

Аналіз особливостей діючих та перспективних методів метрологічної перевірки (повірки) рівнемірів

*Володимир Пастернак, аспірант, Дмитро Бринчак, аспірант;
Національний університет “Львівська політехніка”, Україна;
e-mail: viktor.r.kuts@lpnu.ua*

Анотація

Основною метою даної наукової статті є проведення аналізу як вже існуючих, так і потенційних методів метрологічної перевірки (повірки) рівнемірів, що використовуються для точного обліку нафтопродуктів у резервуарах різного типу та призначення. У рамках цього дослідження будуть розглянуті їхні ключові особливості, переваги та недоліки, а також перспективи розвитку та вдосконалення з урахуванням сучасних технологічних досягнень і вимог галузевих стандартів.

Ключові слова

Рівнемір, система вимірювання рівня, методика повірки

Вступ

В сучасному світі компанії експортери та імпортери нафти та нафтопродуктів використовують велику кількість сучасних систем обліку нафтопродуктів. Не є винятком і Україна. А навіть більше – вимога стосовно наявності системи вимірювання рівня, рівнеміра на автозаправній станції чи складі паливо-мастильних матеріалів закріплена на законодавчому рівні. З метою боротьби проти “чорного ринку нафтопродуктів” наша країна ввела в дію зміни до податкового кодексу України [1]. Відповідно тепер без такої системи обліку як система вимірювання рівня (рівнемір) не може легально працювати жодна точка обліку, зберігання чи продажу нафтопродуктів.

Рівнемір - лічильник рівня пального у резервуарі (далі – рівнемір, визначення з податкового кодексу) - законодавчо регульований засіб вимірювальної техніки, призначений для вимірювання рівня пального, за яким обчислюється об’єм пального, що перебуває у резервуарі за градувальною таблицею резервуару.

Система вимірювання рівня (рівнемір) є законодавчо-регульованим засобом вимірювальної техніки, який внесений в перелік законодавчо-регульованих засобів вимірювальної техніки Постановою кабміну від 4 червня 2015 р. № 374 “Про затвердження переліку категорій законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці” [2].

1. Проблематика

З метою забезпечення єдності вимірювань у сфері обліку нафтопродуктів, у 2009 році було введено в дію міждержавний стандарт МПУ 236/03-2009 "Комплекси технічних засобів обліку нафтопродуктів у резервуарах" (далі – МПУ 236) [3]. З огляду на технологічний прогрес та зростаючі вимоги до точності обліку, існує об'єктивна необхідність у модернізації існуючих методик проведення метрологічної повірки рівнемірів, що є ключовим елементом вищезазначених облікових комплексів.

Відтак, першочерговим етапом наукового дослідження є детальне вивчення функціонального призначення рівнемірів, аналіз їх конструктивних особливостей та визначення основних метрологічних характеристик, що безпосередньо впливають на точність обліку об'єму нафтопродуктів у резервуарах.

2. Огляд системи вимірювання рівня (рівнеміру), його будова та метрологічні характеристики. (рисунок 1)

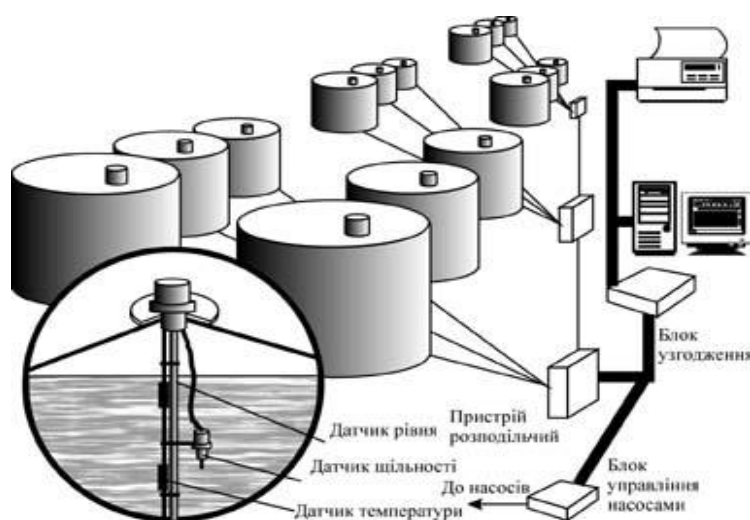


Рис. 1 Схематичне зображення системи вимірювання рівня (рівнеміру) з передачею інформації на ПК в точці обліку чи продажу

Рівнемір складається з зонда, який здійснює замір та консолі, яка отримує та обробляє сигнал від зонда і виводить його на дисплей консолі (рисунок 2).



