

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Механічний факультет

Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

ДИПЛОМНА РОБОТА

бакалавра

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ТЕПЛОЛІЧИЛЬНИКА

Завідувач кафедри, канд. техн. наук, доцент



О. І. Богатов

Нормоконтролер, канд. техн. наук



М.В.Москаленко

Консультант, канд. техн. наук, доцент



О. І. Богатов

Керівник, канд. техн. наук, доцент



М.В.Москаленко

Студент гр. ММ-41-19



А.В. Гончаренко

Харків – 2023

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Факультет механічний
Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності
Освітній рівень бакалавр
Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»
Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри



О. І. Богатов

« » 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гончаренко Андрію Віталійовичу

1. Тема роботи: «Розроблення процедури оцінки відповідності теплолічильника».
Керівник роботи Москаленко Марина Володимирівна, к. т. н., доцент.
Затверджені наказом вищого навчального закладу від «31» березня 2023 року № 31
2. Строк подання студентом роботи 10.06.2023 р.
3. Вихідні дані до роботи: звіт з переддипломної практики.
4. Перелік питань, які потрібно розробити: 1. Аналізування вимог технічного регулювання та його гармонізація з європейською моделлю. 2. Огляд законодавчих вимог до оцінки відповідності засобів вимірвальної техніки. 3. Огляд методів та засобів вимірювання тепла. 4. Розроблення процедури оцінки відповідності теплолічильника. 5. Охорона праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання. 6. Висновки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): непередбачено

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Канд. техн. наук, доц. Богатов О. І.		

7. Дата видачі завдання 03 квітня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналізування вимог технічного регулювання та його гармонізація з європейською моделлю	07 квітня – 20 квітня 2023 р.	виконано
2.	Огляд законодавчих вимог до оцінки відповідності засобів вимірювальної техніки	21 квітня - 01 травня 2023 р.	виконано
3.	Огляд методів та засобів вимірювання тепла	02 травня – 10 травня 2023 р.	виконано
4.	Розроблення процедури оцінки відповідності теплотічильника	11 травня – 17 травня 2023 р.	виконано
5.	Розгляд питань охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання.	18 травня – 25 травня 2023 р.	виконано
6.	Формулювання висновків.	26 травня – 30 травня 2023 р.	виконано
7.	Оформлення дипломної роботи.	31 травня – 05 червня 2023 р.	виконано
8.	Створення презентації на Power Point.	05 червня – 08 червня 2023 р.	виконано
9.	Подання роботи керівнику.	09 червня – 10 червня 2023 р.	виконано

Студент



А.В. Гончаренко

Керівник роботи



М.В. Москаленко

РЕФЕРАТ

Дипломна робота бакалавра: 71 с., 8 рис., 15 джерел, 1 додаток.

Ключові слова: ДАТЧИК, КЛАС ТОЧНОСТІ, ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ, ПОХИБКА, ТЕПЛОЛІЧИЛЬНИК, ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ.

Об'єкт дослідження – теплолічильники.

Мета роботи – розроблення процедури оцінки відповідності теплолічильника.

Методи дослідження – теоретичні, що базуються на фундаментальних положеннях метрології щодо забезпечення єдності вимірювань, технічного регулювання та методах аналізу.

Наукова новизна роботи полягає в аналізуванні вимог законодавчої метрології та технічного регулювання, методів та засобів вимірювання тепла, їх застосування під час практичної діяльності.

Практична значимість результатів, отриманих в роботі, полягає в тому, що проведено аналіз сучасних вимог до теплолічильників, до забезпечення єдності вимірювань під час їх використання та розроблена процедура оцінки відповідності теплолічильника.

Результати роботи можуть бути також використані у вищих навчальних закладах при підготовці фахівців за спеціальністю 152 "Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка", під час організації та проведення оцінки відповідності теплолічильника.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналізування вимог технічного регулювання та його гармонізація з європейською моделлю	7
1.1 Становлення європейської моделі технічного регулювання	7
1.2 Огляд законодавчих вимог до оцінки відповідності засобів вимірювальної техніки	15
2 Огляд методів та засобів вимірювання тепла	17
2.1 Методи вимірювань тепла	17
2.2 Засоби вимірювання тепла	27
2.3 Сучасні вимоги до теплотічильників	33
3 Розроблення процедури оцінки відповідності теплотічильника	38
4 Охорона праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання	48
Висновки	57
Перелік посилань	58
Додаток А Ілюстративний матеріал до дипломної роботи	61

