

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва,
стандартизації та біотехнології**

Кафедра птахівництва, якості та безпечності продукції

Спеціальність 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

Допустити до захисту
Заступник декана
_____ Руслан ТРИБРАТ
“ _____ ” _____ 2022 р.

Рекомендувати до захисту
Заступник завкафедри
_____ Олексій СТАРОДУБЕЦЬ
“ _____ ” _____ 2022 р.

**ПОВІРКА ПРИЛАДІВ ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ
ДП «МИКОЛАЇВСТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ» М. МИКОЛАЇВ**

04. 05. – КР. 9-О 22 01 10. 009

Виконавець:
Здобувач вищої
освіти II курсу _____ **Микола МЕДВІДЬ**

Науковий керівник:
доцент _____ **Олексій СТАРОДУБЕЦЬ**

Науковий керівник:
асистент _____ **Ірина КАНИЦЬКА**

Рецензент:
доцент _____ **Людмила СТІХА**

Миколаїв – 2022

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Загальні технічні вимоги до приладів обліку теплової енергії в Україні. ДСТУ 3339-96	7
1.2. Європейські стандарти до виготовлення, монтажу, методики повірки приладів обліку теплової енергії EN 1434	12
1.3. Характеристика типів і видів теплोलічильників	23
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	27
2.1. Місце та об'єкт досліджень	27
2.2. Методики повірки теплोलічильників	30
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	34
3.1. Технічні та метрологічні характеристики теплोलічильників Суперком-01-1 та SHARKY 775	34
3.2. Повірка теплोलічильника Суперком-01-1	42
3.3. Повірка теплोलічильника SHARKY 775	52
3.4. Порівняння метрологічних характеристик отриманих в результаті повірки теплोलічильників	53
3.5. Економічна частина	59
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	62
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	67
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	71
ВИСНОВКИ	75
ПРОПОЗИЦІЇ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77
ДОДАТОК	82

РЕФЕРАТ

Дипломна робота виконана обсягом 83 сторінок комп'ютерного тексту з 1,5 інтервалом між рядками. Має в своєму складі 23 таблиці, додаток А.

При написанні дипломної роботи використано 51 літературне джерело, найменувань спеціальної, довідникової літератури та періодичних видань.

Для виконання теми: «Повірка приладів обліку теплової енергії в умовах ДП «Миколаївстандартметрологія» м. Миколаїв».

Об'єктом дослідження були прилади обліку теплової енергії, які проходили повірку на обладнанні Миколаївського науково-виробничого центру стандартизації, метрології та сертифікації.

Метою досліджень була оцінка метрологічних характеристик приладів обліку теплової енергії, отриманих в результаті їх повірки, формування пропозицій щодо їх використання. Повірка теплолічильників здійснювалася відповідно МПУ 041/06-2013 та ДСТУ EN 1434-5:2017 «Теплолічильники. Первинна повірка» в умовах ДП «Миколаївстандартметрологія».

Предметом дослідження є технічні характеристики приладів обліку теплової енергії.

Задачами досліджень було проаналізувати роль унормування єдиних вимог до приладів обліку теплової енергії в реалізації заходів щодо стимулювання режиму ощадного використання паливно - енергетичних ресурсів України, провести огляд технічних характеристик найбільш поширених типів приладів обліку теплової енергії; визначити економічну ефективність досліджень з точки погляду метрології, проаналізувати виникнення небезпечних факторів на кожному етапі повірки. Дані дослідження були опубліковані у збірнику студентських наукових статей.

В результаті проведених досліджень було отримано висновок про доцільність придбання теплолічильників більш високого класу з метою точнішого обліку спожитої теплової енергії.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ГДП	-	гранично допустима похибка
ДП	-	державне підприємство
Ду,	-	діаметр умовного проходу
DN		
ЗВТ	-	засоби вимірювальної техніки
ЕД	-	експлуатаційна документація
ККД	-	коефіцієнт корисної дії
МДТ	-	максимальний допустимий робочий тиск
МЕА	-	Міжнародне енергетичне агентство
НС	-	надзвичайна ситуація
ОКП	-	обласне комунальне підприємство
ООН	-	Організація Об'єднаних Націй
ТЕЦ	-	теплоелектроцентраль
ТП	-	термоперетворювач
GPRS	-	General Packet Radio Service

ВСТУП

Одне з головних завдань усіх людей на Землі - максимально зберегти природні ресурси для нащадків.

Енергоефективність та використання альтернативних джерел енергії - дві головні стратегії багатьох країн щодо скорочення газових викидів в атмосферу. За версією ООН, енергоефективність здатна вплинути на цей процес швидше і не вимагає таких витрат, як адаптація «зелених» технологій, тому і для коригування нинішньої екологічної ситуації вона відіграє велику роль. Енергоефективність тісно пов'язана зі зменшенням кількості вуглекислого газу як такого. Представники Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) вважають, що одне лише активне використання енергоефективних технологій здатне зменшити викид вуглекислого газу на 65% у найближчі 20 років. Дотримання принципів енергоефективності дозволяє якісно використовувати енергію та заощаджувати її. Таким чином природні ресурси в цілому використовуються дбайливо і з'являється можливість їх зберігати [21].

Згідно статистики, з усієї споживаної в побуті енергії 70% йде на опалення приміщень, 15% енергії витрачається на приготування їжі, 10% енергії споживає побутова техніка і ще 5% енергії витрачається на освітлення. Звичайно, цифри усереднені і багато в чому залежать від площі будинку або квартири, системи опалення, кухонної плити тощо [22].

Проте вони дають розуміння того, що використання кожним енергоефективної техніки та систем приладів дозволяє досягати суттєвих результатів з підвищеним ККД (коефіцієнтом корисної дії) використовуваної енергії. А отже – жити, зберігаючи навколишнє середовище [24].

Насправді тема підвищення енергоефективності не нова. Безліч міжнародних проектів, які підтримуються Європейською комісією, програмами Tacis, Thermie, USAID та іншими організаціями, починаючи з 90-х років зробили енергоефективність впізнаваним терміном. Багато хто в економічно розвинених країнах вже знають та розглядають енергоефективність, економію

енергоресурсів і скорочення викидів як очевидну умову конкурентоспроможності компаній і наявності доступного та чистого джерела енергозабезпечення у майбутньому [21].

Загальновідомо, що підвищення енергоефективності дозволяє країнам долати тиск, який на них чинить залежність від енергоресурсів, вирішувати питання ненадійності енергопостачання, нерівності, високих цін і рахунків за енергоресурси, а також екологічної шкоди і збитків здоров'ю. Власники підприємств і менеджери також розуміють, що енергоефективність - це ключ до конкурентоспроможності компанії на відкритому ринку [18].

На сьогодні ефективне використання енергоресурсів є найбільш важливим і економічно доцільним, але в той же час, найменш використовуваним і найменш зрозумілим способом підвищення як рівня життя кожного, так і життя в умовах збереження довкілля. Погано дослідженими і задіяними принципи енергоефективності є в напрямі підвищення прибутковості підприємств [17].

Метою випускної кваліфікаційної роботи було дослідження повірки приладів обліку теплової енергії за допомогою методики повірки МПУ 041/06-2013 та ДСТУ EN 1434-5:2017 «Теплолічильники. Первинна повірка» в умовах ДП «Миколаївстандартметрологія».

РОЗДІЛ І

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальні технічні вимоги до приладів обліку теплової енергії в Україні. ДСТУ 3339-96

Продовженням реалізації заходів щодо стимулювання режиму ощадного використання паливно - енергетичних ресурсів України та з метою унормування єдиних вимог до приладів обліку теплової енергії, в 1996 році Науково - дослідним і конструкторсько - технологічним інститутом міського господарства (НДКПІ МГ) було розроблено ДСТУ 3339-96 «Теплолічильники. Загальні технічні вимоги». Наказом Держстандарту України від 28 червня 1996 р. № 2632 його було затверджено і введено в дію [2].

У цьому стандарті є посилання на стандарти і нормативні документи. Деякі з них були розроблені ще за часів СРСР:

- ДСТУ 2465-94 Сумісність технічних засобів електромагнітна Сійкість до магнітних полів частоти мережі. Технічні вимоги і методи випробувань;
- ДСТУ 2625-94 Сумісність технічних засобів електромагнітна Сійкість до загасаючого змінного магнітного поля Технічні вимоги і методи випробувань;
- ДСТУ 2626-94 Сумісність технічних засобів;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности;
- ГОСТ 26.011-80 Средства измерений и автоматизации. Сигналы тока и напряжения электрические и непрерывные входные и выходные;
- ГОСТ 26.014-81 Средства измерений и автоматизации. Сигналы электрические кодированные входные и выходные;
- ГОСТ 12997-84 Изделия ГСП. Общие технические условия;

- ГОСТ 13033-84 ГСП. Приборы и средства автоматизации электрические и аналоговые. Общие технические требования;
- ГОСТ 14254-80 Изделия электротехнические. Оболочки. Степени защиты. Обозначения. Методы испытаний [2].

Цей стандарт визначив теплोलічильники, як прилади які призначені для вимірювання кількості теплової енергії, а також обов'язкові вимоги до якості теплोलічильників, що забезпечують їхню безпечність під час експлуатації.

Теплोलічильники - засоби вимірювань, призначені для вимірювання кількості теплової енергії, що в теплообмінній мережі поглинається або виділяється рідиною, яка називається теплоносієм [2].

Теплोलічильники застосовують у системах теплопостачання з рідинним теплоносієм.

В ДСТУ 3339-96 наведено терміни та визначення, які характеризують теплोलічильник та процеси, які відбуваються при вимірюванні спожитої кількості тепла [50].

Складені теплोलічильники - теплोलічильники, складові частини яких конструктивно відокремлені. Єдині теплोलічильники - теплोलічильники, які не мають частин, що конструктивно відокремлені.

А також є тлумачення наступних термінів:

- нижня границя температурного діапазону;
- різниця температур;
- верхня та нижня границя різниці температур;
- верхня та нижня границя витрати;
- верхня та нижня границя теплової потужності;
- перехідна витрата теплоносія та інші [45].

Основні параметри і розміри: Теплोलічильники повинні складатися з витратоміра або лічильника теплоносія, первинних перетворювачів температури та теплообчислювача. Відношення верхньої і нижньої границь різниці температур повинно бути не менше 10. Відношення Q_{max} і Q_t витрат теплоносія повинно бути не менше 10 [46].

Конструктивна відокремленість частин - такий вид конструкції, за якого лінія зв'язку, що з'єднує окремі частини, розміщується поза їхньою конструкцією [50].

Нижня границя різниці температур повинна бути не більше 10 °С. Нижня границя температурного діапазону повинна бути не більше 30 °С. Теплолічильники поділяють на класи точності: клас 2, клас 2,5, клас 4; клас 5 [48].

Клас точності встановлюють для різниці температур від 20 °С до верхньої границі різниць температур. Конкретні класи точності встановлюють у технічних вимогах до конкретних типів теплолічильників [2].

Значення діаметра умовного проходу «Ду» слід вибирати з ряду: 10; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 65; 70; 80; 100; 125; 150; 200; 250; 300; 400; 500; 600; 800; 1000; 1200; 1600; 1800; 2000; 2500; 3000; 3600; 4000 мм.

Параметри вхідного сигналу теплолічильників:

- температура теплоносія на вході теплообмінної системи;
- температура теплоносія на виході теплообмінної системи витрата теплоносія [46].

Вихідні сигнали теплолічильників:

- візуальний - відображає кількість теплової енергії у вигляді числового значення величини з позначенням її одиниці;
- електричні аналогові - за ДСТУ 2780, ГОСТ 26.011 або електричні кодові - за ГОСТ 26.014 [49].

Конкретні значення параметрів вхідних і вихідних сигналів встановлюють у технічних вимогах до конкретних типів теплолічильників.

Показувальний пристрій кількості теплової енергії повинен подавати без перепоповнення візуальний сигнал кількості теплової енергії, яка відповідає неперервній роботі протягом 3000 годин на верхній границі теплової потужності [2].

Кількість теплової енергії, яка вимірюється за годину теплотічильником, що працює на верхній границі теплової потужності, повинна відповідати принаймні одній цифрі найменшого розряду показувального пристрою [45].

Значення номінальних частот і напруг електричного струму мережі електроживлення встановлюють за ГОСТ 13033. Габаритні розміри, маса та споживана потужність теплотічильників повинні встановлюватися в технічних вимогах до конкретних типів теплотічильників [47].

Основні характеристики. Границі допустимої відносної похибки теплотічильників (δ) залежно від різниці температур повинні бути не більше значень, що встановлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Границі допустимої відносної похибки теплотічильників

Різниця температур (ΔT), °C	Границі допустимої відносної похибки (δ), %			
	Клас 2	Клас 2,5	Клас 4	Клас 5
$\Delta T_{\min} < \Delta T < 10$	± 4	$\pm 5,5 (\pm 7,5)$	$\pm 6 (\pm 8)$	$\pm 8 (\pm 10)$
$10 < \Delta T < 20$	± 3	$\pm 3,5 (\pm 5,5)$	$\pm 5 (\pm 7)$	$\pm 7 (\pm 9)$
$20 < \Delta T < \Delta T_{\max}$	± 2	$\pm 2,5 (\pm 4,5)$	$\pm 4 (\pm 6)$	$\pm 5 (\pm 7)$

* Примітка. У дужках наведені значення δ , які відповідають витратам від Q_{\min} до Q_t .

Границі допустимої відносної похибки витратоміра або лічильника теплоносія ($\delta\beta$) повинні бути:

- в діапазоні витрат від Q_t до $Q_{\max} + 3\%$;
- в діапазоні витрат від Q_{\min} до $Q_t \pm 5\%$.

Границі допустимої похибки теплообчислювача з первинними перетворювачами температури (δt_0) повинні бути: $\pm (|\delta| - |\delta\beta|)$ [2, 4].

Границі похибок для первинних перетворювачів температури та теплообчислювача повинні нормуватися в технічних вимогах до конкретних типів теплотічильників [7].

Теплотічильники класу 2 під час визначення границь допустимих відносних похибок повинні розглядатись як єдині теплотічильники. Складені

теплотічильники класів 2,5; 4 та 5 під час визначення границь похибок можуть розглядатись як єдині теплотічильники [2].

Вид захисту складових частин теплотічильників від впливів температури та вологості повинен встановлюватися в технічних вимогах до конкретних типів теплотічильників згідно з ГОСТ 15150 [49].

Вид захисту складових частин теплотічильників від впливів синусоїдних вібрацій високої частоти повинен встановлюватися в технічних вимогах до конкретних типів теплотічильників згідно з ГОСТ 12997 [48].

Окремі складові частини теплотічильників за видом захисту від зовнішніх впливів можуть мати різні групи виконання.

Ступінь захисту оболонок складових частин теплотічильників від домішок у повітрі і воді повинен встановлюватися в технічних вимогах до конкретних типів теплотічильників згідно з ГОСТ 14254 [42].

Теплотічильники, які є джерелами радіозавад, повинні відповідати вимогам, що встановлені ГОСТ 23511 [50].

Вимоги до електромагнітної сумісності повинні відповідати вимогам ГОСТ 28934, ДСТУ 2465, ДСТУ 2625, ДСТУ 2626, ДСТУ 2793 [2, 47, 49].

Вимоги до теплотічильників, що вибухозахищені - за ГОСТ 22782.0. Вид вибухозахисту встановлюють у технічних вимогах до конкретних типів теплотічильників [42].

Вимоги до теплотічильників у транспортній тарі - за ГОСТ 12997. Конкретний вид механічного навантаження встановлюють у технічних вимогах до конкретних типів теплотічильників [47].

Вимоги надійності встановлюють за ГОСТ 27883. Середній наробіток на відмовлення повинен бути не менше 10000 годин. Середній термін служби - не менше 8 років. Інформація про кількість вимірюваної теплової енергії повинна зберігатися під час відключення джерела електроживлення [50].

