

УДК 621:317

*Ищенко О.С., аспірант,
Подчашинський Ю.О., д.т.н., професор,
Чепюк Л.О., к.т.н., доцент
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАТЧИКІВ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ РІДИНИ В КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНО- ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Промислові системи контролю рівня історично використовують різноманітні фізичні принципи – ємнісні, гідростатичні, радарні тощо [1]. Останні дослідження і розробки фокусуються на підвищенні точності та надійності цих методів, а також на кращій інтеграції датчиків у цифрові мережі.

Принцип дії ємнісного датчика – два електрода (щупи) формують конденсатор, ємність якого змінюється зі зміною рівня рідини (діелектрика між електродами). Переваги – відсутність рухомих частин; довговічність конструкції; придатність для різних рідин і навіть сипучих матеріалів; відносно невисока вартість та широкий діапазон робочих температур. Недоліки – потребує контакту з рідиною (занурення щупів); чутливий до налипання продукту на електродах; залежить від діелектричної проникності рідини і її змін; вимагає калібрування (на «порожній» і «повний» рівень), складність експлуатації при значних змінах температури чи вологості [2].

Принцип дії гідростатичного датчика – п'єзорезистивний або ємнісний датчик вимірює гідростатичний тиск стовпа рідини від дна ємності; за відомої густини тиск перераховується в висоту рівня. Переваги – простота і надійність; низька ціна датчиків; універсальність для більшості рідин; низьке енергоспоживання, можливість вимірювання у герметичних резервуарах без проникнення зверху. Недоліки – контакт із середовищем вимагає матеріалів, стійких до корозії; похибка при зміні густини рідини (потрібне внесення поправок або вимірювання густини); необхідність періодичної повірки [2].

Принцип дії ультразвукового датчика – ультразвуковий перетворювач (п'єзоелектричний) випромінює короткий звуковий імпульс високої частоти і приймає його відлуння від поверхні рідини. Час між посилюючою та прийомом імпульсу пропорційний відстані до поверхні. Переваги – безконтактний метод: датчик не занурений у рідину, що ідеально для агресивних, гарячих, токсичних рідин; немає рухомих частин: мінімальне обслуговування, довгий строк служби [2];

відносно невисока вартість порівняно з радарним; універсальність: підходить для більшості рідин, а також може застосовуватися для сипких матеріалів. Недоліки – перешкоди для звуку: піна на поверхні, густий пар або сильна турбулентність можуть поглинати чи розсіювати ультразвук, спотворюючи вимір; обмежена дальність: типово до ~30 м для стандартних датчиків; на малих відстанях наявна «мертва зона»; вимагає вільного простору: установка повинна забезпечити «поле зору» без перешкод – конструкції всередині резервуара (труби, мішалки тощо) можуть давати хибні відбиття, що потребує налаштування фільтрів ехо [2].

Принцип дії радарного датчика – випромінює електромагнітний мікрохвильовий сигнал і приймає відбите від поверхні ехо. Час прольоту сигналу пропорційний відстані до рівня. Застосовуються як безконтактні (антена над рідиною), так і контактні радари (направлені хвилеводи). Переваги – не залежить від властивостей рідини: на відміну від ультразвуку, відбивання радіохвиль визначається діелектричною проникністю, тому метод не чутливий до змін густини чи в'язкості продукту; працює в екстремальних умовах: датчики витримують високі температури і тиски, можуть вимірювати рівень крізь пару, вакуум, інертний газ. Висока точність і дальність: сучасні радари забезпечують стабільну роботу на десятки метрів, доступний вільний вибір діапазону вимірювання. Недоліки – висока вартість: радарні рівнеміри значно дорожчі за ультразвукові; чутливість до діелектричної проникності: для дуже низьких ϵ_r (менше ~1.5, наприклад, зріджені гази, легкі вуглеводні) сигнал може частково проходити крізь межу «повітря – рідина» і відбиватися від дна, що ускладнює вимір; необхідність налаштування: потребує більш складної електроніки та конфігурації (задані «мертві зони» зверху і знизу бака, калібрування під геометрію ємності) [2].

Список використаних джерел:

1. Best Chemical Liquid Level Sensors: Ensuring Safety and Efficiency in Industrial Applications / LiquidLevelSensor. – 2023 [Electronic resource]. – Access mode : LiquidLevelSensor.co.uk.

2. Подчашинський, Ю. О., & Іщенко, О. С. (2025). Використання ультразвукових датчиків для вимірювання рівня та густини рідини в комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах. Технічна інженерія, (1(95)), 389–394. [https://doi.org/10.26642/ten-2025-1\(95\)-389-394](https://doi.org/10.26642/ten-2025-1(95)-389-394).