ВСТУП

За останні десятиліття в Україні та в усьому світі, відомо, постала гостра необхідність в ощадливому використанні енергетичних ресурсів. За низьких цін на енергоносії в минулому, не вважали проблемою те, що житлово-комунальне господарство є однією із найбільш енерговитратних галузей. Перше місце в структурі витрат житлово-комунального господарства займають витрати енергоресурсів на теплове постачання. Тому, економія енергетичних ресурсів у житлово-комунальному господарстві залежить, передусім, від економії в галузі теплопостачання. Централізовані системи теплопостачання удосконалюються саме для підвищення ефективності теплопостачання - підвищується теплоізоляція теплопроводів, використовується ефективніше устаткування, сучасні прилади автоматики і керування; підвищується рівень енергетичної ефективності будинків. Обладнання будинків засобами обліку витрат тепла - теплолічильниками, є важливим заходом.

Враховуючи те, що теплолічильники є законодавчо регульованими засобами виміральної техніки та на них поширюється дія Технічного регламенту, вони підлягають обов'язковому проходженню оцінки відповідності. Проведення оцінки відповідності теплолічильників сприяє дотриманню їх відповідності встановленим законодавчим вимогам та забезпеченню достовірності їх показів. Тому на цей час є дуже актуальним питання розроблення процедури оцінки відповідності теплолічильників, для чого необхідно провести аналізування вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів, які містять вимоги до теплолічильників та їх оцінки відповідності.

1 АНАЛІЗУВАННЯ ВИМОГ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЙОГО ГАРМОНІЗАЦІЯ З ЄВРОПЕЙСЬКОЮ МОДЕЛЛЮ

1.1 Становлення європейської моделі технічного регулювання

Після того, як у 2014 році Україна уклала Угоду про асоціацію з Європейським Союзом (далі - ЄС) з метою створення зони вільної торгівлі з ЄС, в Україні почався етап приведення свого законодавства та практичної діяльності у відповідність до законодавства ЄС. З метою допомоги на шляху впровадження нових правил була написана «Блакитна настанова» з імплементації правил ЄС щодо продуктів [1], метою якої було сприяти розумінню зацікавленими громадянами нашої країни вимог чинного законодавства ЄС.

Законодавство ЄС завжди мало основною метою забезпечення вільного руху товарів на території ЄС та за останні 40 років пройшло такі чотири основні етапи (рисунок 1.1):

- «Старий підхід» з детальними текстами нормативно-правових актів та нормативних документів, що містять всі необхідні технічні та адміністративні вимоги;
- розроблений в 1985 році «Новий підхід», який обмежив зміст «суттєвих вимог» законодавства, залишивши технічні деталі європейським гармонізованим стандартам;
- розробка інструментів оцінки відповідності, що стала необхідною під час впровадження різноманітних актів Гармонізованого законодавства ЄС як для Нового, так і для Старого підходів;
- прийняті в липні 2008 року «Нові законодавчі рамки», що були засновані на Новому підході та доповнили загальну законодавчу базу усіма необхідними елементами для ефективної оцінки відповідності, акредитації та ринкового нагляду, включаючи контроль продукції з-поза меж ЄС.

Старий підхід відображав традиційний спосіб, в який національні органи влади розробляли технічне законодавство, глибоко вдаючись в подробиці, як правило, на ґрунті невпевненості в чесності суб'єктів господарської діяльності у питаннях здоров'я та безпеки населення. Спроба змінити цю ситуацію вперше відбулась з прийняттям Директиви 83/189/ЕЕС від 28 березня 1983 року, яка спростила процедуру прийняття національних технічних регламентів та їх узгодження між державами-членами та Комісією для уникнення нових технічних бар'єрів на шляху вільного пересування товарів. Одночасно із законодавчими ініціативами щодо запобігання новим бар'єрам і сприяння вільному руху товарів також велась робота із систематичного застосування принципу взаємного визнання, закріпленого в законодавстві ЄС. Продукція, яка була законно виготовлена або реалізувалась на ринку в одній з держав-членів, могла пересуватись по всьому ЄС без перешкод, якщо така продукція відповідала рівням захисту, еквівалентним тим, що встановлені державою-членом, куди вона прямувала.