Рис. 2. Зонд та інформаційна консоль рівнеміра

Основні метрологічні параметри, які може вимірювати більшість систем вимірювання рівня (рівнемір) подані у таблиці 1.

Табл. 1. Основні метрологічні параметри систем вимірювання рівня

Робочий діапазон вимірювання рівня (від довжини зонда)	0 ...18 м
Максимально допустима основна похибка вимірювання рівня	± 1 мм
Максимально допустима основна похибка вимірювання середньої температури продукту, не більше	
в діапазоні $-20...+55^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
Одиниці вимірювань	мм, $^{\circ}\text{C}$

Є також багато допоміжних параметрів, як наприклад рівень підтоварної води чи інші. Всі параметри сучасної системи вимірювання рівня можуть видозмінюватись, залежно від потреб замовника чи експлуатанта.

3. Дослідження методів

У подальшому дослідженні постає питання щодо специфіки метрологічної повірки рівнемірів. Якими нормативними документами регламентується цей процес та які існують шляхи його вдосконалення.

Насамперед, звернемося до чинної нормативної бази. Основним документом, що регламентує повірку рівнемірів обліку нафтопродуктів у резервуарах, є міждержавний стандарт МПУ 236/03-2009 "Комплекси технічних засобів обліку нафтопродуктів у резервуарах". Однак, зважаючи на значний часовий проміжок з моменту його затвердження у 2009 році та з метою актуалізації нормативних вимог, були розроблені та введені в дію нові

національні стандарти: ДСТУ 9204:2022 "Метрологія. Рівнеміри. Методика повірки на місці експлуатації" [4] та ДСТУ 9205:2022 "Метрологія. Рівнеміри. Методика повірки імітаційним методом" [5]. Незважаючи на те, що нові ДСТУ ще не скасували чинність МПУ 236/03-2009, їх аналіз дозволяє виявити потенційні напрямки оптимізації процедури повірки рівнемірів.

Однією з ключових відмінностей нових ДСТУ 9204 та ДСТУ 9205 є чітке розмежування методик повірки залежно від місця її проведення: на місці експлуатації та в лабораторних умовах. На відміну від цього, у МПУ 236/03-2009 спостерігається певне поєднання обох методів, що може ускладнювати роботу фахівців через необхідність фрагментарного опрацювання документації для отримання релевантної інформації. Нові стандарти забезпечують більшу зручність та зрозумілість завдяки структурованому викладенню вимог для кожного методу повірки окремо.

Щодо умов проведення повірки, МПУ 236 встановлює наступні діапазони для навколишнього середовища: температура повітря від 10 до 30 °С, відносна вологість повітря від 30 до 80 %, атмосферний тиск від 84 до 106 кПа. У свою чергу, ДСТУ 9205 регламентує лише температурний режим у лабораторії в межах 20 ± 5 °С. Виключення вимог щодо вологості та атмосферного тиску для лабораторних умов є обґрунтованим, оскільки ці параметри не мають значного впливу на процес повірки рівнемірів у контрольованому лабораторному середовищі, а їх вимірювання потребувало додаткових часових витрат.

Важливим аспектом є також вимоги до точності та невизначеності еталонів і допоміжного обладнання. У МПУ 236 наведено розширений перелік обладнання для обох методів повірки, що може ускладнювати ідентифікацію необхідних засобів, особливо для недосвідченого персоналу. Натомість, ДСТУ 9204 та ДСТУ 9205 містять більш конкретизований перелік еталонів з чітко визначеними вимогами до їх точності. Прикладом є порівняння вимог до еталонного рівнеміра:

- **МПУ 236:** Комплекс технічних засобів обліку нафтопродуктів у резервуарах (рівнемір), атестований в якості робочого еталону, діапазон вимірювань (відтворення висоти) рівня рідини від 0 до 4 м, границі допустимої абсолютної похибки вимірювань рівня $\pm 0,5$ мм, діапазон вимірювань температури від 0 до 40 °С, границі допустимої абсолютної похибки вимірювань температури $\pm 0,2$ °С.
- **ДСТУ 9204:** Рівнемір, $U=0,33$ мм або Рівнемір ультразвуковий, $U=1,0$ мм (де U – невизначеність).

Як видно з порівняння, нові методики встановлюють більш лаконічні та конкретні вимоги до еталонів, включаючи показник невизначеності вимірювань. Це є важливим нововведенням, оскільки невизначеність є ключовою характеристикою калібрування еталону, що забезпечує обґрунтовану впевненість у достовірності результатів.