Теплотічильники, які не мають автономного джерела електроживлення, що забезпечує їхню незалежність від зовнішніх джерел електроживлення,

повинні мати лічильник часу наробітку або простоювання. Технічні вимоги до конкретних типів теплолічильників встановлюють згідно з переліком [48].

Вимоги безпеки. Вимоги безпеки встановлюють за ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12997, Р 50-026. Вимоги до конструкції, електричної міцності та опору ізоляції – за ГОСТ 12.2003 [2].

1.2. Європейські стандарти до виготовлення, монтажу, методики повірки приладів обліку теплової енергії EN 1434

Після підписання Угоди про асоціацію України з Євросоюзом, наш уряд узяв на себе зобов'язання внести суттєві зміни в усі складові технічного регулювання, а також до метрологічної системи [8].

Європейським стандартом, який регламентував вимоги до виготовлення, монтажу, методики повірки теплолічильників був EN 1434:1997 року, який розроблений Технічним комітетом Європейського комітету по стандартизації CEN [7].

Наказом Держспоживстандарту України від 7 вересня 2006 р. № 272 з 2007-10-01 з дозволу CEN, цьому документу було надано статус Національного стандарту ДСТУ EN 1434-1:2006, з 2019 року ДСТУ EN 1434-1:2019 [3]

Всі права щодо використання Європейських стандартів у будь-якій формі і будь-яким способом залишаються за CEN та її Національними членами [46].

Стандарт EN 1434 складається з шести стандартів (частин) під загальною назвою «Heat meters» (Теплолічильники) [3].

Ці частини мають такі назви:

- Частина 1. Загальні вимоги;
- Частина 2. Вимоги до конструкції;
- Частина 3. Обмін даними та інтерфейси;
- Частина 4. Випробування для затвердження типу;
- Частина 5. Первинна повірка;

- Частина 6. Монтаж, введення в експлуатацію, контроль експлуатації й технічне обслуговування [3].

Перша частина - Національний стандарт ДСТУ EN 1434-1:2019 ідентичний з EN 1434-1:2015 Heat meters - Part 1: General requirements (Теплолічильники. Частина 1. Загальні вимоги).

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству. До стандарту внесено редакційні зміни:

- структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш». «Передмову». «Національний вступ», «Терміни та визначення понять і позначки» та «Бібліографічні дані» - оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;

- позначки одиниць фізичних величин відповідають серії стандартів ДСТУ 3561-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин;

- текст зміни долучено безпосередньо до тексту стандарту і виділено а основному тексті подвійною рисою на березі;

- у розділах наведено «Національні примітки», у розділі 2 - «Національне пояснення», які виділено в тексті стандарту рамкою [3, 4, 11].

Стандарт містить наступні розділи:

1. Національний вступ;
2. Сфера застосування;
3. Нормативні посилання;
4. Види приладів;
5. Терміни та визначення понять;
6. Унормовані робочі умови;
7. Технічні характеристики;
8. Установлений робочий діапазон;
9. Формули для розрахунку кількості теплоти;
10. Метрологічні характеристики (границі допустимої похибки, ГДП);
11. Класифікація за умовами навколишнього середовища;
12. Специфікація теплолічильник;

13. Інформація, яку надають у разі постачання теплотічильників або їхніх складових частин [6].

Види приладів. У цьому стандарті теплотічильники визначено або як єдині теплотічильники, або як складені теплотічильники:

- єдиний теплотічильник. Теплотічильник, що не має окремих складових частин;
- складений теплотічильник. Теплотічильник, що має окремі складові частини;
- гібридний теплотічильник (який часто називають «компактним» приладом) [3].

Теплотічильник, який для цілей затвердження типу і повірки можна вважати складеним приладом. Однак після повірки його складові частини треба вважати невідокремлюваними [10].

Складові частини складеного теплотічильника. Складовими частинами складеного теплотічильника є перетворювач витрати, пара перетворювачів температури та обчислювач або їх комбінація [2].

Перетворювач витрати. Складова частина, через яку протікає теплоносій у прямому чи зворотному потоці теплообмінного контуру і яка виробляє вихідний сигнал, що є функцією об'єму, маси, об'ємної чи масової витрати теплоносія [2].

Пара перетворювачів температури. Складова частина (для монтажу з гільзою або без неї), яка перетворює температуру теплоносія у прямому та зворотному потоках теплообмінного контуру [3].

Обчислювач. Складова частина, що приймає сигнали від перетворювача витрати і пари перетворювачів температури та обчислює і відображає кількість теплоти [7].

Обладнання, що випробовується (ОВ). Складова частина, комбінація складових частин або єдиний теплотічильник, які піддають випробуванням.

Терміни та визначення понять і позначки. Нижче подано терміни та позначки, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять:

- тривалість спрацьовування (response time). Інтервал часу між моментом, коли витрата чи різниця температур теплоносія різко змінюється, і моментом, коли вихідний сигнал досягає 50 % значення зміни;
- швидкодійний теплотічильник (fast response meter). Теплотічильник, пристосований для теплообмінних контурів зі швидкою зміною споживання теплоти;
- унормована напруга (rated voltage). Напруга зовнішнього джерела живлення, необхідна для роботи теплотічильника, зазвичай напруга мережі живлення змінного струму;
- унормовані робочі умови (rated operating conditions). Умови експлуатації, що регламентують діапазони впливних величин, за яких метрологічні характеристики теплотічильника залишаються в унормованих границях допустимих похибок;
- нормальні умови (reference conditions). Ряд визначених значень впливних чинників, установлений для забезпечення обґрунтованості взаємних порівнянь результатів вимірювання;
- впливна величина (influence quantity). Величина, що не підлягає вимірюванню, але впливає на значення вимірюваної величини чи покази вимірювального приладу;
- впливні чинники (influence factors). Впливна величина, значення якої перебувають у межах унормованих робочих умов;
- збурення (disturbance). Впливна величина, значення якої перебувають поза межами унормованих робочих умов;
- види похибок (types of error);
- похибка показів (error (of indication) [2, 3, 15].

Різниця між показами вимірювального приладу і прийнятим дійсним значенням вимірюваної величини:

- основна похибка (intrinsic error). Похибка вимірювального приладу, визначена за нормальних умов;

- початкова основна похибка (initial intrinsic error). Похибка вимірювального приладу, визначена перед експлуатаційними випробуваннями та випробуваннями на довговічність;
- ресурсна похибка (durability error). Різниця між основною похибкою після експлуатації і початковою основною похибкою;
- границі допустимої похибки; ГДП (maximum permissible error; MPE);
- допустимі граничні значення похибки (додатні чи від'ємні);
- види помилок (types of fault);
- помилка (fault);
- різниця між похибкою показів і основною похибкою приладу;
- тимчасова помилка (transitory fault). Короткочасні варіації показів, що їх не можна інтерпретувати, зберігати у пам'яті чи передавати як вимірювання;
- істотна помилка (significant fault). Помилка більша, ніж абсолютне значення ГДП, і така, що не є тимчасовою помилкою;
- нормальні значення вимірюваної величини; НЗВВ (reference values of measurand, RVM). Визначений ряд значень витрати, температури у зворотному трубопроводі і різниці температур, установлений для забезпечення обґрунтованості взаємних порівнянь результатів вимірювань;
- дійсне значення (conventional true value). Значення величини, що для цього стандарту вважають істинним;
- тип теплолічильника (meter model). Теплолічильники або їхні складові частини різних типорозмірів, що мають подібні принципи роботи. конструкцію і матеріали;
- електронний пристрій (electronic device). Пристрій, що працює на електронних елементах і виконує визначені функції;
- електронний елемент (electronic element). Найменший фізичний об'єкт електронного пристрою, принцип роботи якого ґрунтується на

- використанні електронно-діркової провідності в напівпровідниках або електронної провідності у газах чи у вакуумі;
- мінімальна глибина занурення перетворювача температури (minimum immersion depth of a temperature sensor). Глибина занурення в термостатичну ванну з температурою $(80 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ за температури навколишнього середовища $(25 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$. занурювання понад яку змінює значення опору на величину, що менше ніж $0,1 \text{ K}$ у температурному еквіваленті;
 - ефект самонагрівання (self heating effect). Прирощення в сигналі температури, спричинене розсіюванням потужності 5 мВт на кожному перетворювачі температури з пари у разі занурювання його на мінімальну глибину у водяну ванну, в якій середня швидкість води становить $0,1 \text{ м/с}$;
 - низькотемпературний теплотічильник (cooling meter). Теплотічильник. призначений для застосування в системах охолодження за низьких температур, зазвичай у температурному діапазоні від $2 \text{ }^\circ\text{C}$ до $30 \text{ }^\circ\text{C}$ та $\Delta\Theta$ до 20 K ;
 - напрямок потоку (flow direction). Напрямок потоку описано термінами прямого і зворотного потоків. Прямий потік - це потік, у якому рух відбувається до системи, а зворотний потік - рух від системи (стосовно теплотічильників прямий зворотний потік означає високу/низьку температуру, а стосовно низькотемпературних теплотічильників - низьку/високу температуру);
 - електричний імпульс (electrical pulse). Електричний сигнал (напруга, сила струму або опір), який протягом обмеженого проміжку часу відхиляється від початкового рівня, щоб потім повернутись до вихідного рівня;
 - пристрій вихідних та вхідних імпульсів (pulse output and input device). Визначено і встановлено два види імпульсних пристроїв: пристрій вихідних імпульсів та пристрій вхідних імпульсів. Обидва пристрої є функціональними частинами перетворювача витрати, обчислювача або

допоміжних пристроїв, таких як дистанційні показувальні пристрої або вхідні пристрої систем регулювання;

- максимальна допустима температура (maximum admissible temperature). Максимальна температура теплоносія, за якої теплотічильник в умовах максимально допустимого робочого тиску і номінальної витрати протягом невеликих проміжків часу (всього менше ніж 200 год протягом всього строку експлуатації) може працювати без значних несправностей після впливу цієї допустимої максимальної температури;
- перетворювач витрати з великим строком експлуатації (long-life flow sensor). Перетворювач витрати, який має строк експлуатації, що перевищує строк експлуатації стандартного перетворювача, який зазвичай становить 5 років [3, 15, 18].

Унормовані робочі умови:

- межі температурного діапазону;
- верхня межа температурного діапазону, Θ_{\max} є найвищою температурою теплоносія, за якої теплотічильник функціонує і його похибка перебуває у границях допустимої похибки;
- нижня межа температурного діапазону, Θ_{\min} є найнижчою температурою теплоносія, за якої теплотічильник функціонує і його похибка перебуває у границях допустимої похибки;
- межі різниці температур;
- різниця температур, $\Delta\Theta$, є абсолютним значенням різниці температур теплоносія в прямому і зворотному потоках теплообмінного контуру;
- верхня межа різниці температур, $\Delta\Theta_{\max}$, є найбільшою різницею температур, за якої теплотічильник має функціонувати за теплового потоку, що не перевищує максимального значення, і його похибка перебуває у границях допустимої похибки;
- нижня межа різниці температур, $\Delta\Theta_{\min}$, є найменшою різницею температур, понад яку теплотічильник має функціонувати і його похибка перебуває у границях допустимої похибки [2].

Межі витрати:

- верхня межа витрати, q_s , є найбільшою витратою, за якої теплолічильник має працювати нетривалий час (менше ніж 1 год на добу, менше ніж 200 год на рік) без перевищення його максимально допустимої похибки;
- довготривала витрата, q_p , є найбільшою витратою, за якої теплолічильник має працювати тривалий час без перевищення його максимально допустимої похибки;
- нижня межа витрати, q_i є найменшою витратою, понад яку теплолічильник має працювати без перевищення його максимально допустимої похибки [43].

Межі теплового потоку. Верхня межа теплового потоку, P_s , є найбільшим тепловим потоком, за якого теплолічильник функціонує без перевищення його максимально допустимої похибки [42].

Максимальний допустимий робочий тиск (МДТ). Максимальний надлишковий внутрішній тиск, який теплолічильник може витримувати постійно на верхній межі температурного діапазону, виражений як PN- ряд згідно з ISO 7268 [28].

Максимальна втрата тиску. Втрата тиску теплоносія, що проходить через перетворювач витрати, який працює за сталої витрати q_p .

Технічні характеристики.

Матеріали і конструкція. Усі складові елементи теплолічильників треба виготовляти з матеріалів, які мають достатню стійкість до різних форм корозії і зношення, що виникають за унормованих робочих умов, особливо для випадків забрудненого теплоносія. Правильно змонтовані теплолічильники мають витримувати дію зовнішніх впливних чинників. Крім того, теплолічильники мають витримувати без пошкоджень дію максимального допустимого тиску і температури, для роботи за яких їх сконструйовано. Виробник теплолічильників повинен указати всі обмеження з монтажу теплолічильника і його орієнтування у просторі щодо вертикалі [4].

Корпус теплотічильника має захищати внутрішні частини від потрапляння води і пилу. Мінімальний ступінь захисту оболонки обладнання, яке монтується на трубопроводі, має відповідати IP54 під час експлуатації в системах опалювання, IP65 під час експлуатації в системах охолодження для обладнання, встановленого всередині трубопроводу, та IP52 для інших оболонок і в усіх випадках має відповідати ІЕС 61010-1. Теплотічильники можна оснастити інтерфейсами, що дають змогу підключити додаткові пристрої. Такі підключення не мають впливати на метрологічні характеристики теплотічильника [5].

Максимальна втрата тиску за q_r не має перевищувати 0,25 бар, крім тих випадків, коли до складу теплотічильника входить регулятор витрати або він працює також як пристрій для зниження тиску [3].

Вимоги, які висувають у разі перевищення граничних значень витрати:

- коли дійсне значення витрати менше за допустиме значення, установлене виробником, реєстрування не дозволено;
- для витрати, що перевищує q_S особливості функціонування теплотічильника, наприклад видавання хибних чи нульових сигналів, має визначати виробник. Значення витрати, що перевищують q_S не мають спричинювати додатну похибку, більшу за 10% [5].

Показувальний пристрій. Кількість теплоти треба відображати у джоулях, ват-годинах або десятковими множниками цих одиниць. Назву чи позначку одиниці вимірювання кількості теплоти потрібно відображати поруч із цифрами на показувальному пристрої [4].

Теплотічильник треба сконструювати так, щоб за несправності або у разі відключення напруги зовнішнього джерела живлення (мережі або зовнішнього джерела напруги постійного струму) покази кількості теплоти у теплотічильнику залишались доступними протягом не менше ніж один рік. Виробник повинен зазначити, як вивести покази кількості теплоти на показувальний пристрій у випадку несправності або відключення напруги зовнішнього джерела живлення (мережі або зовнішнього джерела напруги постійного струму) [8].

Показувальний пристрій має забезпечувати вірогідні, однозначні покази, що легко читати. Реальна або видима висота цифр на показувальному пристрої має бути не менше ніж 4 мм. Цифри, що показують десяткові знаки, потрібно відокремлювати комою. Крім того, цифри, що показують десяткові знаки кількості теплоти, мають чітко відрізнятися від інших. Якщо використовують показувальний пристрій роликового типу, цифра певного розряду має повністю з'являтися за той проміжок часу, коли цифри меншого розряду міняються з 9 на 0. Ролики, на яких нанесено цифри найменшого розряду, можуть рухатися неперервно, при цьому видиме заміщення однієї цифри іншою відбуватиметься знизу догори. Показувальний пристрій, що відображає кількість теплоти, має реєструвати без переповнення кількість теплоти, що, як мінімум, відповідає неперервній роботі протягом 3000 год на верхній межі теплового потоку, P_s , тепло лічильника [6].

Кількість теплоти, вимірювана теплолічильником, який працює на верхній межі теплового потоку протягом 1 год, має відповідати щонайменше одній цифрі найменшого розряду показувального пристрою [3].