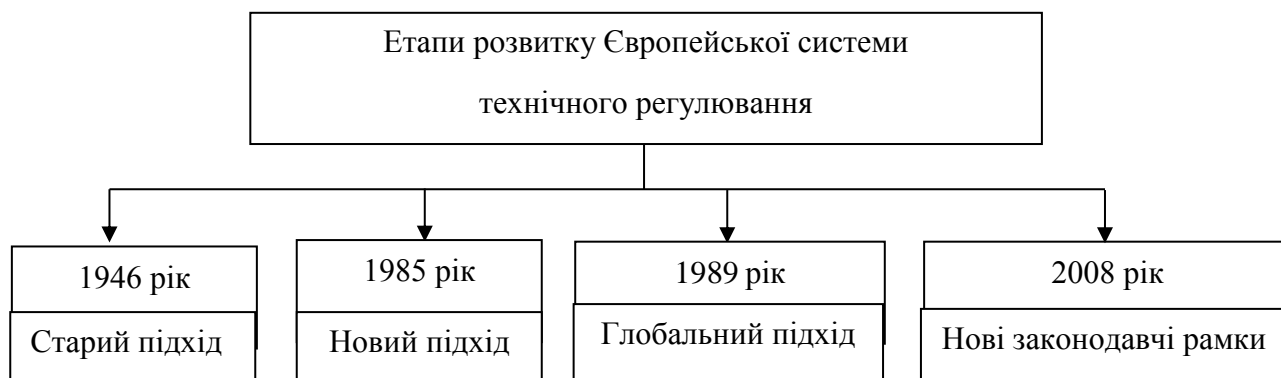


Рисунок 1.1 - Етапи розвитку європейської системи технічного регулювання

Бар'єри для вільного пересування, які були результатом відмінностей у національному законодавстві, могли бути прийнятними лише у важливому випадку, який підтримується національними заходами.

Законодавчі принципи Нового підходу, схвалені Радою Міністрів 7 травня 1985 року в своїй Резолюції про Новий підхід до технічної гармонізації та стандартів, дозволили ще спростити забезпечення продукції певним вимогам. Відповідно до цих принципів:

- суттєві вимоги (бажано щодо експлуатаційних характеристик або функціональних вимог) повинні бути зведені до гармонізованого законодавства, яким повинна відповідати продукція, введена в обіг на ринку ЄС, якщо вона користується правом вільного руху в межах ЄС;

- технічні специфікації для продукції, яка відповідає суттєвим вимогам, мають бути викладені в гармонізованих стандартах, котрі можуть застосовуватись поряд із законодавством;

- перевагу відповідності відповідним суттєвим вимогам застосовного законодавства отримує продукція, виготовлена відповідно до гармонізованих стандартів, і в деяких випадках виробник може скористатись спрощеною процедурою оцінки відповідності (наприклад, оформляючи декларацію виробника про відповідність);

- застосування гармонізованих або інших стандартів завжди залишається добровільним, і виробник завжди може застосувати інші технічні специфікації, щоб забезпечити відповідність вимогам. Гармонізовані стандарти в рамках Нового підходу вимагали надавати гарантований рівень захисту стосовно суттєвих вимог, встановлених законодавством.. Тому суттєві вимоги на законодавчому рівні встановлювалися для певної продукції, а визначені гармонізовані стандарти встановлювали вимоги до цієї продукції.

Світова організація торгівлі (далі - СОТ) також прийняла принцип покладання на стандарти в технічних регламентах. У своїй Угоді про технічні бар'єри в торгівлі вона заохочувала використання міжнародних стандартів.

Переговори з приводу перших текстів актів Гармонізованого законодавства Союзу, заснованих на Новому підході, відразу засвідчили той факт, що визначення суттєвих вимог та розроблення гармонізованих стандартів не були достатніми для створення необхідного рівня довіри між Державами-

членами і що повинні бути розроблені відповідно наявної горизонтальної політики з оцінки відповідності та певних інструментів. Тому в 1989 і 1990 роках Рада прийняла Резолюцію про Глобальний підхід і Рішення 90/683/ЕЕС, що встановлювало загальні настанови і детальні процедури оцінки відповідності. На сьогоднішній день їх було оновлено Рішенням №768/2008/ЕС [2] про спільні рамки реалізації продукції.

Розробка спільних інструментів для оцінки відповідності в усіх сферах (як для регульованих, так і нерегульованих областей) була основним напрямком дії цих документів. Стандартизація політики щодо продукції передбачала, що технічні специфікації, відповідність яким може бути продемонстрована, визначають стандарти. Комісіями CEN і CENELEC були прийняті стандарти серії EN 45000, які треба застосовувати для визначення компетентності третіх сторін, залучених до оцінки відповідності. Механізм, згідно з директивами Нового підходу, встановив, що національні органи влади повідомляють про треті сторони, призначені для проведення оцінки відповідності на основі застосування цих стандартів.

