

де  $d$  – загальна товщина об'єкта контролю і лінії затримки;  $c_{\text{затр}}$  – швидкість поширення ультразвукової хвилі в матеріалі лінії затримки;  $c$  – швидкість поширення ультразвукової хвилі в матеріалі об'єкта контролю;  $t_{\text{затр}}$  – час поширення ультразвукової хвилі в матеріалі лінії затримки;  $t$  – час поширення ультразвукової хвилі в матеріалі об'єкта контролю.

Запропонований спосіб дає можливість оптимізувати процес контролю для різних товщин і з різними коефіцієнтами затухання, що суттєво продуктивність робіт і їх вартість.

1. *Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий [Текст] : Справ. / под общ. ред. В.В. Клюева. – М. : Машиностроение, 1986. – 352 с.*

УДК 665.7:681.2.08

## **ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ ГУСТИНИ НАФТОПРОДУКТІВ**

*Огородник К. В., Яремішена Н. А.*

*Вінницький національний технічний університет,  
бул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021*

За різними оцінками від 30 до 70 % паливно-мастильних матеріалів на ринку продажу України є неякісними, в результаті використання яких передчасно виходять з ладу вузли тертя, двигуни та агрегати, що, в свою чергу, призводить до значних ремонтних та експлуатаційних витрат. Дану проблему можна вирішити на основі створення нових методів і приладів для визначення якості паливно-мастильних матеріалів.

Однією з величин, яка нормується у відповідності до існуючих стандартів, є густина палива, яка повинна знаходитись у визначених межах. При виході ж густини за вказані межі, паливо втрачає свої оптимальні характеристики. Це також свідчить про небажані домішки у ньому. Тому актуальною задачею контролю якості палива є визначення його густини.

Традиційно густину нафтопродуктів вимірюють за допомогою нафтоденсиметрів (ареометрів) [1]. Більшість існуючих на сьогодні методів вимірювання мають низку спільних недоліків, до яких відноситься висока чутливість до зміни геометрії вимірювальних перетворювачів, залежність від складу досліджуваного середовища, висока вартість тощо. Серед методів визначення параметрів нафтопродуктів перспективними є ультразвукові методи. Основною перевагою їх використання є проста конструктивна реалізація, завдяки якій не спотворюється дослідне середовище.

В роботі запропоновано ультразвуковий метод вимірювання густини нафтопродуктів, який базується на використанні ближньої зони ультразвукового перетворювача, тобто на визначенні останнього дифракційного максимуму ближньої зони [2]. Такий підхід дозволяє зменшити зону нечутливості і тим самим підвищити точність вимірювання.

Математична модель методу визначення густини має вигляд:

$$v = \lambda f = \frac{Z}{\rho}; \lambda = \frac{2a^2}{N_{aa}} [2]; \text{ як наслідок } \rho = \frac{ZN_{aa}}{2a^2 f},$$

де  $Z$  – акустичний опір середовища,  $N_{aa}$  – ширина ближньої зони (відстань між електроакустичними перетворювачами),  $a$  – діаметр перетворювачів.

Структурна схема вимірювача густини наведена на рис. 1.



Рисунок 1 – Схема ультразвукового вимірювача густини

Принцип роботи вимірювача наступний. Ультразвукові коливання створюються і приймаються електроакустичними перетворювачами. Частоту їх збудження забезпечує генератор змінної частоти. Дані коливання аналізуються за амплітудою за допомогою блоку керування, до складу якого входить мікроконтролер, підсилювач, АЦП та компаратор, й реєструються пікові значення амплітуди в даний момент часу і в попередній. При незмінній густині генератор змінної частоти налаштований на частоту, що відповідає останньому максимуму ультразвукової хвилі. При зміні густини зменшується амплітуда вихідного сигналу, що призводить до переналаштування частоти. При досягненні частоти ультразвукових хвиль, що відповідає максимальній амплітуді реєструється значення частоти, за якою і розраховують густину.

Отже, запропонований метод вимірювання густини має суттєві переваги в порівнянні з відомими, оскільки не використовує імпульсні сигнали, являється менш інерційним і більш завадозахищеним за рахунок використання власної частоти п'єзоелементів.

1. ГОСТ 3900-85. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности. – Введ. 1987-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 36 с. 2. Крюков И. О размере ближней зоны плоских ультразвуковых преобразователей, находящихся на одной оси //И.И. Крюков / Акустический журнал. – М.: 1995. – Т.41. – №1. – С. 101-105.

## ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВІБРАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

Паздрій О.Я.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» пр. Перемоги, 37, Київ, 03056

Необхідність аналізувати технічний стан об'єкта у складних умовах експлуатації надзвичайно актуальна сьогодні. Для аналізу вібраційних сигналів найчастіше використовуються методи обробки сигналів, які