Захист від несанкціонованого доступу. Теплолічильник повинен мати захисний пристрій, який можна опломбувати так, щоб після опломбування як перед належним монтажем теплолічильника, так і після нього унеможливити його розбирання, зняття або змінення показів теплолічильника чи його регулювальних пристроїв без явного пошкодження самого теплолічильника або пломби. Теплолічильники із зовнішнім джерелом електроживлення повинні мати засоби, що захищають прилад від відключення електроживлення або очевидно показують, що таке відключення відбувалося. Ця вимога не поширюється на теплолічильники із зовнішнім джерелом живлення, в яких передбачено автоматичне переключення на внутрішнє батарейне живлення [9].

Напруга електричної мережі. Теплолічильники або складові частини, що живляться від мережі змінного струму, повинні мати унормовану напругу живлення, U_n , 230 В ± 10 %. Теплолічильники або складові частини, що живляться від віддаленого джерела постійного або змінного струму, повинні

мати унормовану наругу живлення. U_n , 24 В. Допустимий відхил наруги постійного струму має становити від 12 В до 42 В, а у випадку змінного струму $\pm 50\%$ [46].

Якщо лінії віддаленого джерела використовують також для передавання даних (наприклад, шина М-bus, див. EN 1434-3), ці значення треба підтримувати під час передавання даних [3].

Теплолічильники або складові частини, що живляться від локального зовнішнього джерела живлення постійного струму, переважно повинні мати унормовану наругу, U_n , 6 В; 3,6 В або 3 В (див. табл. 2).

Таблиця 2

Стандартизовані рівні для зовнішнього живлення

Номінальна наруга	6В	3,6 В	3 В
Максимальне значення	100 мА	10/20/50/100/200	10/20/50/100/200
Допустимий відхил за середнього значення сили	Від 5,4 В до 6,6 В	Від 3,4 В до 3,8 В	Від 2,8 В до 3.3 В
Максимальна сила струму	100 мА	10 мА	5 мА
Мінімальна наруга за максимальної сили струму	5.4 В	3, 2В	2,7 В

Установлений робочий діапазон. Робочі параметри теплолічильника обмежують граничні значення температурного діапазону, різниці температур, теплового потоку і витрати (q_s і q_i) [3].

Якщо тиск теплоносія впливає на вимірювання кількості теплоти, тиск також треба вважати параметром [4].

Різниця температур. Співвідношення верхньої і нижньої меж різниці температур має бути не менше ніж 10. Це не поширюється на теплолічильники, які застосовують у системах охолодження. Нижню межу повинен встановлювати виробник 1 К, 2 К, 3 К, 5 К або 10 К. Для теплолічильників, що застосовують в системах опалювання, перевагу віддають значенню 3 К [2].

Витрата. Відношення довготривалої витрати до нижньої межі витрати (q_p / q_i) має бути 10, 25, 50, 100 або 250 [3].

Таким чином обов'язкові вимоги до технічних параметрів, характеристик, якості теплोलічильників, що забезпечують їхню функціональність та безпечність під час експлуатації містяться в цих двох документах.

1.3. Характеристика типів і видів теплोलічильників

Теплोलічильник (лічильник тепла) - електронний або електронно-механічний прилад, основним призначенням якого є облік споживаної енергії в системах тепло- або холодопостачання. Теплोलічильник дозволяє вести розрахунки за метрологічно вивіреними показниками [4].

Як правило, теплोलічильник складається з одного або більше витратомірів, які рахують витрату теплоносія, комплекту термопар (2 або 3 шт.), які вимірюють температуру теплоносія в "подавальному", "зворотному" та додатковому трубопроводах і теплообчислювача, який за заздалегідь закладеною формулою обчислює споживання теплової енергії. Дані спожитої теплової енергії відображаються на екран, або можуть бути зняті за допомогою стандартного оптичного інтерфейсу [4].

Залежно від конкретного завдання, теплोलічильник дооснащують додатковими модулями, які розширюють його обчислювальні та комунікаційні можливості. Теплोलічильник працює на літєвих батареях, термін служби яких становить 7-10 років. Після повної розрядки, батарейки замінюють і лічильник продовжує працювати [6].

Види теплोलічильників за принципом дії. Основною відмінністю теплोलічильників є будова витратомірів, а точніше спосіб вимірювання об'єму теплоносія [7].

За цією ознакою всі теплोलічильники поділяють на три типи приладів обліку спожитої теплової енергії: механічні, ультразвукові, електромагнітні.

Механічні тепло лічильники або тахометричні. Принцип роботи механічного лічильника теплової енергії складається з перетворення поступального руху потоку води в обертальний рух вимірювальної частини.

Найчастіше використовується тахометричний водолічильник, який вираховує об'єм теплоносія, що протікає, через обертання крильчатки або турбіни [5].

Такий прилад обліку теплової енергії на базі механічного витратоміра відрізняється невисокою вартістю, але має відносно високий гідравлічний опір і наявність рухомих частин в витратомірній ділянці. Перед механічними перетворювачами витрати обов'язкова установка сітчастого фільтра грубої очистки. Прилади обліку з механічними витратомірами монтуються в будь-якому положенні, вони прості і досить надійні. Ці прилади можна віднести до категорії "бюджетних". В основному це квартирні теплотічильники Ду15 – 20мм. Або промислові теплотічильники для об'єктів, де не вимагається велика точність обліку [5].

Теплотічильники ультразвукові. Принцип роботи полягає в зміні часу проходження ультразвукового сигналу від джерела до приймача сигналів, яке залежить від швидкості потоку рідини. Основний принцип роботи будь-якого з них полягає приблизно в наступному: на трубі один навпроти одного встановлюються випромінювач і приймач ультразвукового сигналу. Випромінювач посилає сигнал крізь потік рідини, а приймач через деякий час отримує його. Час затримки сигналу між моментами його випромінювання і прийому прямо пропорційно швидкості потоку рідини в трубі: він вимірюється і по його величині обчислюється витрата рідини в трубопроводі [4].

Ультразвуковий теплотічильник - прилад обліку теплової енергії на базі ультразвукового витратоміра, відрізняється незначним гідравлічним опором і відмінно вимірює витрата чистого теплоносія. У разі протікання сильно забрудненого теплоносія, або появи повітряних бульбашок в потоці, теплотічильники з ультразвуковими витратомірами визначають спожите тепло з істотною похибкою. Крім того, ультразвукові датчики витрати лічильників тепла чутливі до відкладень накипу на внутрішніх поверхнях витратомірної ділянки [7].

На противагу тахометричному - ультразвуковий теплотічильник набагато точніший, в таких приладах відсутні рухомі частини, що контактують з

теплоносієм, він має менший гідравлічний опір, стабільніший, але дорожчий в силу наявності складної електроніки [5].

Теплолічильники електромагнітні. Принцип дії електромагнітного витратоміра заснований на здатності вимірюваної рідини порушувати електричний струм при її русі в магнітному полі, тобто в електромагнітних теплолічильниках використовується явище електромагнітної індукції, що дозволяє зв'язати середню швидкість, а отже і об'ємну витрату електропровідної рідини, з напруженістю поля в ньому і різницею потенціалів, що виникають на діаметрально розташованих електродах приладу [7].

Електромагнітні теплолічильники здійснюють обчислення теплової енергії та теплової потужності на основі даних про об'ємну витрату і обсяг теплоносія, температур на прямому і зворотному трубопроводі з урахуванням зміни теплоємності теплоносія при зміні різниці температур на вході і виході. Це надійні високоточні прилади, що встановлюються, в основному, на промислових або великих об'єктах мають достатню метрологічну стабільність. Оскільки при вимірюванні виникають малі величини струму, то електромагнітні теплолічильники дуже чутливі до якості монтажу, умов експлуатації. Недостатньо якісне з'єднання проводів, поява додаткових опорів в з'єднаннях, наявність домішок у воді, особливо сполук заліза, різко збільшують похибка показань приладів [11].

Недоліком електромагнітної технології можна вважати необхідність постійного живлення від мережі 220 В. Їх вартість значно перевищує вартість інших типів лічильників [7].

Види приладів за будовою. У Національному стандарті ДСТУ EN 1434-1:2019 теплолічильники визначено або як єдині теплолічильники, або як складені теплолічильники:

а) єдиний теплолічильник - теплолічильник, що не має окремих складових частин, зазначених у п.3.4 EN 1434-1:2015;

б) складений теплолічильник - теплолічильник, що має окремі складові частини, зазначені у п. 3.4 EN 1434-1:2015 [3].

В пункті 3.4 цього стандарту сказано: «Складовими частинами складеного теплолічильника є перетворювач витрати, пара перетворювачів температури та обчислювач або їх комбінація» [3].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Місце та об'єкт досліджень

Потужним спеціалізованим підприємством на півдні України, яке належить до сфери управління Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України є «Миколаївський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». Діяльність центру спрямована на створення умов для забезпечення якості та безпеки вітчизняних товарів, робіт, послуг, підвищення їхньої конкурентоспроможності на внутрішньому та світовому ринках, на підтвердження відповідності міжнародним і європейським стандартам, на забезпечення єдності вимірювань та захисту громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювань. Географія надання послуг – це здебільшого місто Миколаїв та Миколаївська область. Але останнім часом зросла кількість замовників з інших областей України, таких як: Одеської, Херсонської, Кіровоградської, Запорізької та інших [10].

Метрологічною діяльністю підприємства займається метрологічний центр підприємства. Метрологічний центр здійснює метрологічну діяльність за такими напрямками:

- повірка засобів вимірювальної техніки;
- калібрування засобів вимірювальної техніки;
- вимірювання;
- консультативні послуги у галузі метрології: підбір вимірювального обладнання та надання інформації про засоби вимірювальної техніки [9].

Метрологічні роботи виконують висококваліфіковані фахівці-метрологи. Для проведення метрологічних робіт лабораторії метрологічних відділів оснащені сучасним повірочним обладнанням вітчизняного та іноземного виробництва, яке дозволяє виконувати роботи не тільки в лабораторіях

підприємства, а й стаціонарно - під час виїзду фахівців на об'єкт. Для оперативного вирішення питань повірки ЗВТ по Миколаївській та інших областях, підприємство задіює пересувні повірочні лабораторії [11].

Галузь уповноваження з повірки ЗВТ включає 57 категорій ЗВТ. Останнім часом значно розширено еталонну базу ДП «Миколаївстандартметрологія», яка дозволяє виконувати повірку ЗВТ з 8 видів вимірювань:

- ЕМ – електрика та магнетизм;
- L – довжина;
- М – маса та пов'язані з нею величини;
- PR – фотометрія;
- IR – іонізуюче випромінювання;
- Т – термометрія;
- TF – час та частота;
- QM – хімія (кількість речовин) [8].

До складу центру входять три відділи та один сектор, в тому числі і науково-технічний відділ метрологічного забезпечення теплотехнічних вимірювань [9].

Науково-технічний відділ метрологічного забезпечення теплотехнічних вимірювань. Основною метою відділу є організація, здійснення та координація діяльності, спрямованої на забезпечення єдності вимірювань в регіоні відповідно до вимог Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність», інших нормативно-правових актів України і нормативних документів з метрології за видами вимірювань, які знаходяться у компетенції відділу [9].

Відділ виконує наступні метрологічні роботи:

- повірка законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки за видами вимірювань;
- М - маса та пов'язані з нею величини: вимірювання тиску, вакуумні вимірювання, вимірювання параметрів витрати та об'єму речовини;
- Т - термометрія: температурні та теплофізичні вимірювання;
- PR - фотометрія: оптико-фізичні вимірювання;

- QM - хімія (кількість речовин): вимірювання фізико-хімічного складу та властивостей речовин;
- вимірювання температурних параметрів, параметрів тиску та інших фізичних величин;
- вимірювання з визначенням метрологічних характеристик засобів вимірювань;
- калібрування засобів вимірювальної техніки;
- метрологічна експертиза проектно-технічної документації витратомірних вузлів;
- метрологічна експертиза монтажу витратомірних вузлів на базі лічильників та звужуючих пристроїв;
- участь у стажуванні фахівців метрологічних служб підприємств та організацій з питань метрологічного забезпечення;
- консультативно-методичні послуги [9].

Під час проведення метрологічних робіт відділ використовує еталони, які пройшли калібрування. Наявна еталонна база, засоби вимірювальної техніки та допоміжне обладнання дозволяють проводити повірку та калібрування широкого спектру засобів вимірювальної техніки, які перебувають в експлуатації, таких, як: вантажопоршневі манометри, рідинні мікромановакууметри, манометри з умовною шкалою, термометри скляні та цифрові, термоперетворювачі опору, датчики тиску, коректори та обчислювачі об'єму газу та інші. Використовуючи вакуумно-теплову установку та необхідні стандартні зразки, фахівці відділу проводять повірку (калібрування) аналізаторів харчових продуктів зернових культур, показників якості зерна та продуктів його переробки [12].

Велику увагу фахівці відділу приділяють проведенню повірки засобів вимірювальної техніки медичного призначення. Дані ЗВТ представляють собою складні технічні прилади, що вимагає від персоналу, який проводить повірку, спеціальних знань. До таких відносяться: фотометри, аналізатори біохімічні та гематологічні, спектрофотометри, гемоглобінометри та багато інших приладів. Одним із пріоритетних напрямків діяльності Державного підприємства

«Миколаївстандартметрологія» є забезпечення діяльності метрологічних підрозділів підприємства сучасною власною еталонною базою та обладнанням. За останні роки для потреб відділу було придбано: термостат рідинний низькотемпературний «Термотест-08» з діапазоном регулювання температури від 0 до 100 °С; багатофункціональний калібратор температури MEDUSA-3 511 з діапазоном вимірювань від 30 до 700 °С; цифрові манометри ADT681-05 з діапазонами вимірювань від мінус 1 до 700 bar; устаткування для реалізації реперних точок: потрійна точка води (0,01 °С), точка плавлення галію (29,7646 °С) [10].

З метою забезпечення своєчасної повірки ЗВТ на об'єктах водопостачання та водоспоживання, а також в рамках участі в підготовці об'єктів тепlopостачання та теплоспоживання м. Миколаєва та Миколаївської області до опалювального сезону, ДП «Миколаївстандартметрологія» у 4 кварталі 2018 року було придбано установку повірочну проливну УВЛ 15/80-МС, яка дозволяє проводити періодичну повірку законодавчо регульованих ЗВТ: витратомірів-лічильників, які входять до складу лічильників теплоти, а також лічильників холодної та гарячої води в діапазоні від DN 15 до DN 80 з різьбовим та фланцевим приєднанням [11].

ДП «Миколаївстандартметрологія» має матеріальну базу та еталони, необхідну для виконання робіт з повірки приладів обліку теплової енергії. Вимоги до обладнання та еталонів містяться в документах – методиках на повірку певного типу ЗВТ.

2.2. Методики повірки теплолічильників

Теплолічильники в переліку категорій законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці. У рамках програми галузевої підтримки реформ, що фінансується з європейських фондів і проходить під контролем групи європейських експертів, було розроблено та прийнято три нових Закони України: «Про стандартизацію», «Про метрологію та метрологічну

діяльність» і «Про технічні регламенти та оцінку відповідності». Для впровадження вимог цих Законів розроблено та прийнято близько сотні підзаконних актів [6, 7].

Новий Закон України «Про стандартизацію» визначає стандарт як нормативний документ, що є добровільним до застосування. Але надання стандартам статусу добровільних не означає їхню необов'язковість. Якщо виробник задекларував (офіційно заявив), що його продукція відповідає вимогам стандарту, цей стандарт для нього стає обов'язковим і він особисто гарантує відповідність продукції його вимогам. А відповідність стандарту гарантує споживачу безпечність та високу якість продукції [7].

Відповідно до Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» деякі засоби вимірювань, вимірювальні системи, або будь-які частини засобів вимірювань або вимірювальних систем, якщо ці частини можуть бути об'єктом спеціальних вимог та окремого оцінювання відповідності - називають засобами вимірювальної техніки (ЗВТ). Частина з них попала в Сферу законодавчо регульованої метрології [6].