Процедури оцінки відповідності та правила їх вибору і використання в директивах (модулі) були розроблені на основі документів Міжнародної організації по стандартизації. Модулі були структуровані таким чином, щоб сприяти вибору найлегших («внутрішній контроль виробництва») для простої продукції або продукції, яка не представляє серйозних ризиків, і переходити до більш комплексних (цілковите забезпечення якості) випадків, де ризики є серйознішими або продукція/технології більш складні. З метою відповідності сучасному виробничому процесу, модулі охоплюють як процеси оцінки відповідності продукції, так і оцінку управління якістю, залишаючи законодавству право визначати найбільш підходящі модулі для кожного сектору. Наприклад, індивідуальна сертифікація для кожного виробу масового виробництва не завжди є ефективною.

З метою забезпечення прозорості та ефективності, серія стандартів ISO 9000 щодо забезпечення якості була гармонізована на європейському рівні

та інтегрована в модулі. Це дозволило суб'єктам господарської діяльності, які добровільно використовували ці інструменти для зміцнення свого іміджу якості на ринку, скористатися ними й у регульованих секторах. Всі ці дії спрямовувались на поліпшення процесу оцінки відповідності продукції. Паралельно, у той час розвивається європейське співробітництво в галузі акредитації для посилення контролю та підвищення довіри до третіх сторін, які займаються оцінкою відповідності продукції та систем управління якістю. Ці заходи призвели до прийняття близько 27 директив на основі принципів Нового підходу, що значно менше, ніж традиційний обсяг директив у промисловому секторі, яких налічується близько 700.

Але 7 травня 2003 року Комісія прийняла Повідомлення до Ради та Європейського Парламенту з пропозицією можливого перегляду деяких елементів Нового підходу. Це, у свою чергу, призвело до Резолюції Ради від 10 листопада 2003 року про Повідомлення Європейської Комісії «Посилення впровадження Директив Нового підходу».

Основними елементами, що вимагали уваги, були: загальна узгодженість та послідовність, процес нотифікації, акредитація, процедури оцінки відповідності (модулі), маркування знаком СЕ та ринковий нагляд (включаючи перегляд процедур положення щодо запобіжних заходів). Тому додатково до Нового підходу з'явилися Нові законодавчі рамки.

Регламент (ЕС) № 765/2008 [3] та Рішення № 768/2008/ЕС [2] зібрали в Нових законодавчих рамках всі елементи, необхідні для забезпечення безпечності та відповідності промислової продукції вимогам, прийнятим для захисту різних суспільних інтересів і для забезпечення належного функціонування єдиного ринку. Акредитацію та ринковий нагляд закріплено встановленими Правилами (ЕС) No 765/2008 [3], також ці Правила узгоджують маркування знаком СЕ.

Оновлення, гармонізація та консолідація різних технічних інструментів, які вже використовувалися в існуючому Гармонізованому законодавстві Союзу (не лише в Директивах Нового підходу), здійснюється шляхом

Рішення № 768/2008/ЕС [2]. Це Рішення визначає терміни, критерії для призначення та нотифікації органів з оцінки відповідності, правила процедури нотифікації, процедури оцінки відповідності (модулі) та правила їх використання, механізми запобіжних заходів, обов'язки суб'єктів господарської діяльності та вимоги щодо простежуваності.

Нові законодавчі рамки враховують усіх суб'єктів господарської діяльності в ланцюгу постачання - виробників, уповноважених представників, розповсюджувачів та імпортерів, і визначають їх відповідні ролі щодо продукції. Однією з ключових змін є введення комплексної політики щодо ринкового нагляду, яка є найважливішою зміною, викликаною Новими законодавчими рамками у законодавчому середовищі ЄС. Це змінило баланс законодавчих положень ЄС, з орієнтації на встановлення вимог до продукції на етапі введення її в обіг, до забезпечення якості продукції протягом усього її життєвого циклу.

Таким чином, Нові законодавчі рамки створюють повну систему, яка об'єднує всі різноманітні елементи, необхідні для безпечності продукції, у вигляді узгодженого та комплексного законодавчого інструменту. Ця система може бути використана в усіх галузях промисловості і навіть ширше, оскільки політики щодо навколишнього середовища та охорони здоров'я також посиляються на значну кількість цих елементів. Застосування цих законодавчих рамок є обов'язковим для законодавства ЄС у випадках, коли потрібні відповідні правові норми.

Таким чином, на цей час регулювання функціонування всього єдиного ринку в Європейському Союзі забезпечується за допомогою цих Нових законодавчих рамок, які гарантують безпечність та якість продукції на протязі усього її життєвого циклу. А документи Регламент (ЕС) No 765/2008 [3] і Рішення № 768/2008/ЕС [2] затвердили цілісну систему, яка охоплює акредитацію, ринковий нагляд і маркування знаком СЕ, змінюючи підхід ЄС до безпеки продукції від фази введення в обіг до кінця життєвого циклу продукції.

