c_2}{2\rho_1 c_1} + \frac{\rho_1 c_1}{2\rho_2 c_2}\right) h\right)^2 + \left(\frac{2\pi f}{c_2} \left(\frac{\rho_2 c_2}{2\rho_1 c_1} + \frac{\rho_1 c_1}{2\rho_2 c_2}\right) h\right)^2}}, \quad (1)$$

де $|w|$ – модуль комплексного коефіцієнта проходження ультразвукового сигналу через шар речовини; h – товщина шару речовини; α – коефіцієнт згасання ультразвукового сигналу в речовині; f – частота ультразвукових коливань; ρ_1, c_1 – щільність повітря та швидкість розповсюдження у ньому ультразвукової хвилі; ρ_2, c_2 – щільність речовини та швидкість розповсюдження у ній ультразвукової хвилі.

Якщо згасання в контрольованій речовині незначне (менше відсотка від величини амплітуди хвилі), тоді залежність (1) можна представити так:

$$|W| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi f}{c_2} \left(\frac{\rho_2 c_2}{2\rho_1 c_1} + \frac{\rho_1 c_1}{2\rho_2 c_2} \right) h \right)^2}}. \quad (2)$$

Із залежності (2) можна виразити товщину шару контрольованої речовини при нормальному падінні хвилі:

$$h = \frac{\sqrt{\frac{1}{|W|^2} - 1}}{\frac{2\pi f}{c_2} \left(\frac{\rho_2 c_2}{2\rho_1 c_1} + \frac{\rho_1 c_1}{2\rho_2 c_2} \right)}. \quad (3)$$

При падінні ультразвукової хвилі під кутом β відносно нормалі поверхні шару речовини та, знаючи, що величина для речовини, яка змішується $(\rho_1 c_1)/(2\rho_2 c_2) \ll 1$, тоді залежність (3) можна подати як:

$$h = \frac{\sqrt{\frac{1}{\left(\frac{|W|}{\cos \beta} \right)^2} - 1}}{\left(\frac{\pi f \rho_2 c_2}{c_2 \rho_1 c_1} \right)}. \quad (4)$$

Таким чином можна безконтактно визначати товщину шару речовини, що контролюється, а знаючи розміри ємності, в якій вона знаходиться, можна визначити сам об'єм речовини.

Висновки. Проведені дослідження дають змогу створити принципово нові системи автоматизованого змішування речовин безпосередньо в процесі виробництва, забезпечуючи якісні характеристики готової продукції.

Ключові слова. Ультразвукова хвиля, комплексний коефіцієнт проходження, товщина шару, об'єм речовини.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Лютак І.З. Адаптивний алгоритм обробки виміряного ультразвукового сигналу в частотній області / І.З. Лютак, І.С. Кісіль // *Методи та прилади контролю якості*. – 2006. – №16 – С. 15–18.
2. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике /Л. Бергман; под ред. В.С. Григорьева и Л.Д. Розенберга. – [2-е изд.]. – М.: Иностранная литература, 1957. – 726 с.