В статті 3 цього нормативного акту надано наступне пояснення: «Сферою законодавчо регульованої метрології є визначені цим Законом види діяльності, щодо яких з метою забезпечення єдності вимірювань та простежуваності здійснюється державне регулювання стосовно вимірювань, одиниць вимірювання та засобів вимірювальної техніки» [6].

До сфери законодавчо регульованої метрології належать такі види діяльності:

- забезпечення захисту життя та охорони здоров'я громадян;
- контроль якості та безпечності харчових продуктів і лікарських засобів;
- контроль стану навколишнього природного середовища;
- контроль безпеки умов праці;
- контроль безпеки дорожнього руху та технічного стану транспортних засобів;

- топографо-геодезичні, картографічні та гідрометеорологічні роботи, роботи із землеустрою;
- торговельно-комерційні операції та розрахунки між покупцем (споживачем) і продавцем (постачальником, виробником, виконавцем), у тому числі під час надання транспортних, побутових, комунальних, телекомунікаційних послуг, послуг поштового зв'язку, постачання та/або споживання енергетичних і матеріальних ресурсів (електричної і теплової енергії, газу, води, нафтопродуктів тощо) [8].

Відповідно до частини другої статті 17 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» Кабінет Міністрів України прийняв постанову від 4 червня 2015 р. № 374 «Про затвердження переліку категорій законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці» [15].

Серед 80 категорій регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці категорія 72 це «Теплолічильники та теплообчислювачі».

Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», в Ст.18 визначає, що «повірка засобів вимірювальної техніки - сукупність операцій, що включає перевірку та маркування та/або видачу документа про повірку засобу вимірювальної техніки, які встановлюють і підтверджують, що зазначений засіб відповідає встановленим вимогам» [15].

Уповноваження на проведення повірки. Повірка законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, проводиться:

- науковими метрологічними центрами, які мають міжнародно визнані калібрувальні та вимірювальні можливості за відповідними видами та підвидами вимірювань, та/або із застосуванням національних еталонів;
- науковими метрологічними центрами, метрологічними центрами та повірочними лабораторіями, уповноваженими на проведення повірки відповідних засобів [6].

Для проведення зазначеної у частині першій цієї статті повірки науковим метрологічним центрам, метрологічним центрам та повірочним лабораторіям необхідно одержати свідоцтво про уповноваження на проведення повірки засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації та застосовуються у сфері законодавчо регульованої метрології (далі - свідоцтво про уповноваження), яке видається центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері метрології та метрологічної діяльності [6].

Повірка законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, проводиться за методиками повірки, які визначаються нормативно-правовими актами центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері метрології та метрологічної діяльності, або національними стандартами [7].

В Наказі Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 21.12.2015 № 1719 «Про затвердження Норм часу, необхідного для проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації», виданий відповідно до частини шостої статті 17 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» вказано слідуючі методики для повірки теплолічильників:

МПУ 041/06-2013 «Теплолічильники складені» та ДСТУ EN 1434-5:2014 «Теплолічильники. Первинна повірка» (з 2017 року введено в дію ДСТУ EN 1434-5:2017).

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Технічні та метрологічні характеристики теплोलічильників Суперком-01-1 та SHARKY 775

Прикладами складеного та єдиного теплोलічильників, які широко використовуються для обліку споживаної енергії в системах тепло- або холодопостачання в Україні можуть бути теплोलічильник Суперком-01-1, виробництва ВАТ НВП «Техприлад» (Україна) та теплोलічильник SHARKY 775 Elin Wasserwerkstechnik, GmbH (Австрія).

Теплोलічильник Суперком-01-1. Теплोलічильник Суперком-01-1 призначений для вимірювання, контролю та обліку теплової енергії і параметрів теплоносія у закритих та відкритих водяних системах тепlopостачання у виробника і споживача; слугує для забезпечення комерційного обліку тепlopостачання. Область застосування: підприємства теплових мереж, теплові пункти, об'єкти споживання (будівлі) промислового, комунального та побутового призначення [17].

Теплोलічильники забезпечують вимірювання за двома тепловими системами і розраховані на роботу з первинними перетворювачами витрат об'єму, температури і тиску [16].

До складу теплोलічильника можуть входити первинні перетворювачі витрат об'єму (витратоміри) різних типів, з різними вихідними сигналами, а також перетворювачі температури типів 500П, 1000П і Pt500, Pt1000.

Для прикладу можна розглянути таку комплектацію:

- теплообчислювач SKS-3;
- пара первинних перетворювачів температури типу Pt500;
- первинний перетворювач витрати з імпульсним вихідним сигналом (крильчастий лічильник JS-NK).

Теплообчислювач. Теплообчислювач SKS-3 має на передній панелі вікно для відображення інформації дві кнопки, при натисканні на які, на екран по черзі виводяться:

- –кількість теплоти в ГДж;
- –об'єм рідини, що пройшов крізь лічильники, м³;
- –температура у прямому трубопроводі, T1 °С;
- –температура у зворотному трубопроводі T2 °С;
- –різниця температур $\Delta T = T1 - T2$;
- –час роботи, год;
- –витрата рідини, л/год;
- –кількість теплоти, МВт [18].

Принцип дії теплотічильника Суперком-01-1 полягає в наступному. Інтегратор одночасно вимірює температуру теплоносія на вході та виході системи і поточну витрату. Інформація про температуру теплоносія надходить від первинних перетворювачів температури, що представляють собою термопари, у вигляді постійного електричного сигналу. Далі аналоговий електричний сигнал перетворюється у цифровий, який потрапляє у мікропроцесорну систему теплообчислювача. Інформація про поточну витрату надходить від перетворювача витрати з імпульсним виходом. Кількість імпульсів, що надходить до інтегратора, пропорційна об'єму теплоносія, який пройшов крізь лічильник. На основі отриманої інформації теплотічильник обчислює кількість спожитої теплової енергії [17].

Технічні характеристики теплотічильника Суперком-01-1:

- діапазон вимірюваних температур: 0-160 °С;
- діапазон вимірювання різниці температур: 3-160 °С;
- похибка вимірювання теплової енергії інтегратора (див.табл. 3) [18].

Теплообчислювач має можливість збереження даних в архівах за годину, добу, місяць та рік.

Похибка вимірювання теплової енергії інтегратора

Зміна температури	Відносна допустима похибка
$30\text{ C} < \Delta t < 200\text{C}$	$\pm 1,5\%$
$200\text{C} < \Delta t < 1400\text{C}$	$\pm 0,75\%$

Інтерфейс обчислювача має 5 режимів відображення інформації:

- Сум - сумарні параметри (інтегральні значення);
- Пот - поточні параметри(витрата, температура та ін.);
- Арх - архівні дані;
- Прн - можливість виведення на принтер сумарні та архівні дані;
- Інф - інформація про лічильник [18].

Поточний режим відображення позначає ▼, для перемикавання режиму необхідно натиснути ► і потримати близько 3с. При короткому натисканні ► відбувається перехід між параметрами у відповідному режимі [18].

Датчики температури Pt500. Датчик температури Pt500 - це проводовий комплект з захисними гільзами, призначений для вимірювання температури та її різниці у системах теплопостачання в складі теплообчислювачів. Комплект складається із двох термоперетворювачів, підібраних у парі [19].

Принцип дії датчика температури Pt500 базується на зміні електричного опору термоперетворювачів від температури [12].

Конструкція нерозбірна. Чутливий елемент поміщений у корпус [19].

Технічні характеристики наведені у таблиці 4, градувальна характеристика - в Додаток А.

Витратомір. Первинним перетворювачем витрат об'єму (витратоміром) теплотлічильника є крильчатий одноструменевий сухохідний водяний лічильник фірми PoWoGaz (Польща) JS 90-NK (з імпульсним виходом) [20].

Технічні характеристики датчиків температури Pt500

Параметри	Значення
Номинальна статична характеристика за ДСТУ 6651-94	Pt500
Діапазон вимірювальних температур	0...+160°C
Клас допуску	B
Діапазон вимірюваної різниці температур	від 1 до 150 °C
Номинальне W перетворювачів	1.3850
Межа відхилення опору, що допускається, по НСХ, Ом	$\pm(0,3+0,004t)$
Межа абсолютної похибки при вимірі різниці температур Δt , °C	$\pm (0,09 + 0,005\Delta t)$
Схема приєднання	двопровідникова
Номинальний робочий струм, mA	0,2
Показник теплової інерції, с	не більше 15
Мінімальна глибина занурення, мм	32
Габаритні розміри, мм	діаметр 6, довжина 47
Довжина кабелю, м	1,5; 2; 3; 10
Електричний опір 1 м кабелю, Ом	не більше 0,05
Середній термін служби	не менш 8 років

Крильчатка лічильника з імпульсним вихідним сигналом PoWoGaz JS 90-NK приводиться в дію потоком теплоносія. Обертання крильчатки передається на відліковий механізм за допомогою торцевої магнітної муфти через пасивну металеву пластину. Герметичний відліковий механізм перетворює дані у зручний для зчитування цифровий вид. Він додатково обладнаний індикатором руху, який дає можливість автоматизувати регулювання. Регулюючий пристрій захищений пломбою [21].

Завдяки спеціальній конструкції підшипників, підбору матеріалів, стійких до корозії і зношування, лічильники відрізняються підвищеним ресурсом.

Лічильники гарячої води JS встановлюються на горизонтальній (Н) або вертикальній (V) ділянці трубопроводу та призначені для вимірювання спожитого об'єму гарячої води. Вони виконані з матеріалів стійких до корозії та стирання. Крильчатка лічильника приводиться в рух потоком води, число обертів якої відображається на відліковому механізмі. Відліковий механізм додатково обладнаний індикатором руху з можливістю автоматизації регулювання та деталізації даних [20].

Особливості конструкції:

- мала втрата тиску;
- корпус лічильників виконаний з латуні;
- лічильники з імпульсним виходом виконані з антимагнітним екраном;
- відліковий механізм відокремлений від вимірювальної камери;
- висока надійність і ремонтпридатність [20].

Таблиця 5

Технічні характеристики лічильника води PoWoGaz JS

Тип	Холодна вода		JS 1,5-	JS 2,5-
	Гаряча вода		JS 90- 1,5-NK	JS 90- 2,5-NK
Номінальний діаметр	Dn	мм	15	20
Номінальна об'ємна витрата	Qn	м ³ /год	1,5	2,5
Максимальна об'ємна витрата	Qm	м ³ /год	3	5
Перехідна об'ємна витрата	Qt	м ³ /год	0,15	0,25
Мінімальна об'ємна витрата	Qmin	м ³ /год	0,06	0,10
Поріг чутливості	x	м ³ /год	0,008	0,015
Різьба	G	дюйм	G 3/4	G 1
Довжина	L	мм	110	130
Довжина зі штуцерами	I	мм	190	230
Висота	H	мм	85	

Технічні та метрологічні характеристики теплолічильника SHARKY 775. Прикладом єдиного теплолічильника є теплолічильник SHARKY 775. Теплолічильники SHARKY - призначені для вимірювання спожитої кількості

тепла в системах опалення або кондиціонування, об'єму та об'ємної витрати теплоносія, що протікає в подавальному або зворотному трубопроводах, температури теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах і різниці цих температур, теплової потужності, часу напрацювання, індикації вимірних величин, а також поточного часу, дати та службової інформації [21].

Теплолічильники застосовуються для обліку теплоти в системах теплопостачання або кондиціонування, відповідно до діючих правил обліку споживання теплоти на промислових об'єктах і об'єктах комунального господарства [20].

Теплолічильники SHARKY не призначені для використання в потенційно вибухонебезпечному середовищі. [20].

Діапазон вимірювань температури теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах - від 5 до 130 °C (для теплолічильників з номінальним витратами не більше 2,5 м³/год) або від 5 до 150 °C (для теплолічильників з номінальною витратою більше 2,5 м³/год) [17].

Діапазон різниці температур теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах - від 3 до 147 °C [21].

Підключення термоперетворювачів температури до обчислювача - двопровідне. Обчислювач автоматично визначає наявність термоперетворювачів температури [19].

Теплолічильники вимірюють кількість теплоти при встановленні перетворювача витрати в подавальному або зворотному. У теплолічильників є чотири тарифних групи. У цьому приладі є архівна пам'ять EEPROM, в якій записані вимірні дані. У теплолічильнику передбачена реєстрація даних - понад 1900 записів. При підключенні GPRS модему, формування архіву відбувається на сервері. Глибина архівації даних за останні 5 років і більше. Формування звітів з погодинними, щодобовими, щомісячними даними. Збір даних відбувається в автоматичному режимі [18].

Теплолічильник має архів нештатних ситуацій - до 127 записів про помилки. Живлення теплолічильника здійснюється від одного з джерел електроживлення:

- літієва батарейка з номінальною напругою 3,6 В (тип А або D);
- мережі змінного струму номінальною напругою 220 В або 24 В, номінальною частотою 50 Гц [19].

Тривалість роботи літієвої батарейки – до 12 років. Теплолічильник вимірює фізичні величини в наступних одиницях:

- кількість теплоти - гікакалоріях, гігаджоулях, мегаджоулях, кіловат-годинах, мегават-годинах;
- температуру – в градусах Цельсія;
- різницю температур – в градусах Цельсія;
- об'єм теплоносія - в метрах кубічних [21].

Таблиця 6

Основні характеристики витратоміра

Номінальна витрата	q_p	м ³ /год	0,6	1,5	1,5	1,5		
Номінальний діаметр	DN	мм	15	15	20	20		
Монтажна довжина	L	мм	110	110	130	190		
Поріг чутливості		л/год	1,0	2,5	2,5	2,5		
Мінімальна витрата	q_i	л/год	6	6	6	6		
Максимальна витрата	q_s	м ³ /год	1,2	3	3	3		
Робочий тиск	PN	бар	16					
Втрати тиску при q_p	Δp	мбар	85	75	75	75		
Діапазон температур, опалення	-	°C	5÷130					
Діапазон температур,	-	°C	5÷50					
Діапазон температур,	-	°C	5÷105					
Номінальна витрата	q_p	м ³ /год	2,5	2,5	3,5	6	6	
Номінальний діаметр	DN	мм	20	20	25	25	32	
Монтажна довжина	L	мм	130	190	260	260	260	
Поріг чутливості		л/год	4	4	7	7	7	
Мінімальна витрата	q_i	л/год	10	10	35	24	24	
Максимальна витрата	q_s	м ³ /год	5	5	7	12	12	
Номінальна витрата	q_p	м ³ /год	2,5-2,5		3,5-6-6			

продовж. табл. 6

Робочий тиск	PN	бар	16 ¹	
Втрати тиску при q_p	Δp	мбар	100-100	44-128 -128
Діапазон температур, опалення	-	°C	5÷130	5÷150
Діапазон температур,	-	°C	5÷50	
Діапазон температур,	-	°C	5÷105	

Теплолічильник відповідно до замовлення може бути укомплектований наступними комунікаційними модулями:

- ОРТО відповідно до норми EN60870-5 (стандартна версія) (швидкість обміну 9600 бод);
- M-Bus відповідно до норми EN1434 (опція);
- радіомодулем вбудованим, частота 434 МГц, неактивованим (стандартна версія);
- інтерфейсом RS 232 (опція);
- інтерфейсом RS 485 (опція);
- інтерфейсом L-Bus (опція);
- інтерфейсом LoRa WAN (опція) [19].

Теплолічильники відповідають класу точності 2 за EN1434. Теплолічильники працездатні при наступних умовах експлуатації: температура навколишнього повітря від 5 до 55°C; відносна вологість до 93 % при температурі 25 °C (без утворення конденсату). Ступінь захисту корпусу - IP54 по ГОСТ 14254-96. Строк експлуатації приладу – 15 років. Напрацювання приладу на відмову понад 100 000 годин [20].