Відповідна цій системі технічного регулювання у європейській системі законодавства передбачено такі аспекти:

- встановлення рівнів цілей для захисту суспільних інтересів стосовно відповідної продукції та основних характеристик безпеки;
- визначення обов'язків та вимог для суб'єктів господарської діяльності;
- етапи розвитку Європейської системи технічного регулювання, включаючи Новий підхід (1985 рік), Глобальний підхід (1989 рік) та Нові законодавчі рамки (2008 рік);
- встановлення рівня компетентності третіх сторін, таких як органи з оцінки відповідності, які оцінюють продукцію або системи управління якістю, а також механізми контролю за цими органами;
- визначення відповідних процесів оцінювання відповідності, таких як модулі, включаючи декларацію виробника про відповідність;
- впровадження механізмів ринкового нагляду (внутрішніх та зовнішніх), щоб забезпечити ефективну та бездоганну роботу всього законодавчого інструменту.

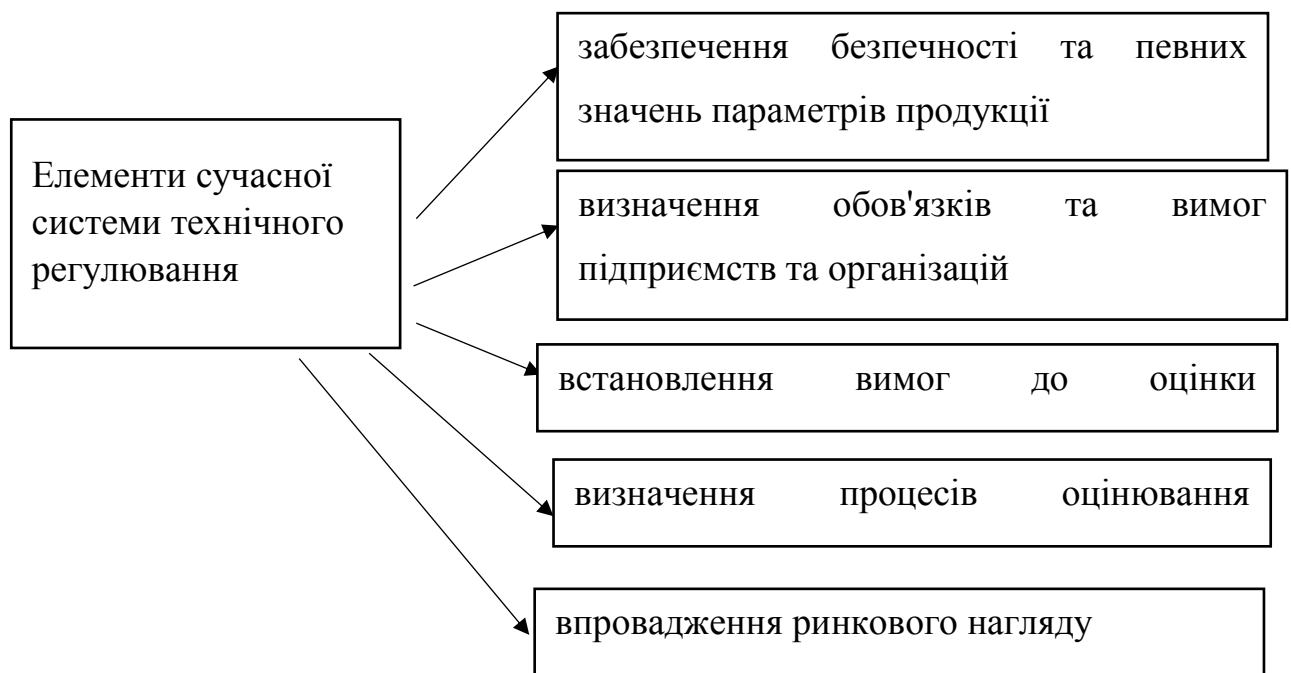


Рисунок 1.2 - Елементи сучасної системи технічного регулювання

Всі ці елементи взаємопов'язані та доповнюють один одного, створюючи ланцюг якості Європейського Союзу. Якість продукції залежить від якості виробничого процесу, на який впливає якість внутрішнього або здійсненого за допомогою зовнішніх органів випробування, яке залежить від якості процесів оцінювання відповідності, що залежить від якості органів, які, у свою чергу, залежать від якості контролю за ними, що залежить від якості нотифікації або акредитації. Вся ця система також залежить від якості ринкового нагляду і контролю продукції з третіх країн. Основний принцип правил Європейського Союзу щодо продукції полягає в тому, що незалежно від походження продукції, вона повинна відповідати відповідному Гармонізованому законодавству Союзу при введенні в обіг. Підходи до продукції, яка виготовлена в Європейському Союзі, та продукції з країн поза ЄС повинні бути однаковими. У 2014 році була підписана Угода про асоціацію. Підписана у 2014 році Угода про асоціацію України з ЄС має сприяти поступовій інтеграції України до внутрішнього ринку ЄС та передбачало здійснення гармонізації національного законодавства із законодавством ЄС, а саме до положень:

– Регламенту (ЄС) № 764/2008 [4] щодо визначення процедур, пов'язаних із застосуванням певних національних процедур до продукції, відповідно до якого оцінка відповідності продукції проводиться в Україні також за встановленими модулями оцінки відповідності;

– Регламенту (ЄС) № 765/2008 [3], що визначає вимоги до акредитації та ринкового нагляду щодо розміщення продукції на ринку, що призвело до внесення змін до ЗУ «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» та «Про державний ринковий нагляд і контроль нехарчової продукції»;

– Рішення № 768/2008/ЄС [2] про спільні правові рамки розміщення продукції на ринку.

Тому всі технічні регламенти у галузі метрології, що з'явилися в Україні після 2014 року, а саме Технічний регламент засобів вимірювальної техніки, Технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки

та Технічний регламент щодо неавтоматичних зважувальних приладів, розроблені на основі Директив ЄС та є гармонізованими є їх вимогами.

В результаті повної імплементації Угоди Україна створить таку систему технічного регулювання, яка буде гармонізована з системою технічного регулювання ЄС та буде забезпечувати відповідність продукції, виробленої в Україні, вимогам ЄС.

1.2 Огляд законодавчих вимог до оцінки відповідності засобів вимірювальної техніки

Відповідно до Закону України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» [5] оцінка відповідності засобів вимірювальної техніки – це процес доведення того, що задані вимоги, які стосуються продукції, процесу, послуги, системи, особи чи органу, були виконані.

Відповідно до Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» [6] оцінка відповідності законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки вимогам технічних регламентів проводиться у разі, коли це передбачено відповідними технічними регламентами.

Виробники цих засобів, призначені органи з оцінки відповідності та інші суб'єкти, визначені у відповідних технічних регламентах або передбачених ними процедурах оцінки відповідності, проводять оцінку відповідності законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки вимогам технічних регламентів. Технічні регламенти та інші нормативно-правові акти встановлюють порядок проведення оцінки відповідності законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки. Науковий метрологічний центр, уповноважений центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері метрології та метрологічної діяльності, повідомляє призначеним органам з оцінки відповідності про видані сертифікати перевірки типу засобів вимірювальної техніки. Сертифікат перевірки типу засобу вимірювальної техніки є документом, який засвідчує, що тип засобу

вимірювальної техніки затверджено. Нормативно-правовий акт центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері метрології та метрологічної діяльності, встановлює порядок ведення реєстру затверджених типів засобів вимірювальної техніки. Нормативно-правові акти можуть встановлювати вимоги щодо надання призначеними органами з оцінки відповідності іншої інформації, пов'язаної з виконанням ними процедур оцінки

відповідності законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки. Модулі оцінки відповідності є важливою частиною процесу оцінки відповідності засобів вимірювальної техніки. Вони є структурованими пакетами документів, які доводять відповідність продукту вимогам стандартів та законодавчих актів.

Існує декілька модулів оцінки відповідності, які можуть бути застосовані згідно з типом та класом засобу вимірювальної техніки, а також з тим, який орган здійснює оцінку відповідності.

Основні модулі оцінки відповідності, які можуть застосовуватись та описують процес оцінки відповідності, це:

модуль А - відповідність на підставі внутрішнього контролю виробництва;

модуль А.2 - Внутрішній контроль виробництва з наглядовими перевітками засобів вимірювальної техніки через довільні інтервали часу;

модуль В - відповідність на підставі перевірки типу засобу вимірювальної техніки;

модуль С - відповідність типу на основі внутрішнього контролю виробництва;

модуль С.2 - відповідність типу на основі внутрішнього контролю виробництва з наглядовими перевітками засобів вимірювальної техніки через довільні інтервали часу;

модуль D - відповідність типу шляхом забезпечення якості виробничого процесу;

модуль D.1 - забезпечення якості виробничого процесу;

модуль Е - відповідність типу шляхом забезпечення якості засобу вимірювальної техніки;

модуль Е.1 - забезпечення якості кінцевого контролю та випробувань засобів вимірювальної техніки;

модуль F - відповідність типу за результатами перевірки засобів вимірювальної техніки.

