

ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н., доцента Мотала В.П. на дисертаційну роботу
Лютенко Тетяни Володимирівни
**«Удосконалення методу і технічних засобів для бездемонтажного
метрологічного перевіряння побутових лічильників газу»,**
яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне
забезпечення

Актуальність теми дисертаційної роботи

Підвищення точності і достовірності обліку природного газу у споживачів неможливе без покращення рівня метрологічного забезпечення побутових лічильників газу (ПЛГ), яке реалізується при випуску лічильників і при їх періодичній повірці. На даний час еталонні установки забезпечують первинну повірку побутових лічильників на повітрі в умовах підприємства-виробника, а також періодичну повірку в умовах підприємств з експлуатації газового господарства з присутністю представників державного метрологічного нагляду за вимірювальною технікою.

Під час експлуатації ПЛГ їх метрологічні характеристики змінюються, і переважно зміна похибки відбувається у від'ємну сторону, внаслідок чого має місце недооблік природного газу. При періодичній повірці ПЛГ, яка проводиться після восьми років експлуатації, встановлюється експериментальним шляхом фактична зміна похибки ПЛГ. Однак виявити тривалість роботи лічильника при такій зміні практично неможливо, оскільки ця зміна є функціонально залежною від тривалості і інтенсивності експлуатації ПЛГ. Тому існує необхідність контролю метрологічних характеристик ПЛГ впродовж міжповірочного інтервалу, для реалізації якого на сьогодні практично відсутні відповідні еталонні установки, а процедура такого контролю не передбачена нормативними документами України.

Поряд з цим відомою є неоднаковість метрологічних характеристик ПЛГ при функціонуванні на повітрі і природному газі, а також доцільність їх визначення безпосередньо за місцем експлуатації ПЛГ, оскільки їх транспортування до місця періодичної повірки і підготовка до її проведення можуть суттєво змінити метрологічні характеристики. Також в Україні немає еталонних установок і методик для повірки ПЛГ на природному газі з демонтажем і без демонтажу з місця експлуатації.

Тому актуальним є удосконалення методу і технічних засобів для метрологічного перевіряння ПЛГ при дослідженні і контролі їх метрологічних характеристик за місцем експлуатації, що характеризує актуальність дисертаційної роботи в цілому.

Наукова новизна дисертаційної роботи стосується розвитку методів і засобів для реалізації бездемонтажного метрологічного перевіряння ПЛГ з можливістю використання двох видів робочого середовища, а саме повітря і природного газу.

Найвагомішими науковими результатами є такі:

1. Вперше встановлено статистичні закономірності зміни похибки ПЛГ при експлуатації, що дає змогу сформулювати новий експериментально-розрахунковий метод визначення їх похибки за обмеженим діапазоном контрольованих витрат, який забезпечує реалізацію бездемонтажного метрологічного перевіряння ПЛГ у всьому діапазоні робочих витрат.

2. Вперше встановлено залежності стабільності метрологічних характеристик ПЛГ від впливу експлуатаційних і конструктивних факторів, що дозволяє коригувати їхній міжповірочний інтервал шляхом його збільшення за умови вимірювання лічильниками впродовж міжповірочного інтервалу обмеженої кількості газу, яка, наприклад, для лічильників типорозміру G4 не повинна перевищувати 30 тис.м³.

3. Набуло подальшого розвитку звіряння засобів вимірювання об'єму природного газу різних принципів дії, що відкриває можливості удосконалення технічних засобів вимірювання об'єму за малих витрат природного газу та бездемонтажного метрологічного перевіряння ПЛГ.

Практична цінність отриманих авторкою результатів полягає у розробленні і апробації в умовах АТ «Івано-Франківськгаз» (м.Івано-Франківськ) нового експериментально-розрахункового методу визначення похибки ПЛГ за обмеженим діапазоном контрольованих витрат, який може використовуватися для метрологічного перевіряння ПЛГ як за місцем експлуатації при створенні мобільних еталонних установок, так і при їх демонтажі із застосуванням стаціонарних еталонних установок. При цьому як робоче середовище в залежності від конструктивного виконання еталонних перевірочних установок може використовуватися природний газ або повітря.