Принцип дії теплолічильників заснований на перетворенні обчислювачем сигналів, що надходять від перетворювачів витрати і підібраної пари термоперетворювачів опору, в інформацію про вимірювані параметри теплоносія з наступним обчисленням, на підставі відомих залежностей, кількості теплоти, об'єму теплоносія та інших параметрів [17].

З дисплея обчислювача легко знімаються показники, відображені дані являють собою згруповані значення зчитуваних і розрахованих значень

(наприклад, значення спожитої кількості теплоти, обсяг теплоносія, час роботи теплолічильника в годинах) [20].

Теплолічильник має пам'ять, що дозволяє порівнювати поточні показання з показаннями попередніх місяців. Виміряні і розраховані теплолічильником дані відображаються на табло обчислювача. Виміряні значення, архівні значення та службова інформація згруповані в шість груп (петель):

- 1) основну;
- 2) розрахункову;
- 3) інформаційну;
- 4) імпульсних входів;
- 5) тарифну;
- 6) значень за місяць [21].

3.2. Повірка теплолічильника Суперком-01-1

Повірка теплолічильника Суперком-01-1, що має окремі складові частини (до складу нього можуть входити первинні перетворювачі витрат об'єму, температури і тиску) здійснюється по методиці МПУ 041/06-2013, «Теплолічильники складені» [20].

Повірка теплолічильника SHARKY 775 по ДСТУ EN 1434-5:2017 «Теплолічильники. Первинна повірка» [14].

Повірка теплолічильника Суперком-01-1, методика МПУ 041/06-2013. Ця методика повірки поширюється на теплолічильники складені однопоточні (далі теплолічильники), що складаються з обчислювача, перетворювача витрати та пари перетворювачів температури і встановлює методику їх первинної та періодичної повірки [14].

Повірка теплолічильників проводиться поелементно. Міжповірочний інтервал теплолічильників - згідно з сертифікатом затвердження типу або свідоцтвом про державну метрологічну атестацію [20].

При проведенні повірки на ДП «Миколаївстандартметрологія» застосовуються засоби повірки, наведені в таблиці МПУ 041/06-2013, або інші засоби повірки з характеристиками не гірше, ніж у наведених в методиці.

Операції повірки. При проведенні повірки повинні бути виконані операції, наведені у таблиці 7.

При негативних результатах однієї з операцій повірки подальша повірка теплотічників припиняється [14].

Таблиця 7

Операції при проведенні повірки

Назва операції повірки	Номер пункту методики	Проведення операції при	
		первинній повірці	періодичній повірці
1	2	3	4
Перевірка комплектності, маркування та зовнішнього вигляду компонентів теплотічників	5.1.1	Так	Так
Перевірка працездатності	5.2.3	Так	Так
Контроль відносної похибки перетворювачів витрати	5.3.1	Так	Так
Контроль абсолютної похибки перетворювачів температури при перетворенні температури теплоносія	5.3.2	Так	Так
Контроль абсолютної похибки пари перетворювачів температури при перетворенні різниці температур в прямому та зворотному потоках	5.3.3	Так	Так
Контроль абсолютної похибки обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів від перетворювачів температури у в значення температури	5.3.4	Так	Так
Контроль відносної похибки обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів від перетворювачів витрати в значення об'єму носія (маси) теплоносія	5.3.5	Так	Так
Контроль відносної похибки обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів та обчисленні кількості теплоти	5.3.6	Так	Так
Контроль абсолютної похибки теплотічників при вимірюванні температури теплоносія	5.3.7	Так	Так

продовж. табл. 7

1	2	3	4
Контроль відносної похибки теплолічильників при вимірюванні об'єму та (або) маси теплоносія	5.3.8	Так	Так
Контроль класу точності та відносної похибки теплолічильників при вимірюванні спожитої кількості теплоти	5.3.9	Так	Так
Контроль абсолютної похибки теплолічильників при вимірюванні часу коректної роботи	5.3.10	Так	Ні

При проведенні повірки повинні дотримуватись такі умови:

- температура навколишнього повітря (20 ± 5) °С;
- відносна вологість повітря не більше 80 %;
- напруга живлення згідно з експлуатаційною документацією на засоби повірки та теплолічильники конкретних типів;
- довжина кабелів, що з'єднують обчислювачі з магазинами опору, повинна бути однаковою для всіх перетворювачів температури і бути не більше 3 м [17].

Засоби вимірювальної техніки, які застосовуються при проведенні повірки, повинні бути повіреними або пройти державну метрологічну атестацію в установленому порядку [14].

Перед проведенням операцій повірки теплолічильники і засоби повірки необхідно підготувати до роботи відповідно до їх експлуатаційних документів. Під час підготовки до повірки та при її проведенні необхідно керуватись експлуатаційними документами на теплолічильники та їх складові частини [17].

Умови повірки перетворювачів витрати - згідно з ГОСТ 8.156-83. Умови повірки перетворювачів температури - згідно з ГОСТ 8.461-82 [19].

Відповідність умов повірки контролюється при проведенні атестації робочих місць [13].

Перед проведенням повірки складові частини теплолічильників повинні бути підготовлені до повірки: необхідно промити перетворювачі витрати та провести їх регулювання, провести юстирування обчислювачів [14].

Потім слід підключити прилади до обчислювача згідно зі схемою, наведеною в методиці.

Проведення повірки. Повірка теплотічильника включає в себе низку наступних обов'язкових послідовних операцій [14].

Зовнішній огляд. При проведенні перевірки комплектності, маркування та зовнішнього вигляду повинно бути встановлено відповідність складових частин теплотічильників таким вимогам:

- комплектність та маркування повинні відповідати експлуатаційним документам;
- на складових частинах теплотічильників не повинно бути механічних пошкоджень, що впливають на їх працездатність;
- ізоляція з'єднувальних кабелів не повинна мати пошкоджень [14].

Опробування. Для перевірки працездатності обчислювачів потрібно установити на магазинах опорів значення опору, що відповідають температурі 90 °С і 70 °С. Подати на вхід обчислювача імпульси від генератора імпульсів, стежити за зміною показів показуваного пристрою. Результат операції повірки вважається позитивним, якщо покази показуваного пристрою при індикації кількості теплоти та об'єму теплоносія періодично змінюються за подачі на вхід обчислювача імпульсів [17].

Контроль метрологічних характеристик. Контроль відносної похибки перетворювачів витрати E_f , за допомогою якої встановлюється співвідношення між вихідним сигналом перетворювача витрати та масою або об'ємом, проводять за ГОСТ 8.156-83 або згідно з методикою повірки на перетворювач витрати конкретного типу [20].

Контроль абсолютної похибки перетворювачів температури при перетворенні температури теплоносія проводиться по методиці ГОСТ 8.461-82. Результат операції повірки вважається позитивним, якщо абсолютна похибка перетворювачів температури відповідає класу точності по ДСТУ 2858-94, наведеному в експлуатаційному документі на теплотічильник [40].

Для контролю абсолютної похибки обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів від перетворювачів температури в значення температури потрібно установити для кожного тесту за допомогою магазинів опору значення опору згідно з таблицею 3. Значення опору обирати відповідно до номінальної статичної характеристики перетворювачів температури, яка характеризується опором при температурі 0°C (R_0) та відношенням опору при температурі 100°C до опору при температурі 0°C (W) [19].

Таблиця 8

Значення опору перетворювачів температури

Номер тесту	Температура (опір) в прямому потоці, °C (Ом)				Температура (опір) в зворотному потоці, °C (Ом)			
	$R_0=500$ Ом		$R_0=100$ Ом		$R_0=500$ Ом		$R_0=100$ Ом	
	$W=1,385$	$W=1,391$	$W=1,385$	$W=1,391$	$W=1,385$	$W=1,391$	$W=1,385$	$W=1,391$
1	43 (583,50)	43 (584,80)	43 (116,70)	43 (116,96)	40 (577,7)	40 (578,90)	40 (115,54)	40 (115,78)
2	50 (597,00)	50 (618,05)	50 (119,40)	50 (119,70)	40 (577,7)	40 (578,90)	40 (115,54)	40 (115,78)
3	150 (786,65)	150 (791,15)	150 (157,33)	150 (158,23)	40 (577,7)	40 (578,90)	40 (115,54)	40 (115,78)

Визначати для кожного тесту абсолютну похибку обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів в значення температури Δt_0 , в градусах Цельсія, за формулою:

$$\Delta t_0 = t_B - t_P \quad (2)$$

t_B - значення температури у відповідному потоці за показами обчислювача, °C;

t_P - розрахункове значення температури у відповідному потоці, наведене в табл. 8, °C [17].

Результат операції повірки вважається позитивним, якщо абсолютна похибка обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів від перетворювачів

температури в значення температури відповідає наведеному в експлуатаційному документі на теплोलічильник [17].

Контроль відносної похибки обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів від перетворювачів витрати в значення об'єму (маси) теплоносія. Для цього на генераторі імпульсів установлюється частота f_v , в герцах, що визначається за формулою:

$$f_v = \frac{q_{max}}{3600 * C_{vl}} \quad (3)$$

де, q_{max} – максимальна об'ємна витрата лічильника води, м³/год;

C_{vl} - ціна вихідного імпульсу лічильника води, м³/ імп [15].

Установити на магазинах опор значення опору, що відповідають температурі 90 °С і 70 °С відповідно. Зафіксувати початкові покази обчислювача при вимірюванні об'єму (V_n) і маси (m_n) теплоносія і подати на вхід обчислювача імпульси від генератора імпульсів. Мінімальна кількість імпульсів (N_{min}), яку необхідно подати на обчислювач, визначається за формулою:

$$N_{min} = \frac{100 * C_{vto}}{0,2 * \delta_{vto} * C_{vto}} \quad ((4)$$

де C_{vto} - ціна найменшого розряду показуваного пристрою обчислювача при індикації об'єму теплоносія, м³;

δ_{vto} - границі відносної похибки обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів від лічильників теплоносія в значення об'єму, % [17].

Після подачі числа імпульсів не менше, ніж N_{min} , зупинити подачу імпульсів і зафіксувати кінцеві покази обчислювача при вимірюванні об'єму (V_k) або маси (T_k) теплоносія [16].

Визначити розрахункове значення об'єму теплоносія (ΔV_p), в кубічних метрах, за формулою:

$$\Delta V_p = N * C_{vl} \quad (5)$$

де N - число імпульсів, виміряне лічильником імпульсів [17] .

Потім визначити розрахункове значення маси теплоносія Δm_p , в тонах, за формулою:

$$\Delta m_p = V_p \cdot \rho, \quad (6)$$

де ρ - густина води, т/м³.

Значення ρ дорівнює 0,96581 т/м³ при температурі 90 °С при встановленні перетворювача витрати в прямому потоці або 0,97838 т/м³ при температурі 70°С при встановленні перетворювача витрати в зворотному потоці. Значення ρ визначені для тиску 1,6 МПа [18].

Визначити відносну похибку обчислювача при перетворенні вхідних сигналів та обчисленні об'єму теплоносія ($\delta_{v_{TO}}$), у відсотках, за формулою:

$$\delta_{v_{TO}} = \frac{(V_k - V_n) - \Delta V_p}{\Delta V_p} \quad (7)$$

Визначити відносну похибку обчислювача при перетворенні вхідних сигналів та обчисленні маси теплоносія ($E_{m_{TO}}$), у відсотках, за формулою:

$$E_{m_{TO}} = \frac{(m_k - m_n) - \Delta m_p}{\Delta m_p} \quad (8)$$

Результат операції повірки вважається позитивним, якщо відносна похибка обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів в значення об'єму(маси) теплоносія відповідає значенню, наведеному в експлуатаційному документі на теплотічильник [17].

Контроль відносної похибки обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів та обчисленні кількості теплоти. Для цього потрібно установити для кожного тесту за допомогою магазинів опору значення опору згідно з табл. 8. Установити на генераторі імпульсів частоту f_v . При зміні показів на цифровому показуючому пристрої кількості теплоти зафіксувати початкові покази обчислювача при вимірюванні кількості теплоти (Q_n) і запустити лічильник імпульсів. Мінімальна кількість імпульсів (N_{lmin}), яку необхідно подати на обчислювач, визначається по формулі:

$$N_{lmin} = \frac{100 \cdot C_{Q_{TO}}}{0,2 \cdot \delta_{q_{TO}} \cdot C_{v_l} \cdot K_1 \cdot (t_1 - t_2)} \quad (9)$$

де: $C_{Q_{то}}$ - ціна найменшого розряду показувального пристрою обчислювача при індикації кількості теплоти, ГДж (Гкал, МВтгод, кВтгод);

- $\delta_{Q_{то}}$ - границі відносної похибки обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів та обчисленні кількості теплоти, %;
- K_1 - k-фактор, ГДж/(м³ °С) (Гкал / (м³ °С), МВт год / (м³ °С), кВт/год / (м³ °С)). Значення k-фактору наведені в табл. 9 [15].

Таблиця 9

Значення k-фактору визначені для тиску 1,6 МПа

№	Значення k-фактора при установці перетворювача витрати в потоці							
	Прямому				Зворотному			
	МВт ч/ (м ³ °С)	кВт ч/ (м ³ °С)	ГДж/ (м ³ °С)	Гкал/ (м ³ °С)	МВт ч/ (м ³ °С)	кВт ч/ (м ³ °С)	ГДж/ (м ³ °С)	Гкал/ (м ³ °С)
1	1,1502·10 ⁻³	1,1502	4,1408·10 ⁻³	0,9890·10 ⁻³	1,1516·10 ⁻³	1,1516	4,1458·10 ⁻³	0,9902·10 ⁻³
2	1,1469·10 ⁻³	1,1469	4,1290·10 ⁻³	0,9962·10 ⁻³	1,1518·10 ⁻³	1,1518	4,1466·10 ⁻³	0,9904·10 ⁻³
3	1,0749·10 ⁻³	1,0749	3,8698·10 ⁻³	0,9243·10 ⁻³	1,1634·10 ⁻³	1,1634	4,1883·10 ⁻³	1,0004·10 ⁻³

Після подачі числа імпульсів не менше, ніж N_{1min} , зупинити подачу імпульсів і зафіксувати кінцеві покази обчислювача при вимірюванні кількості теплоти (Q_k) [17].

Визначити розрахункове значення кількості теплоти (ΔQ_p), в гігаджоулях (гігакалоріях, мегават-годинах, кіловат-годинах), за формулою:

$$\Delta Q_p = (N1 * C v_l) * \Delta t * K_t \quad (10)$$

де $N1$ - число імпульсів, виміряне лічильником імпульсів;

Δt - різниця температур теплоносія, °С [27].

Визначити відносну похибку обчислювача при перетворенні вхідних сигналів та обчисленні кількості теплоти (E_c), у відсотках, за формулою:

$$E_c = \frac{(Q_k - Q_n) - \Delta Q_p}{\Delta Q_p} \quad (11)$$

Результат операції повірки вважається позитивним, якщо відносна похибка обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів та обчисленні кількості теплоти відповідає експлуатаційним документам на теплолічильник [3].

Контроль абсолютної похибки теплолічильників при вимірюванні температури теплоносія. Відповідність теплолічильників вимогам експлуатаційних документів гарантується виконанням вимог відповідних пунктів методики.

При цьому границі допустимої абсолютної похибки теплолічильників при вимірюванні температури теплоносія відповідають експлуатаційним документам на теплолічильник [17].

Контроль відносної похибки теплолічильника при вимірюванні об'єму теплоносія. Відповідність теплолічильників вимогам експлуатаційних документів гарантується виконанням вимог відповідних пунктів методики. При цьому границі допустимої відносної похибки теплолічильників при вимірюванні об'єму та маси теплоносія відповідають експлуатаційним документам на теплолічильник [37].

Контроль класу точності та відносної похибки теплолічильників при вимірюванні кількості теплоти.