У кожному конкретному випадку можуть бути застосовані різні модулі оцінки відповідності, в залежності від характеристик виробу та законодавчих вимог, що до нього застосовуються. Важливою частиною процесу оцінки відповідності є застосування вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів та використання відповідних модулів.

2 ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ТЕПЛА

2.1 Методи вимірювання тепла

Методи вимірювань тепла включають в себе різноманітні техніки, які використовуються для вимірювання теплових характеристик різних матеріалів та середовищ.

Існує декілька методів вимірювання тепла (рисунок 2.1), зокрема:

метод калориметрії: він полягає в тому, щоб виміряти зміну температури речовини після того, як вона була піддана тепловій обробці, та використовувати ці дані для визначення кількості тепла, що була передана.

метод термопар: термопара - це пристрій, який складається з двох різних металевих дротів, з'єднаних в одній точці. Якщо ця точка нагрівається, то виникає різниця потенціалів між двома дротами, яка може бути виміряна термопарою. З цим методом можна вимірювати температуру гарячих тіл.

метод термістрів: термістр - це пристрій, що змінює свій електричний опір при зміні температури. З цим методом можна вимірювати температуру гарячих тіл.

метод інфрачервоної термометрії: цей метод вимірює інфрачервоне випромінювання, яке віддається тілом. Це дозволяє виміряти температуру тіл, які знаходяться на відстані від приладу.

калориметрія: цей метод вимірювання тепла полягає в використанні калориметра для вимірювання зміни температури речовини під час хімічної реакції або іншого теплового процесу. Цей метод використовують, наприклад, для вимірювання теплового ефекту хімічних реакцій або для визначення теплових властивостей матеріалів.

методи термодинаміки: ці методи використовуються для вимірювання температури, тиску та інших параметрів теплового процесу, що дозволяє розрахувати теплову потужність та інші характеристики процесу. Наприклад, методи термодинаміки можуть бути використані для вимірювання теплової потужності електростанцій або теплових насосів.

методи термометрії: ці методи використовуються для вимірювання температури різних тіл та середовищ. Термометри можуть бути контактними (наприклад, ртутні, термопари, терморезистори) або безконтактними (наприклад, інфрачервоні термометри).

методи вимірювання теплового потоку: ці методи використовуються для вимірювання теплового потоку, що перетікає через поверхню тіла. Для вимірювання теплового потоку використовуються теплові датчики, які реєструють зміну температури або теплового потоку, що проходить через них. Ці методи використовуються для вимірювання теплової потужності та ефективності теплообмінних пристроїв.

методи теплового балансу: ці методи використовуються для визначення різниці теплових потоків в процесі теплообміну. Зазвичай вимірюються температури вхідного та вихідного потоків рідини або газу, що проходять через теплообмінний пристрій, та розраховуються теплові потоки.

методи вимірювання теплової ємності: ці методи використовуються для вимірювання теплової ємності матеріалів, що дозволяє визначити їх теплоємність та інші теплові властивості. Для цього зазвичай використовують

калориметр або інші пристрої, що дозволяють контролювати температуру матеріалу під час нагрівання та охолодження.

методи вимірювання теплового опору: ці методи використовуються для вимірювання теплового опору різних матеріалів та конструкцій. Для цього вимірюють температуру по обох боках теплової перегородки та розраховують теплову потужність та опір.

Кожен з цих методів має свої переваги та недоліки, а також відмінності в застосуванні. Дані методи вимірювання використовуються в багатьох галузях науки та техніки, включаючи будівництво, енергетику, транспорт, науку про матеріали тощо. Вибір методу вимірювання тепла залежить від багатьох факторів, таких як тип процесу, рівень точності вимірювання, доступність та вартість інструментів, що використовуються, та інші фактори.