Розроблений проект нормативного документа для перевірки ПЛГ за місцем експлуатації. Отримані в дисертаційній роботі наукові результати використані при метрологічних дослідженнях дзвонової установки (робочого еталона РЕОВГ-0.2) в умовах ТОВ «Івано-Франківське СКБ засобів автоматизації» (м.Івано-Франківськ), які стосувалися оцінювання похибки внаслідок незавершеності теплообмінного процесу. Також отримані в дисертаційній роботі наукові результати використовуються в навчальному процесі кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу при викладанні дисципліни «Технологічні вимірювання в нафтогазовій промисловості» при підготовці бакалаврів за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Основні теоретичні положення роботи, які захищаються здобувачкою, *обґрунтовані* та підтверджені коректним використанням основних положень теорії термодинаміки і теплообміну, методів комп'ютерного імітаційного моделювання з використанням сучасних стандартизованих програмних пакетів, методів статистичного опрацювання чисельних даних результатів експериментальних досліджень, а також методів планування та постановки експериментів при дослідженні фізичних процесів в

еталонних і робочих засобах вимірювання об'єму газу. Метрологічні дослідження ПЛГ, методу бездемонтажного перевіряння ПЛГ, методології звіряння засобів вимірювань об'єму природного газу здійснювалися із застосуванням основних положень метрології, теорії похибок, концепції непевності у вимірюваннях, методу структурного аналізу складових похибки і непевностей із застосуванням імовірнісних методів сумування складових результуючої похибки.

Отримані авторкою наукові результати у відповідності до поставлених задач є логічними, не суперечать фундаментальним фізичним і математичним закономірностям, повністю відображають отримані автором результати, а також підтверджуються достатньою апробацією основних положень і висновків на міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференціях.

Достовірність отриманих в роботі положень і наукових результатів підтверджується застосуванням апробованих теоретичних основ метрологічного забезпечення при синтезі наукових результатів, строгим математичним виведенням аналітичних співвідношень, а також коректністю застосування системи припущень і формулювання умов досліджень при математичному і комп'ютерному моделюванні термодинамічних процесів у еталонних установках дзвонового типу і PVT-типу. Достовірність отриманих результатів підтверджується малими значеннями розбіжностей між результатами математичного моделювання і експериментальних досліджень теплообмінних процесів дзвонових установок.

Рекомендації щодо використання результатів роботи. Розроблений авторкою новий експериментально-розрахунковий метод визначення похибки ПЛГ за обмеженим діапазоном контрольованих витрат може використовуватися у виробничій діяльності підприємств з експлуатації газового господарства при реалізації бездемонтажного метрологічного перевіряння ПЛГ за місцем експлуатації для визначення фактичних метрологічних характеристик ПЛГ в експлуатаційних умовах на природному газі або з використанням повітря. Також цей метод може застосовуватися при періодичній повірці ПЛГ при їх демонтажі із застосуванням стаціонарних еталонних установок з функціонуванням на повітрі при проведенні державного метрологічного нагляду за побутовими лічильниками, що зменшує технічні вимоги до діапазону робочих витрат таких еталонних установок.

Розроблений проект нормативного документа для повірки ПЛГ за місцем експлуатації може бути покладений в основу розроблення нової методики бездемонтажної повірки ПЛГ з використанням природного газу як робочого середовища.

Запропоновані нові технічні рішення при створенні засобів метрологічного перевіряння ПЛГ можуть бути використані у практичній діяльності підприємств, які займаються проектуванням, виготовленням і метрологічною атестацією еталонних засобів у сфері витративимірювання і обліку природного газу.

Повнота викладу основних матеріалів в опублікованих працях.

Результати наукових досліджень, які отримані авторкою, опубліковані у 32 наукових публікаціях, з яких 3 статті у наукових фахових виданнях України, 3 статті у наукових фахових виданнях України, що включені до міжнародних наукометричних баз, а також 2 статті у науковому періодичному виданні інших держав та 3 патенти України на винахід і корисні моделі. Наукові публікації достатньо розкривають суть розв'язуваних наукових задач. Дисертаційна робота пройшла достатню апробацію, її основні положення доповідалися на 21-ій міжнародних та всеукраїнських науково-технічних та науково-практичних конференціях. Тому апробацію результатів дисертаційних досліджень можна вважати достатньою.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 155 найменувань на 19 сторінках та 6 додатків. Загальний об'єм дисертації складає 247 сторінок друкованого тексту, в тому числі 49 рисунків та 19 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, задачі досліджень, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, відзначено наукову новизну та практичну цінність отриманих в роботі результатів, а також наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів досліджень і публікації щодо роботи.

У першому розділі здійснено аналіз сучасного стану методів і засобів метрологічного контролю побутових лічильників газу (ПЛГ).

Проведено аналіз ПЛГ як об'єкта метрологічного контролю і розглянуто практичні аспекти застосування термінології при метрологічному контролі ПЛГ. Обґрунтовано доцільність застосування терміну «метрологічне перевіряння ПЛГ», який відображений в темі дисертаційної роботи.

Розглянуто впливові фактори, які формують результати метрологічних досліджень ПЛГ, в тому числі вплив виду робочого середовища (повітря, природний газ), значення температури і тиску робочого середовища ПЛГ.

Оцінено сучасну вітчизняну і закордонну нормативну базу і технічні засоби для метрологічного дослідження ПЛГ.