Відносну похибку при вимірюванні кількості теплоти теплолічильників, що відповідають ДСТУ 3339-96 визначати за формулою:

$$E_Q = 1,1 \sqrt{E_f^2 + E_t^2 + E_c^2} \quad (12)$$

Результат операції повірки вважається позитивним, якщо відносна похибка теплолічильників при вимірюванні кількості теплоти знаходиться в границях:

а) для класу точності 2,5:

$$\pm 5,5 \% (\pm 7,5 \%) \text{ за } 3 \text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t < 10 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\pm 3,5 \% (\pm 5,5 \%) \text{ за } 10 \text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t < 20 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\pm 2,5 \% (\pm 4,5 \%) \text{ за } 20 \text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\max};$$

б) для класу точності 4:

- $\pm 6\% (\pm 8\%)$ за $3\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- $\pm 5\% (\pm 7\%)$ за $10\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- $\pm 4\% (\pm 6\%)$ за $20\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\max}$;

в) для класу точності 5:

- $\pm 7\% (\pm 10\%)$ за $3\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- $\pm 6\% (\pm 8\%)$ за $10\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- $\pm 5\% (\pm 7\%)$ за $20\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\max}$.

У дужках указані нормовані значення відносної похибки теплолічильника при вимірюванні кількості теплоти в інтервалі діапазону об'ємної витрати носія від мінімальної до перехідної [17].

Відносну похибку при вимірюванні кількості теплоти теплолічильників, що відповідають ДСТУ EN 1434:2017 визначати за формулою:

$$E_Q = E_f + E_t + E_c \quad (13)$$

Результат операції повірки вважається позитивним, якщо відносна похибка теплолічильників при вимірюванні кількості теплоти знаходиться в границях:

- для класу точності 1 - $\pm (2 + 0,01 \cdot q_p/q + 4 \cdot \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta)$ %, але не більше 10 %;
- для класу точності 2 - $\pm (3 + 0,02 \cdot q_p/q + 4 \cdot \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta)$ %, але не більше 10 %;
- для класу точності 3 - $\pm (4 + 0,05 \cdot q_p/q + 4 \cdot \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta)$ %, але не більше 10 % .

Для контролю абсолютної похибки теплолічильників при вимірюванні часу коректної роботи потрібно перевести обчислювач у режим індикації часу коректної роботи. При зміні показів у найменшому розряді включити секундомір. Через 1 год при зміні показів у найменшому розряді зупинити секундомір. Визначити абсолютну похибку як різницю показів обчислювача при вимірюванні часу коректної роботи і секундоміра [18].

Результат операції повірки вважається позитивним, якщо абсолютна похибка обчислювача при вимірюванні часу коректної роботи відповідає експлуатаційному документу на теплолічильник [17].

Оформлення результатів повірки. При проведенні повірки результати вимірювань та обчислень заносяться в протокол. Форма протоколу довільна [27].

Позитивні результати повірки теплोलічильників оформляються записом в експлуатаційному документі, завіреним нанесенням відтиску повірочного тавра, з видачею свідоцтва про повірку згідно з ДСТУ 2708:2006 [47].

Складові частини теплोलічильників пломбуються в місцях, передбачених експлуатаційним документом [17].

При негативних результатах повірки теплोलічильники до випуску в обіг не допускаються, свідоцтва анулюються, тавра гасяться і видається довідка про непридатність із зазначенням причин [14].

3.3. Повірка теплोलічильника SHARKY 775

При повірці цього теплोलічильника дотримуються вимог методики МПУ 041/06-2013 у таких пунктах:

- операції повірки:
 - a. перевірка комплектності, маркування та зовнішнього вигляду компонентів теплोलічильників ;
 - b. перевірка працездатності
- 2 Засоби повірки
- 3 Вимоги безпеки
- 4 Умови повірки та підготовка до неї
- 5 Проведення повірки:
 - a. зовнішній огляд;
 - b. опробування;
 - c. перевірка працездатності обчислювача [14].

Контроль метрологічних характеристик здійснюється по ДСТУ EN 1434-5:2017 «Теплोलічильники. Первинна повірка» [22].

Розділ «Єдиний теплोलічильник». Повірку теплोलічильника проводять у кожному з наступних діапазонів:

- при нагріванні:
 - a)) $\Delta\Theta_{\min} \leq \Delta\Theta \leq 1,2 \Theta_{\min}$ та $0,9 q_p \leq q < 1,0 q_p$;

b) $10 \leq \Delta\Theta \leq 20 \text{ K}$ та $0,1 q_p \leq q < 0,11 q_p$;

c) $\Delta\Theta_{\max} - 5 \text{ K} \leq \Delta\Theta \leq \Delta\Theta_{\max}$ та $q_i \leq q < 1,1 q_i$;

- при охолодженні:

a) $\Delta\Theta_{\min} \leq \Delta\Theta \leq 1,2 \Theta_{\min}$ та $0,9 q_p \leq q < 1,0 q_p$;

b) $\Delta\Theta_{\max} - 5 \text{ K} \leq \Delta\Theta \leq \Delta\Theta_{\max}$ та $q_i \leq q < 1,1 q_i$.

Температура зворотного потоку не повинна виходити за межі діапазону температур від 40 до 70°C при нагріванні і (20 ±5) °C при охолодженні, якщо інше не встановлено свідоцтвом про затвердження типу [17].

Для прискорення повірки єдиних теплолічильників показання індикатора теплолічильника можуть бути опущені. Однак, як мінімум, для одного перевіркового випробування, необхідно використовувати показання індикатора теплолічильника [22].

Оформлення результатів повірки. Результати вимірювань та обчислень заносяться в протокол. Позитивні результати повірки теплолічильників оформляються записом в експлуатаційному документі, завіреним нанесенням відтиску повіркового тавра, з видачею свідоцтва про повірку [17].

Складові частини теплолічильників пломбуються в місцях, передбачених експлуатаційним документом [17].

При негативних результатах однієї з операцій повірки подальша повірка теплолічильників припиняється, видається довідка про непридатність [14].

3.4. Порівняння метрологічних характеристик отриманих в результаті повірки

Результати повірки теплолічильника Суперком 01-1. У результаті проведення повірки теплолічильника Суперком 01-1 та проведення обчислень даних¹, отриманих в ході повірки та занесених до протоколу, отримані наступні результати:

1. результати зовнішнього огляду: відповідає ЕД;
2. результати опробування: придатний;

3. контроль метрологічних характеристик:

Результати контролю відносної похибки перетворювача витрати наведені в табл.10;

Таблиця 10

Значення відносної похибки перетворювача витрати

Відносна похибка, % , виміри при витратах						Висновок (придатність до експлуатації)*
Повірна витрата, 1	Максимально допустима	Повірна витрата, 2	Максимально допустима	Повірна витрата, 3	Максимально допустима	
1,55	3	- 0,10	3	-3,85	5	Придатний

Результати контролю абсолютної похибки перетворювачів температури при перетворенні температури теплоносія наведені в табл.11 та 12.

Таблиця 11

Значення абсолютної похибки перетворювачів температури при перетворенні температури теплоносія при $t_{\text{етал}} - 0 \text{ } ^\circ\text{C}$

ТП	1	2
Абсолютна похибка ΔR_0 , Ом	0,384	0,458
Допустима похибка ΔR_0 , Ом	0,600	0,600

Таблиця 12

Значення абсолютної похибки перетворювачів температури при перетворенні температури теплоносія при $t_{\text{етал}} - 100 \text{ } ^\circ\text{C}$

ТП	1	2
Абсолютна похибка ΔR_{100} , Ом	-1,047	-1,369
Допустима похибка ΔR_{100} , Ом	1,550	1,550
Висновок:	придатний	придатний

- контроль абсолютної похибки пари перетворювачів температури при перетворенні різниці значень температури в прямому та зворотному потоках;

- визначено опір кожного перетворювача температури при трьох різних температурах 0 °С, 50 °С, 100 °С;
- здійснено розрахунок дійсного значення опорів кожного перетворювача температури для значень температури;

Визначено відносну похибку пари перетворювачів при перетворенні різниці значень температури (табл.13).

Таблиця 13

Значення відносної похибки пари перетворювачів при перетворенні різниці значень температури, %

Різниця значень температури	Відносна похибка, %	Допустиме значення, %
$3\text{ °C} \leq \Delta t < 10\text{ °C}$	0,16	0,5
$10\text{ °C} \leq \Delta t < 20\text{ °C}$	0,10	0,5
$20\text{ °C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\max}$	0,01	0,5

Дані контролю абсолютної похибки обчислювача при перетворенні вхідних сигналів від перетворювачів температури в значення температури наведено в табл.14.

Таблиця 14

Абсолютна похибка обчислювача при перетворенні вхідних сигналів від перетворювачів температури в значення температури

Різниця значень температури	Абсолютна похибка, °С	Допустима похибка, °С	Висновок
$3\text{ °C} \leq \Delta t < 10\text{ °C}$	0,01	±0,1	Придатний
$10\text{ °C} \leq \Delta t < 20\text{ °C}$	0,00	±0,1	Придатний
$20\text{ °C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\max}$	0,00	±0,1	Придатний

Дані контролю відносної похибки обчислювача при перетворенні вхідних сигналів від перетворювачів витрати в значення об'єму (маси) теплоносія наведено в табл.15;

Таблиця 15

Відносна похибка обчислювача при перетворенні вхідних сигналів від перетворювачів витрати в значення об'єму (маси) теплоносія

Різниця значень температури	Відносна похибка, %	Допустима похибка, %	Висновок
$3\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,01	± 2	Придатний
$10\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,02	± 2	Придатний
$20\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\text{max}}$	-0,20	± 2	Придатний

В результаті проведених обчислень відносна похибка теплообчислювача при перетворенні вхідних сигналів та обчисленні кількості теплоти при заданих значеннях температур становить:

- $3\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ - 0,30%;
- $10\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 0,07%;
- $20\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\text{max}}$ – 0,24%%.

Таким чином:

- контроль абсолютної похибки теплолічильника при вимірюванні температури теплоносія: відповідає;
- контроль відносної похибки теплолічильника при вимірюванні об'єму теплоносія: відповідає.

Встановлено відповідність класу точності та відносну похибку теплолічильника при вимірюванні кількості теплоти (табл.16).

Таблиця 16

Відносна похибка теплолічильника при вимірюванні кількості теплоти

Допустиме значення δ_Q	$\pm 6\%$ - при $3\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	Отримані значення	E1= 0,38 %
	$\pm 5\%$ - при $10\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$		E2= 0,13 %
	$\pm 4\%$ - при $20\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\text{max}}$		E3= 0,34 %

Згідно ДСТУ 3339-96 лічильник складений відповідає класу точності 4,0.
Висновок: теплотлічильник Суперком 01-1 визнано придатним до застосування.

Результати повірки теплотлічильника Sharky 775. У ході проведення повірки теплотлічильника Sharky 775 та проведення обчислень даних, отриманих в ході повірки та занесених до протоколу, отримані наступні результати:

1. результати зовнішнього огляду: відповідає ЕД;
2. результати опробування: придатний;
3. здійснено контроль слідуючих метрологічних характеристик:
 - контроль відносної похибки перетворювачів витрати;
 - контроль абсолютної похибки перетворювачів температури при перетворенні температури теплоносія;
 - контроль абсолютної похибки пари перетворювачів температури при перетворенні різниці значень температури в прямому та зворотному потоках;
 - визначено відносну похибку пари перетворювачів при перетворенні різниці значень температури (табл. 17).

Таблиця 17

Відносна похибка пари перетворювачів при перетворенні різниці значень температури

Різниця значень температури	Відносна похибка, %	Допустиме значення, %	Висновок
$4\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,33	0,5	Придатний
$10\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,10	0,5	Придатний
$20\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t \leq 95\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,09	0,5	Придатний

Контроль абсолютної похибки обчислювачів при перетворенні вхідних сигналів від перетворювачів температури в значення температури наведено у таблицях 18 та 19.

Таблиця 18

Абсолютна похибка обчислювача при перетворенні вхідних сигналів від перетворювачів температури в значення температури

№ з/п	Абсолютна похибка, °С	Допустима похибка, °С	Відносна похибка, %	Висновок
1	-0,08	±0,1	- 0,20	Придатний
2	-0,07	±0,1	- 0,18	Придатний
3	-0,05	±0,1	- 0,12	Придатний
4	0,08	±0,1	0,40	Придатний
5	0,05	±0,1	0,25	Придатний

Таблиця 19

Відносна похибка при вимірюванні об'єму теплоносія

№ з/п	Відносна похибка, %	Допустима похибка, %	Висновок
1	2,96	±3	Придатний
2	3,01	±3,24	Придатний
3	4,43	±5	Придатний
4	2,56	±3	Придатний
5	4,71	±5	Придатний

Контроль відносної похибки теплообчислювача при обчисленні та індикації теплоти (табл.20).

Таким чином:

- контроль абсолютної похибки теплотічильника при вимірюванні температури теплоносія: придатний;
- контроль відносної похибки теплотічильника при вимірюванні об'єму теплоносія: придатний.

Таблиця 20

**Відносна похибка теплообчислювача при обчисленні та індикації
теплоти**

№ з/п	δ , %	$\delta_{доп}$, %	Висновок
1	1,46	$\pm 1,5$	Придатний
2	0,77	$\pm 0,8$	Придатний
3	0,52	$\pm 0,55$	Придатний
4	1,03	$\pm 1,5$	Придатний
5	0,45	$\pm 0,55$	Придатний

Встановлено відповідність класу точності та відносну похибку теплолічильника при вимірюванні кількості теплоти (табл.21).

Таблиця 21

Відносна похибка теплолічильника при вимірюванні кількості теплоти

Допустиме значення δ_Q :	$\pm 8(10)^*\%$ при $4\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t < 10\text{ }^\circ\text{C}$	Отримане значення E_1-E_3	3,64 %
	$\pm 7(9)\%$ при $10\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t < 20\text{ }^\circ\text{C}$		3,42 %
	$\pm 5(7)\%$ при $20\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq 95\text{ }^\circ\text{C}$		4,91 %

* В дужках наведені значення δ , які відповідають витратам від Q_{min} до Q_t

Згідно ДСТУ 3339-96 лічильник єдиний відповідає класу точності 5.

Висновок: Теплолічильник Sharky 775 визнано придатним до застосування.

3.5. Економічна частина

У результаті проведення перевірки теплолічильників Суперком 01-1 та Sharky 775 отримано наступні результати:

- теплолічильники Суперком 01-1 та Sharky 775 визнано придатними до застосування, їх технічні та метрологічні показники відповідають нормам експлуатаційної документації (табл. 22);

- при вимірюванні кількості теплоти та відносної похибки теплолічильників встановлена згідно ДСТУ 3339-96 відповідність теплолічильника Суперком 01-1 класу точності 4 та теплолічильника Sharky 775 класу точності 5.