Аналіз розділу "Проведення повірки" в МПУ 236 та нових ДСТУ свідчить про залучення фахівців з практичним досвідом до розробки останніх. Відповідний розділ у ДСТУ 9204 та ДСТУ 9205 вирізняється послідовністю, лаконічністю та врахуванням усіх необхідних операцій для забезпечення достовірних результатів повірки. Важливою зміною є чітке визначення вимог до результату повірки – границі допустимої абсолютної похибки рівнеміра, яка складає ± 4 мм для повірки на місці експлуатації та ± 1 мм для повірки в лабораторії. У МПУ 236 такі вимоги були відсутні, що ускладнювало оцінку придатності рівнеміра.

Слід зазначити, що ДСТУ 9204 допускає використання ультразвукових рівнемірів як еталонів. Однак, практичний досвід повірки ультразвукових рівнемірів на місці експлуатації виявив потенційну проблему їх нестабільної роботи при різкій зміні рівня рідини, особливо за наявності піни на її поверхні. Піна може створювати перешкоди для проходження ультразвукового сигналу, що призводить до помилок у вимірюванні або навіть до вимкнення чи перезавантаження рівнеміра. Тому організаціям, що проводять повірку, необхідно ретельно підходити до вибору ультразвукового рівнеміра в якості еталону, враховуючи потенційні ризики, пов'язані з умовами його застосування.

Розділи "Обробка результатів" у нових методиках повірки залишилися без суттєвих змін, що є логічним, оскільки сам принцип обробки отриманих даних не зазнав кардинальних змін.

Водночас, розділ "Оформлення результатів повірки" у ДСТУ 9204 та ДСТУ 9205 став більш структурованим та чітко регламентує порядок заповнення протоколу повірки. Форма протоколу є логічним продовженням попередніх розділів, забезпечуючи зрозуміле документування всіх етапів проведення повірки та її результатів.

Висновки

Проведений порівняльний аналіз існуючих та перспективних методологій метрологічної повірки рівнемірів виявив значний прогрес у напрямку спрощення та уніфікації даного процесу з впровадженням національних стандартів ДСТУ 9204:2022 та ДСТУ 9205:2022.

Завдяки більш чітким регламентаціям щодо використовуваного обладнання, еталонної бази та послідовності виконання процедур, нові методики сприяють підвищенню точності вимірювань та зміцненню довіри до отриманих результатів метрологічного контролю.

Результати дослідження особливостей діючих та перспективних методів повірки рівнемірів підкреслюють динамічний розвиток метрологічного забезпечення у даній галузі. Впровадження ДСТУ 9204 та ДСТУ 9205 є підтвердженням цього прогресу, спрямованого не лише на оптимізацію процедури повірки, але й на підвищення її метрологічної надійності. Однак, для подальшої оптимізації та прогресу в даній сфері вбачається необхідність у здійсненні наступних заходів:

- активізація науково-дослідних робіт у напрямку розробки та впровадження новітніх методів вимірювання рівня рідини;
- розробка та інтеграція спеціалізованого програмного забезпечення для автоматизації процесів обробки та аналізу результатів повірки;
- активна популяризація нових нормативних документів серед профільних фахівців та сприяння їх широкому практичному застосуванню;
- запровадження сучасних методик повірки рівнемірів як ключової умови для забезпечення прозорості та підвищення ефективності функціонування ринку нафтопродуктів в Україні.

Підсумовуючи, проведений аналіз засвідчує, що нові національні стандарти ДСТУ 9204 та ДСТУ 9205 характеризуються підвищеною зручністю та зрозумілістю для фахівців, залучених до процесу повірки рівнемірів. Завдяки їх чіткій структурі та конкретним вимогам, очікується значне зниження ймовірності виникнення помилок при проведенні метрологічних процедур. Впровадження зазначених стандартів є важливим кроком на шляху до підвищення якості послуг з повірки рівнемірів та забезпечення неухильного дотримання вимог чинного законодавства у сфері метрології та технічного регулювання.

Список літератури

- 1) Податковий кодекс України остання редакція № 2918-IX від 07.02.2023р.
- 2) Постанова Кабміну від 4 червня 2015 р. за № 374 “Про затвердження переліку категорій законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці”.
- 3) Методика повірки МПУ 236/03 – 2009. Комплекси технічних засобів обліку нафтопродуктів у резервуарах.

- 4) ДСТУ 9204:2022 Метрологія. Рівнеміри. Методика повірки на місці експлуатації.
- 5) ДСТУ 9205:2022 Метрологія. Рівнеміри. Методика повірки імітаційним методом.