На підставі викладеного матеріалу обґрунтовано необхідність удосконалення методу і технічних засобів для бездемонтажного метрологічного перевіряння ПЛГ, сформульовано завдання, що потребують вирішення, і обґрунтовано напрямки дисертаційних досліджень.

Другий розділ присвячений викладенню теоретичних засад, які науково обґрунтовують напрямки вирішення завдань щодо удосконалення методу бездемонтажного метрологічного перевіряння ПЛГ.

Досліджені статистичні закономірності зміни похибки мембранних ПЛГ при їх експлуатації, що було інформативною базою і науковим підґрунтям для розроблення нового експериментально-розрахункового методу визначення похибки ПЛГ за обмеженим діапазоном контрольованих витрат, який дозволяє

реалізувати бездемонтажне метрологічне перевіряння ПЛГ за місцем експлуатації з визначенням похибки у всьому діапазоні робочих витрат.

Досліджено вплив експлуатаційних і конструктивних факторів на стабільність метрологічних характеристик ПЛГ, що дозволяє коригувати міжповірочний інтервал для ПЛГ шляхом його збільшення за умови вимірювання лічильниками впродовж міжповірочного інтервалу не більше певної науково обгрунтованої кількості вимірюваного об'єму газу.

Викладено суть запропонованого нового патентозахищеного методу метрологічного перевіряння ПЛГ, який передбачає експериментальне визначення похибки на мінімальній витраті і витраті 20% від максимальної для конкретного типорозміру ПЛГ. При цьому похибку при функціонуванні ПЛГ за максимальної витрати визначають на базі розробленого експериментально-розрахункового методу.

Отримано математичну модель теплообмінних процесів в пневматичній системі еталонних дзвонових установок. За допомогою отриманих залежностей можна визначати час завершення теплообмінних процесів і, відповідно, час початку вимірювального процесу при метрологічних дослідженнях цього типу установок.

Досліджено шляхом математичного моделювання з використанням програмного забезпечення «ANSYS Fluent» термодинамічні процеси в еталонних установках з ємністю під тиском, які розкривають особливості зміни градієнта температури в ємності при її наповненні, що дозволяє формулювати робочі параметри і форму ємності при використанні її як вузла еталонних установок для калібрування лічильників газу.

У третьому розділі розглянуто прикладні аспекти практичної реалізації засобів метрологічного перевіряння ПЛГ.

Викладені функціональні можливості і конструктивні особливості реалізації патентозахищених технічних рішень для практичної реалізації еталонних установок, які забезпечують бездемонтажне метрологічне перевіряння ПЛГ з можливістю функціонування на природному газі або повітрі.

Проведено кількісний аналіз складових похибок при експериментальному визначенні градувальних характеристик нестандартних звужувальних перетворювачів витрати, із застосуванням яких можуть створюватися мобільні установки для метрологічного перевіряння ПЛГ.

Наведені результати експериментальних досліджень при звіряннях вузлів обліку природного газу (на базі ультразвукових витратомірів і витратомірів змінного перепаду тиску), які обгрутовують методологічну основу для створення робочих еталонів на природному газі.

У четвертому розділі викладено результати метрологічних досліджень, які стосуються практичної реалізації метрологічного перевіряння ПЛГ.

В ньому проведена метрологічна оцінка розробленого експериментально-розрахункового методу метрологічного перевіряння ПЛГ за обмеженим діапазоном контрольованих витрат.

Розглянуто особливості застосування модельного підходу для оцінювання непевності при визначенні похибки ПЛГ за умов застосування розробленого експериментально-розрахункового методу метрологічного перевіряння ПЛГ за обмеженим діапазоном контрольованих витрат.

На базі реалізованої методології звіряння на природному газі робочих засобів вимірювання об'єму газу різних принципів дії викладені принципи створення робочих еталонів на робочому середовищі, які стосуються вибору параметрів робочих умов при їх функціонуванні.

Досліджені алгоритми розрахунку дотепер не змодельованих складових похибки еталонних установок об'єму та витрати газу, які відкривають шляхи підвищення їх точності при метрологічній атестації, зокрема зменшення похибки при апроксимації градувальної характеристики еталонних лічильників у складі робочих еталонів.

Викладені результати апробації в умовах АТ «Івано-Франківськгаз» експериментально-розрахункового методу метрологічного перевіряння ПЛГ за обмеженим діапазоном робочих витрат, які підтвердили правильність методичного підходу для реалізації розробленого методу метрологічного перевіряння ПЛГ.

Описано особливості розробленого проекту нормативного документу для повірки ПЛГ в умовах експлуатації.

У висновках сформульовані основні результати виконаних досліджень.