Таблиця 22

Значення відносної похибки теплолічильників при вимірюванні кількості теплоти, отриманих в ході повірки

Назва теплолічильника	Допустиме значення, δ_Q	Результати повірки
Суперком 01-1	$\pm 6\%$ - при $3\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t < 10\text{ }^\circ\text{C}$	$\delta_Q 1 = 0,38\%$
	$\pm 5\%$ - при $10\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t < 20\text{ }^\circ\text{C}$	$\delta_Q 2 = 0,13\%$
	$\pm 4\%$ - при $20\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\text{max}}$	$\delta_Q 3 = 0,34\%$
Sharky 775	$\pm 8(10)\%$ - при $4\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t < 10\text{ }^\circ\text{C}$	$\delta_Q 1 = 3,64\%$
	$\pm 7(9)\%$ - при $10\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t < 20\text{ }^\circ\text{C}$	$\delta_Q 2 = 3,42\%$
	$\pm 5(7)\%$ - при $20\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq 95\text{ }^\circ\text{C}$	$\delta_Q 3 = 4,91\%$

Аналіз отриманих даних класу точності та відносної похибки теплолічильників при вимірюванні кількості теплоти (табл. 22), свідчить про наступне:

- клас точності 4 має менші показники відносної похибки при вимірюванні кількості теплоти (δ_Q), в порівнянні з теплолічильниками 5 класу;

- відношення відносної похибки теплолічильників при вимірюванні кількості теплоти (δ_Q) в різних діапазонах вимірювання коливається від 9 до 26 (див. табл. 23)

Таблиця 23

Порівняння відношення відносної похибки теплотічильників 4 та 5 класу точності при вимірюванні кількості теплоти в різних діапазонах вимірювання

Різниця температур	Суперком 01-1, δQ_c	Sharky 775, δQ_s	Відношення $\delta Q_c / \delta Q_s$
при $3\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t < 10\text{ }^\circ\text{C}$	E1 = 0,38 %	E1 = 3,64 %	9,6
при $10\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t < 20\text{ }^\circ\text{C}$	E2 = 0,13 %	E2 = 3,42 %	26,3
при $20\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\text{max}}$	E3 = 0,34 %	E3 = 4,91 %	14,4

Складений теплотічильник Суперком 01-1 класу точності 4 має більш високі метрологічні характеристики в порівнянні з єдиним теплотічильником Sharky 775 класу точності 5, в десятки разів точніше вимірює спожиту теплову енергію.

Можна зробити висновок про доцільність придбання теплотічильників більш високого класу з метою точнішого обліку спожитої теплової енергії.

Питання надійності технічних приладів та вартості теплотічильників не розглядаються в даній роботі, тому що виходять за межі процедури перевірки засобів вимірювальної техніки ((Ст.18) Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність»), не входять до сфери діяльності ДП "Миколаївстандартметрологія" і потребують додаткового дослідження, яке не було метою даної роботи.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Вимоги до персоналу та обладнання науково метрологічних центрів, державних підприємств, які провадять метрологічну діяльність

Одним з критеріїв, яким повинні відповідати наукові метрологічні центри, державні підприємства, які належать до сфери управління Міністерства економічного розвитку і торгівлі України та провадять метрологічну діяльність (далі - заявники) для проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації (далі - ЗВТ), є вимоги до персоналу, відповідального за виконання робіт з повірки ЗВТ та приміщень та обладнання, на якому проводиться повірка [13].

Персонал, відповідальний за виконання робіт з повірки ЗВТ, повинен

- мати документально підтверджену технічну і професійну підготовку щодо повірки ЗВТ відповідно до заявленої галузі уповноваження;
- володіти знаннями, необхідними для організації та проведення повірки ЗВТ, і вміннями з підготовки свідоцтв про повірку ЗВТ та довідок про непридатність ЗВТ, протоколів і звітів, які демонструють виконання робіт з повірки ЗВТ [10].

Заявник повинен мати власні та/або орендовані приміщення, необхідні для виконання повірки ЗВТ відповідно до заявленої галузі уповноваження [13].

Приміщення заявника, у яких проводиться повірка, за своїм оснащенням і станом повинні відповідати вимогам:

- документів на методики повірки ЗВТ відповідно до заявленої галузі уповноваження щодо умов виконання цих робіт (кліматичні умови, освітлення, звуко- і віброізоляція, параметри мереж живлення, наявність водопостачання, характеристики заземлення, рівень електромагнітних завад тощо);
- охорони праці та санітарним нормам і правилам;
- експлуатаційної документації на еталони, ЗВТ і допоміжне обладнання для повірки, що використовуються в цих приміщеннях [9].

На ДП «Миколаївстандартметрологія» для контролю за дотриманням вимог законодавства в сфері безпечних умов праці створена Служба охорони праці.

В своїй діяльності вона керується відповідними законами України та іншими нормативно правовими актами [23].

Основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці визначає Закон України «Про охорону праці» [23].

Під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору [9].

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства [9].

Відповідно до статті 14 цього Закону працівник зобов'язаний дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства; знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поведіння з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту; проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди [23].

Повірка приладів обліку теплової енергії, як уже було зазначено вище, здійснюється відповідно Методики повірки МПУ 041/06-2013, «Теплолічильники складені», розробленої Державним підприємством «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації,

метрології, сертифікації та захисту прав споживачів». Вона містить вимоги до робочих еталонів та допоміжних засобів повірки, а також вимоги безпеки, яких потрібно дотримуватися під час проведення повірки [14].

Відповідно до Методики повірки МПУ 041/06-2013, «Теплолічильники складені» та ДСТУ EN 1434-5:2017 «Теплолічильники. Первинна повірка» до робіт з повірки допускаються особи, що пройшли інструктаж з техніки безпеки у встановленому порядку та мають відповідний допуск з виконання операцій державної метрологічної атестації та повірки теплолічильників [14].

Допуск до виконання операцій державної метрологічної атестації та повірки теплолічильників здійснюється атестаційною комісією з присвоєнням відповідного рівня кваліфікації.

До робіт з повірки допускаються особи, що пройшли інструктажі з охорони праці :

- при повірці та калібруванні засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) температури;
- при повірці та калібруванні засобів вимірювальної техніки тиску і вакууму;
- при роботах на електричних підстанціях, розподільчих пристроях напругою до і вище 1000 В;
- при ручному переміщенні приладів, засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) та інших матеріальних цінностей;
- при роботі на персональному комп'ютері .

Дані інструкції розроблені відповідно до вимог «Положення про розробку інструкцій з охорони праці», затвердженого наказом «Держнагляд охорони праці» від 29.01.98 р. №9 (зміни у редакції наказу Мінсоцполітики від 30.03.2017 р. № 526, Закону України «Про охорону праці» від 22.11.2002 №229-IV та на підставі чинних державних нормативних актів про охорону праці [9, 24].

Інструкції поширюються на виконання робіт з повірки та калібрування засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) вимірювання температури, тиску і вакууму. Інструкція реєструється службою охорони праці в журналі реєстрації, видається

цією службою у науково-технічний відділ метрологічного забезпечення теплотехнічних вимірювань з реєстрацією в журналі обліку видачі інструкцій [25,26,27].

Інструкції повинні постійно зберігатися у начальника відділу в доступному для працівника місці з урахуванням забезпечення простоти і зручності ознайомлення з нею працівників і виключення доступу до них сторонніх осіб.

До самостійної роботи з перевірки ЗВТ працівник допускається після навчання з питань технічної експлуатації електроустановок, правил пожежної безпеки та охорони праці, первинного інструктажу на робочому місці, ознайомлення з правилами експлуатації обладнання. Працівник не повинен мати, за висновком медичної установи, протипоказань для виконання своїх посадових обов'язків [28].

Проведення первинного інструктажу оформляється записом у журналі реєстрації первинного інструктажу і підписами того, кого інструктують і того, хто інструктує.

У процесі роботи працівник, який виконує роботи з перевірки ЗВТ, повинен проходити:

- навчання та періодичну перевірку знань з питань технічної експлуатації електроустановок, правил пожежної безпеки та охорони праці;
- позачергову перевірку знань працівники здійснюють незалежно від терміну проведення попередньої перевірки знань у разі введення в дію нової редакції або перероблених правил, переведення працівника на іншу роботу, що потребує додаткових знань, при перерві в роботі на даній посаді понад шість місяців, незадовільної оцінки знань;
- повторний інструктаж (не рідше одного разу на 6 місяців);
- позаплановий інструктаж (при перерві в роботі більш 30 днів, внесенні змін в інструкції з охорони праці, зміні складу застосовуваних технічних і спеціальних засобів, режиму праці, що впливають на безпеку при виконанні робіт);
- при порушенні працівниками вимог охорони праці, які можуть

призвести або призвели до травм, аварій, пожеж);

- цільовий інструктаж перед початком одноразової роботи, із записом про це керівника робіт у журналі реєстрації інструктажів [9].

Забороняється допуск до роботи працівників, що не пройшли навчання, інструктаж з питань охорони праці і пожежної безпеки, не пройшли медогляд, а також осіб з ознаками алкогольного або наркотичного сп'яніння, або з явними ознаками захворювання [29].

РОЗДІЛ 5

БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

З метою забезпечення безпеки та захисту працівників, території, матеріальних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій у мирний час та в особливий період, на ДП «Миколаївстандартметрологія» здійснено ряд заходів щодо запобігання виникнення надзвичайних ситуацій, забезпечення постійної готовності сил і засобів цивільного захисту підприємства до запобігання та ліквідації їх наслідків.

Відповідно до статті 20 п.2. Кодексу цивільного захисту України на ДП «Миколаївстандартметрологія» призначений фахівець з питань цивільного захисту, який займається організацією та реалізацією заходів цивільного захисту на підприємстві і підзвітний безпосередньо його керівникові [32].

З метою виконання комплексу планових заходів та робіт з локалізації і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, залучення для цього необхідних сил і засобів розроблено План реагування на надзвичайні ситуації відповідно до статті 130 Кодексу цивільного захисту України [32].

Головними цілями, які заплановано досягти, є:

- скоординованість дій органів управління та сил цивільного захисту підприємства щодо організації робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, припинення дії небезпечних факторів, викликаних нею, рятування працівників, майна, локалізації зони НС, запобігання заподіяння шкоди навколишньому природному середовищу;
- забезпечення постійної готовності сил і засобів цивільного захисту підприємства до запобігання надзвичайним ситуаціям та ліквідації їх наслідків [32].

План реагування на надзвичайні ситуації вводиться в дію рішенням директора підприємства у разі загрози (виникнення) надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру на територіях підприємства або адміністративно-територіальних одиницях, на яких розміщено підприємство [9].

В залежності від масштабу та особливостей НС, яка прогнозується або виникла, на підставі рішення директора на території об'єкту може вводиться режим підвищеної готовності або режим надзвичайної ситуації [32].

На підприємстві розроблений «План евакуації працівників в разі виникнення надзвичайних ситуацій», інструкції з питань цивільного захисту в тому числі інструкція "Про заходи пожежної безпеки", «Інструкція з техногенної безпеки» [25].

Відповідно до вимог "Правил техногенної безпеки", затверджених наказом МВС України 05.11.2018 № 879, "Правил пожежної безпеки в Україні", затверджених наказом МВС України 30.12.2014 № 1417 розроблена Інструкція з техногенної безпеки [33].

Вона визначає загальні вимоги до організації техногенної безпеки, як складової частини цивільного захисту в ДП "Миколаївстандартметрологія" (далі-підприємство) і є обов'язковою для виконання керівниками, посадовими особами та працівниками, а також визначає порядок виконання заходів, які забезпечують дотримання Правил.

Вступний інструктаж з техногенної безпеки проводиться:

- з усіма працівниками, прийнятими на роботу (постійну або тимчасову) незалежно від їх освіти, стажу роботи за цією посадою або професією;
- з працівниками, які знаходяться у відрядженні на підприємстві і беруть участь в виробничому процесі;
- з учнями і студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики [32].

Вступний інструктаж проводить відповідальна особа.

Зі змістом інструкції працівник повинен бути ознайомлений під підпис у журналі реєстрації вступного інструктажу з техногенної безпеки під час проведення вступного інструктажу [33].

За результатами інструктажів працівники підприємства повинні:

- знати та виконувати встановлені на території підприємства вимоги стосовно власної безпеки а безпеки підприємства;

- знати основні телефони оперативних чергових аварійно-рятувальних формувань, у разі виявлення порушень негайно повідомляти їх про можливу небезпеку;
- знати правила поведінки при виникненні аварійних ситуацій та аварій, не припускати дій, які можуть призвести до виникнення аварії або аварій та надзвичайних ситуацій;
- знати основні заходи та способи захисту від шкідливого впливу небезпечних речовин та наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру, порядок надання першої медичної допомоги потерпілим, правила користування засобами радіаційного, хімічного та колективного захисту [9].

Існують також загальні правила поведінки працюючих на території підприємства

На території і в приміщеннях підприємства необхідно виконувати наступні вимоги:

- не вмикати та не вимикати машини, апарати, обладнання, на яких не доручено робити;
- не торкатися механізмів, частин машин що рухаються, та електрообладнання, не наступати на переносні електропроводи, шланги, не знімати огорожі або кожуха з обладнання, частини якого рухаються або знаходяться під напругою;
- не знаходитись та не проходити під піднятим вантажем або в місцях, де можливо падіння предметів, вантажів;
- палити тільки в спеціально облаштованих місцях, позначених табличкою «Місце для паління»;
- відвідувати інші структурні підрозділи підприємства слід у разі виробничої необхідності з дозволу керівника [33].

Забороняється:

- самовільно, без доручення адміністрації, без інструктажу, виконувати роботу, яка не входить в коло прямих обов'язків;

- приймати алкогольні напої, наркотичні речовини та знаходитись у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння;
- розводити багаття, користуватися відкритим вогнем на території підприємства [9].

Вимоги безпеки

До надзвичайних ситуацій відносяться:

- несправність обладнання;
- виникнення зовнішніх умов, небезпечних для експлуатації обладнання;
- травма працівника;
- пожежа в зоні роботи.

При виникненні надзвичайної ситуації працівник зобов'язаний:

- припинити роботи і вимкнути устаткування;
- виконати вимоги розділу «Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях» відповідних інструкцій з охорони праці;
- повідомити про надзвичайну ситуацію безпосереднього керівника та службу охорони праці.

У випадку стихійного лиха залишити приміщення і прибути на місце збору. Аварійні ситуації, що виникають на території підприємства-замовника ліквідуються персоналом цих підприємств відповідно плану локалізації ліквідації аварій, чинному на цьому підприємстві [33].

У випадку пожежі діяти відповідно до вимог інструкції «Про заходи пожежної безпеки» [29].

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Екологічні проблеми теплогенерації в м. Миколаїв та шляхи їх вирішення. Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини - невід'ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України.

З цією метою Україна здійснює на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, захисту життя і здоров'я населення від негативного впливу, зумовленого забрудненням навколишнього природного середовища, досягнення гармонійної взаємодії суспільства і природи, охорону, раціональне використання і відтворення природних ресурсів [34].

Миколаїв стабільно входить до десяти міст України з найбруднішим повітрям. За даними Миколаївського обласного центру з гідрометеорології, вміст формальдегідів у повітрі у 3-7, а подекуди і в 9-10 разів перевищує гранично допустимі концентрації, діоксиду азоту - в півтора рази. Звісно, така екологічна ситуація напряду позначається на здоров'ї жителів міста. За даними управління охорони здоров'я Миколаївської міської ради, кількість недужих на онкологічні захворювання та захворювання дихальних шляхів невпинно зростає [35].

Протягом багатьох років у рейтингу найбільших забруднювачів атмосфери міста й області фігурують Миколаївські підприємства комунальної теплової енергетики. Вони централізовано забезпечують теплом переважну частину промислових підприємств, житлових та адміністративних будівель міста Миколаєва [34].

Наприклад Миколаївська ТЕЦ забезпечує опаленням понад 50 % багатоповерхових житлових будинків та промислових підприємств Миколаєва з одночасним постачанням електроенергії в енергосистему України і є важливим виробником електроенергії в Миколаєві. Кожного року ПрАТ «Миколаївська

ТЕЦ» викидає в повітря близько 100 т забруднюючих речовин, обласне комунальне підприємство "Миколаївоблтеплоенерго" 300 т [35].

Ці найбільші підприємства теплової генерації здійснюють негативний вплив на біосферу різного характеру:

1) збільшення споживання кисню з повітря, необхідного для спалювання палива;

2) водоспоживання і водовикористання, що зумовлює зміни у природному матеріальному балансі водного середовища;

3) осідання на поверхні води твердих викидів з атмосфери, викликаних продуктами згоряння органічного палива, що змінює властивості води, її забарвлення тощо;

4) потрапляння на поверхню ґрунту кислот і кислотних залишків, важких металів і їхніх сполук, канцерогенних речовин у вигляді твердих частинок і розчинів;

5) викидання на поверхню суші й води продуктів спалювання твердого палива (зола, шлаки), а також продуктів продувань, очищення поверхонь нагріву (сажа, зола тощо);

6) потрапляння на поверхню води й суші рідкого та твердого палива під час транспортування, переробки, перевантаження і складування;

7) випадання твердих і рідких радіоактивних відходів, що характеризуються умовами їхнього розповсюдження в гідро- й літосфері [36].

Останнім часом на підприємствах реалізують інвестиційні програми з модернізації потужностей, які дозволять знизити обсяги забруднюючих викидів. Так "ОКП "Миколаївоблтеплоенерго" є учасником проєкту "Підвищення енергоефективності в сфері централізованого теплозабезпечення України", який фінансується за рахунок позик, наданих Міжнародним банком реконструкції та розвитку і Фондом чистих технологій. Метою проєкту є підвищення енергоефективності, якості послуг ОКП "Миколаївоблтеплоенерго" як підприємства, що відповідає за централізоване теплозабезпечення, зниження викидів забруднюючих речовин і парникових газів, у тому числі в атмосферне

повітря. У межах проєкту зі зниження викидів провели модернізацію та реконструкцію котелень, у тому числі заміну застарілих котлів, пальників, насосів і автоматики, модернізацію та реконструкцію теплотрас й іншого обладнання. У Миколаївській міськраді запевняють, що ці заходи дозволять знизити згубний вплив підприємств теплової енергетики міста на його атмосферу [37].

Аналіз ситуації, що склалася в місті, з урахуванням світового досвіду, показує, що до числа недостатньо вживаних або невживаних резервів, які покращать екологічну ситуацію в місті відносяться:

- тверді побутові відходи, які при спаленні на сміттєспалювальному заводі можуть покривати значну частину потреби міста в теплі та електроенергії, а також можуть окремо збиратися (наприклад, папір) і вторинно перероблятися;
- водоспоживання, яке може бути значно скорочене за рахунок установлення приладів обліку всім споживачам, корегування нормативів водоспоживання і ціни на воду, при цьому буде значно скорочена кількість господарсько-побутових стічних вод;
- водорозподіл і водовідведення, які на цей час недостатньо досконалі і тому енергоємні;
- тепло стічних каналізаційних вод;
- брикетоване паливо з органічних відходів рослинного походження для котельних замість вугілля;
- зниження витрат на опалення будівель, за рахунок усунення теплових витоків;
- переробка опалого листя і зрізаних гілок на компост з подальшою його реалізацією як добрива;
- теплова зйомка будівель і споруд міста для виявлення теплових втрат та їх усунення;
- забір тепла від стічних вод каналізації і його використання для опалення міста;

- використання дахових котелень з метою зменшення витрат при транспортуванні теплоносіїв і виключення розвідних мереж гарячого водопостачання;
- використання для котельних міста місцевої сировини брикетованих деревних та інших рослинних відходів;
- обладнання будинків теплообмінними системами тепlopостачання без подачі теплоносія в будинки;
- установлення теплотічильників усім споживачам на кожний будинок із розподілом витрат пропорційно житловій площі, на кожну установу та організацію. Кожній котельні – лічильник тепла на виході;
- закриття малоефективних котелень;
- реконструкція теплових мереж із застосуванням попередньо ізольованих труб;
- розвиток альтернативних видів енергії й палива: повітряної електростанції, геліоустановки тощо;
- повна газифікація малих котелень і приватного сектору, в т.ч. у передмісті, для виключення “низьких” викидів [36].

Необхідно зазначити, що важливим, але недооціненим до цього часу, резервом є екологічне виховання та освіта. Належне екологічне виховання з раннього віку дозволить виховати покоління, яке буде жити в чистому природному середовищі [37].

ВИСНОВКИ

Згідно аналізу літературних джерел та проведених розрахунків, можна зробити наступні висновки:

1. У роботі було розглянуто та досліджено метрологічні характеристики теплोलічильників Суперком-01-1 та SHARKY 775.

2. Проводився розрахунок абсолютної та відносної похибки приладів обліку теплової енергії за допомогою спеціального обладнання в умовах ДП «Миколаївстандартметрологія».

3. У ході розрахунку було підтверджено відповідність технічних приладів нормам Державного стандарту та експлуатаційній документації.

4. В результаті проведених обчислень відносна похибка теплообчислювача при перетворенні вхідних сигналів та обчисленні кількості теплоти при заданих значеннях температур становить:

- $3\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ - 0,30%;
- $10\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 0,07%;
- $20\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\text{max}}$ – 0,24%%.

Згідно ДСТУ 3339-96 лічильник складений відповідає класу точності 4,0. Теплोलічильник Суперком 01-1 визнано придатним до застосування.

5. В результаті проведених обчислень відносна похибка теплообчислювача при перетворенні вхідних сигналів та обчисленні кількості теплоти при заданих значеннях температур становить:

- $3\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ - 0,30%;
- $10\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 0,07%;
- $20\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\text{max}}$ – 0,24%%.

Згідно ДСТУ 3339-96 лічильник єдиний відповідає класу точності 5. Теплोलічильник Sharky 775 визнано придатним до застосування.

ПРОПОЗИЦІЇ

- Державна політика повинна бути направлена на досягнення 100-відсоткового обліку тепла. Оснащення систем тепlopостачання сучасними приладами обліку і регулювання дозволяє економити енергоресурси.
- Всі прилади обліку теплової енергії повинні повірятися не тільки в черговому порядку, а й позачерговою повіркою, ініційованою власниками приладів. Це дасть можливість уникнути переплат за теплову енергію у випадку пошкодження або порушення метрологічних характеристик теплолічильника.
- При придбанні приладу обліку теплової енергії слід надавати перевагу теплолічильникам більш високого класу точності, які мають менші похибки основних метрологічних характеристик.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергоефективність [Електронний ресурс] –URL: <https://mereg.com/wp-content/uploads/2019/.pdf>.
2. ДСТУ 3339-96 . Теплолічильники. Загальні технічні вимоги / Наказ Держстандарту України від 28 червня 1996 р. № 2632/ ДП «УкрНДНЦ». - 1996. URL: <http://online.budstandart.com/ua/catalog>.
3. ДСТУ EN 1434-1:2019 . Теплолічильники. Частина 1. Загальні вимоги/ Держстандарт України. - 2019. URL: <http://online.budstandart.com/ua> .
4. Лічильники тепла / холоду [Електронний ресурс] –URL: <https://antap.com.ua/produksiia/lichlynyky-tepla-kholodu> .
5. Що потрібно знати при встановленні лічильника тепла [Електронний ресурс] – URL: <https://www.megawatt-ltd.com/что-нужно-знать-ua>
6. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України № 1314-VII від 05.06.2014/ Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua>.
7. Про стандартизацію: Закон України № 1315-VII від 05.06.2014 / Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua>.
8. Про технічні регламенти та оцінку відповідності: Закон України № 124-VIII від 15.01.2015/ Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
9. СТАТУТ / ДП «Миколаївський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації" (нова редакція) . - Миколаїв, 2021.
10. Вчора, сьогодні та завтра Миколаївського регіонального центру стандартизації, метрології та сертифікації / Т. Філіпова. - Миколаїв, 2011 р.- 114 с.
11. Макарова Н. За крок до століття: стаття / Н. Макарова // Имена. - 2020. - № 59. - С.12-20.
12. Золотой стандарт: стаття / Ред. //Южная правда, - 2020. - № 89. - С.1-3.
13. Про затвердження Критеріїв, яким повинні відповідати наукові метрологічні центри, державні підприємства, які належать до сфери управління

Міністерства економічного розвитку і торгівлі України: Наказ Мінекономрозвитку України 23.09.2015 № 1192Н / Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. URL: <https://mon.gov.ua/storage>.

14. Теплолічильники складені. Методика повірки МПУ 041/06-2013: Міністерство економічного розвитку та торгівлі України/ ДП „Укрметртестстандарт”. - Київ, 2013.

15. Про затвердження переліку категорій законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці: постанова Кабінету Міністрів України від 4.06.2015 р. № 374/ Кабінет Міністрів України. URL: <https://mon.gov.ua>.

16. Про затвердження Норм часу, необхідного для проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації: Наказ Мінекономрозвитку України від 21.12.2015 № 1719/ Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. URL: <https://mon.gov.ua>

17. Техническое описание руководство по монтажу и эксплуатации [Електронний ресурс] – URL: <https://docplayer.com/>.

18. Теплосчетчик ультразвуковой Суперком-01-1-sks-3 [Електронний ресурс] – URL: https://energopribor.zp.ua/supercom_01_1.html.

19. Паспорт_Pt-500 [Електронний ресурс] – URL: <http://tkomfort.com/sites/tkomfort.com/files/.pdf>.

20. Счетчики воды механические [Електронний ресурс] – URL: <https://www.apator-powogaz.com.ua/powogaz/powogaz-js>.

21. Побутові теплолічильники Sharky 775 [Електронний ресурс] – URL: <https://elmisto.com.ua/ua/p200620759-teploschetchik-sharky-775.html>.

22. ДСТУ EN 1434-5:2017 .Теплолічильники. Первинна повірка. / Держстандарт України. - 2017. URL: <http://online.budstandart.com/ua>.

23. Про охорону праці: Закон України № 2695-ХІІ від 14.10.92/ Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws>.

24. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, № 41.

25. Інструкція з охорони праці № 44 при повірці та калібруванні засобів вимірювальної техніки ЗВТ температури / ДП «Миколаївський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». - Миколаїв, 2021.
26. Інструкція з охорони праці № 45 при повірці та калібруванні засобів вимірювальної техніки тиску і вакууму / ДП «Миколаївський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». - Миколаїв, 2021.
27. Інструкція з охорони праці № 46 перша допомога потерпілим від нещасних випадків / ДП «Миколаївський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». - Миколаїв, 2021.
28. Інструкція з охорони праці № 57 при роботах на електричних підстанціях, розподільчих пристроях напругою до і вище 1000 В / ДП «Миколаївський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». - Миколаїв, 2021.
29. Інструкція з охорони праці № 61 про заходи пожежної безпеки / ДП «Миколаївський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». - Миколаїв, 2021.
30. Інструкція з охорони праці № 63 при роботі на персональному комп'ютері / ДП «Миколаївський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». - Миколаїв, 2021.
31. Інструкція з охорони праці № 86 при ручному переміщенні приладів засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) / ДП «Миколаївський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». - Миколаїв, 2021.
32. Кодекс цивільного захисту України: Кодекс від 02.10.2012 / Верховна Рада України. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62251.
33. Інструкція з техногенної безпеки / ДП «Миколаївський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». - Миколаїв, 2021.
34. Чи вибереться Миколаївська область з екологічної пастки [Електронний ресурс] – URL: <https://ukranews.com/ua/publication/>
35. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області [Електронний ресурс] – URL: <https://ecolog.mk.gov.ua/> .pdf

36. Екологічна характеристика та вплив на довкілля ТЕС [Електронний ресурс] – URL: <http://eco.com.ua/content/ekologichna-harakteristika-ta-vpliv-na>.
37. Міська екологічна політика [Електронний ресурс] – URL: <https://mkrada.gov.ua/content/miska-ekologichna-politika.html>.
38. Уникальное ядро жизненных стандартов Украины: статья / Ред. // Южная правда, - 2021. - № 74. - С.1-2.
39. ДСТУ 2465-94 Сумісність технічних засобів електромагнітна: Державний стандарт/Технічний комітет.- 1995. URL: https://national_standards_ukr.academic.ru.
40. ДСТУ 2625-94 Сумісність технічних засобів електромагнітна Сійкість до загасаючого змінного магнітного поля. Технічні вимоги і методи випробувань: Державний стандарт/ Технічний комітет.- 1995.
41. ДСТУ 2626-94 Сумісність технічних засобів: Державний стандарт/ Технічний комітет.- 1995. URL: https://national_standards_ukr.academic.ru
42. ДСТУ 2793-94 — Сумісність технічних засобів електромагнітна. Сійкість до потужних електромагнітних завад. Загальні положення : Державний стандарт/ Технічний комітет.- 1996. URL: : https://national_standards_ukr.academic.ru
43. ДСТУ EN 1434-:2019 . Теплолічильники. Частина 3.: Держстандарт України. - 2019. URL: <http://online.budstandart.com/ua>.
44. ДСТУ 3561-97 - (ГОСТ 20683 97) (ISO 3037:1994) Картон тарний. Метод визначення опору торцевому стисненню: Держстандарт України. - 1999. URL: <http://online.budstandart.com/ua>.
45. Єременко В.С. Шляхи мінімізації сумарної похибки вимірювання швидкості ультразвуку в матеріалах з неоднорідною структурою / В.С. Єременко, Р.М. Галаган // Електротехнічні та комп'ютерні системи. Науково технічний журнал. – Одеса. – 2012. – № 06 (82). – С. 39-45.
46. Ультразвуковые датчики [Електронний ресурс] –Режим доступу до ресурсу: <https://mirrobo.ru/micro/ultrazvukovye-datchiki/>.
47. Енергоефективність та енергозбереження [Електронний ресурс] –

URL: <http://gpmrada.gov.ua/energoefektivnist/>.

48. Навіщо потрібен лічильник тепла [Електронний ресурс] – URL: <https://thermomodernisation.org/teplolichilnik/>.

49. Види приладів обліку теплової енергії і теплоносія [Електронний ресурс] – URL: <https://beregbud.com.ua/vidi-priladiv-obliku-teplovo%D1%97-energi%D1%97/>.

50. Види счетчиков тепла: какой вариант выбрать [Електронний ресурс] – URL: <https://poverka.org.ua/ru/vidy-schetchikov-tepla-kakoj-variant-vybrat/>.

51. Екологічний паспорт міста [Електронний ресурс] – URL: <https://mkrada.gov.ua/content/ekologichniy-pasport-mista.html>.

ДОДАТКИ

Додаток А

Градуювальна характеристика датчиків температури Pt500

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	500	501,95	503,9	505,86	507,81	509,76	511,71	513,66	515,61	517,56
	519,51	521,46	523,4	525,35	527,30	529,24	531,19	533,13	535,08	537,02
10	538,96	540,91	542,8	544,79	546,73	548,67	550,61	552,55	554,49	556,42
	558,36	560,30	562,2	564,17	566,10	568,04	569,97	571,90	573,84	575,77
20	577,70	579,69	581,5	583,49	585,42	587,35	589,28	591,20	593,10	595,86
	596,98	598,91	600,8	602,75	604,68	606,60	608,52	610,44	612,36	614,29
30	616,21	618,12	620,0	621,96	623,88	625,80	627,71	629,63	631,54	633,46
	635,37	637,28	639,2	641,11	643,02	644,93	646,84	648,75	650,66	652,57
40	654,48	656,39	658,2	660,20	662,11	664,01	665,92	667,82	669,72	671,63
	673,53	675,43	677,3	679,23	681,13	683,03	684,93	686,83	688,73	690,63
50	692,52	694,42	696,3	698,21	700,10	702,00	703,89	705,78	707,68	709,57
	711,46	713,35	715,2	717,13	719,02	720,90	722,79	724,68	726,56	728,45
60	730,34	732,22	734,1	735,99	737,87	739,75	741,63	743,52	745,40	747,28
	749,16	751,03	752,9	754,79	756,67	758,54	760,42	762,29	764,17	766,04
70	767,92	769,79	771,6	773,53	775,41	777,28	779,15	781,02	782,88	784,75
	786,62	788,49	790,3	792,22	794,09	795,95	797,82	799,68	801,54	803,41
80	805,27	807,13	808,9	810,85	812,71	814,57	816,43	818,29	820,14	822,00
	823,86	825,71	827,5	829,42	831,28	833,13	834,98	836,83	838,69	840,54
90										
100										
110										

¹ Дані, введені до протоколу відповідають технічним параметрам теплолічильника, але є умовними. Отримані дані повірки не є документально підтвердженими і не мають на меті рекламу виробника теплолічильників.