У додатках подано порівняльну характеристику існуючих відомих повірочних установок для побутових лічильників газу, наведені акти апробації результатів дисертаційної роботи у Спеціальному конструкторському бюро засобів автоматизації (м.Івано-Франківськ) і в АТ «Івано-Франківськгаз» (м.Івано-Франківськ), а також акт про використання у навчальному процесі наукових результатів дисертаційної роботи. В окремих додатках подано проект розробленого нормативного документу для повірки ПЛГ і список публікацій здобувачки за темою дисертації з відомостями про апробацію результатів дисертаційної роботи.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам оформлення дисертацій. Дисертаційна робота написана загальноприйнятою науковою українською мовою із використанням сучасної української наукової термінології. Робота виконана на належному науковому рівні, є завершеною науковою працею, має практичне значення та відображає рішення актуального науково-прикладного завдання у галузі вимірювання об'єму природного газу – удосконалення методу і технічних засобів для метрологічного перевіряння побутових лічильників газу при дослідженні і контролі їх метрологічних характеристик за місцем експлуатації. Оформлення дисертації загалом відповідає темі досліджень і вимогам пунктів 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», щодо кандидатських дисертаційних робіт, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 №567 та діючим пунктам Наказів Міністерства освіти і науки України «Про опублікування результатів дисертацій та здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» від 17.10.2012 р. №1112, від 03.12.2012 р.

№1380 та Листа МОН України від 04.12.2015 р. №1/9-586 «Про опублікування результатів дисертацій у періодичних виданнях», а також паспорту спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Відповідність автореферату змісту дисертації. Автореферат в загальному написаний відповідно до вимог МОН України до авторефератів. Він містить всі необхідні складові структурної побудови і в ньому викладена основна суть виконаних наукових досліджень, а також наведені висновки та список основних публікацій. В цілому зміст автореферату дисертації адекватно відображає основну суть виконаної роботи.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Не відображений метод практичного застосування результатів звірянь лічильників для створення еталонних засобів для малих витрат природного газу.

2. Не конкретизований зв'язок моделювання теплообмінних процесів в еталонних установках з ємністю під тиском із метрологічним перевірнням побутових лічильників газу (розділ 2.5).

3. Відсутній алгоритм визначення розрахованого значення похибки для функціонування на максимальній витраті газу для конкретного побутового лічильника при його метрологічному перевірнні за розробленою дисертанткою методикою.

4. В низці статистичних досліджень не вказане число побутових лічильників газу з певним діапазоном похибки для конкретного їх типу і типорозміру.

5. Відсутнє порівняння метрологічних характеристик розроблених двох напрямків експериментально-розрахункового методу визначення похибки побутових лічильників як вимірюваної величини з використанням теорії невизначеності (непевності) результатів вимірювань порівняно із розглянутою теорією похибок.

6. Не обгрунтовано потребу застосування двох методик знаходження оцінок точності отриманих результатів перевірки лічильників - похибок і невизначеності (непевності) результатів вимірювань.

7. Недостатніми є коментарі щодо отриманих авто- і взаємнокореляційних функцій при експериментальних дослідженнях вузлів обліку природного газу (розділ 3.3).

8. Відсутні значення похибок моделювання зміни похибки, які наведені в табл. 2.7.

9. Відсутні критерії щодо оцінювання технічного стану побутових лічильників за середньозваженою похибкою (табл. 2.8).

10. В роботі використовуються різні терміни щодо процедури встановлення відповідності лічильників газу - повірка і метрологічне перевірння.

Висновок про відповідність дисертації вимогам Міністерства освіти і науки України.

Дисертаційна робота Лютенко Т.В. є завершеним науковим дослідженням, в якому отримані суттєві нові наукові і практичні результати, що дозволяють розв'язати науково-прикладне завдання удосконалення методу і технічних засобів для метрологічного перевіряння побутових лічильників газу при дослідженні і контролі їх метрологічних характеристик за місцем експлуатації.

Мета роботи, поставлені та розв'язані в ній завдання досліджень, викладені основні наукові результати дають можливість зробити висновок про те, що дисертаційна робота відповідає спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Зазначені недоліки і зауваження не стосуються основних наукових положень дисертації і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи та на її наукову цінність.

На підставі проведеного аналізу дисертації, вважаю, що дисертаційна робота «Удосконалення методу і технічних засобів для бездемонтажного метрологічного перевіряння побутових лічильників газу» за актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю отриманих в ній результатів досліджень і рівнем виконання повністю відповідає вимогам пп. 9, 11, 12 положення про «Порядок присудження наукових ступенів» Міністерства освіти і науки України, що ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її авторка Лютенко Тетяна Володимирівна заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Офіційний опонент:

Професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., доцент

В.П. Мотало

В.П. Мотало

Підпис Мотала В.П. засвідчую:

Вчений секретар Національного університету «Львівська політехніка», к.т.н., доцент



Р.Б. Брилинський
Р.Б. Брилинський