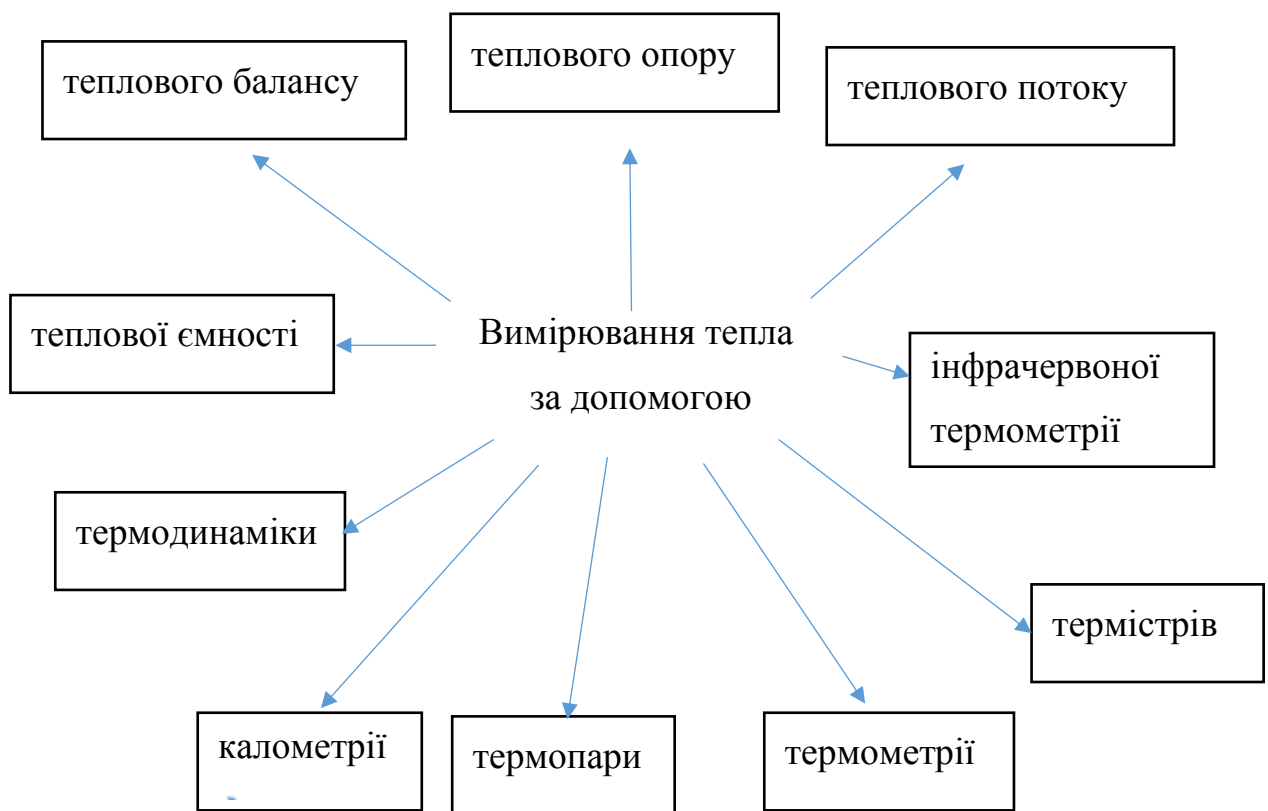


Рисунок 2.1 - Методи вимірювання тепла

Отримані під час вимірювання тепла значення підлягають обробці для розрахунку значення спожитого тепла для окремого споживача.

На сьогодні спожите тепло в окремого споживача обліковується двома способами. Якщо будинок не оснащений засобом обліку тепла, то розрахунок для індивідуальних споживачів ведеться за нормами витрат тепла на потреби опалення відповідно до вимог КТМ 204 України 244 [7]. Норми витрат — це показник витрат на виробництво одиниці продукції (роботи) для опалення приміщень з розрахунку на 1 м^2 загальної опалювальної площі чи 1 м^3 об'єму будов (за зовнішнім обміром). Для такого способу кількість спожитої теплової енергії знаходять так [8]:

$$Q_i = k \times S_i, \quad (2.1)$$

де Q_i — кількість тепла, використаного i -м споживачем;

k — норма споживання теплової енергії на обігрівання 1 м^2 за нормований період часу;

S_i — площа приміщення i -го споживача.

Споживання теплової енергії на обігрівання 1 м^2 встановлюються для окремих регіонів на основі розрахунків витрат тепла за попередні роки. Витрати тепла на опалення визначаються щороку за формулами, які залежать від зовнішньої температури в опалювальний період, тривалості цього періоду, кількості годин роботи систем опалення на добу та інших факторів. Такий підхід не враховує ступінь застосування приміщень, особливості планування будинків та інші теплотехнічні фактори, які суттєво впливають на енерговитрати. Крім того, такий спосіб обліку призводить до значних розходжень між встановленою нормою споживання тепла та фактичним споживанням, часто фактична потреба виявляється вищою, що унеможливило впровадження енергоефективних технологій з боку споживача. Другий варіант розрахунку використаної теплової енергії полягає у застосуванні теплолічильника. Тоді індивідуальний споживач оплачує послуги згідно з їх

показниками пропорційно до опалюваної площі (або об'єму) квартири. Кількість теплової енергії, що спожив окремий споживач, Q_i знаходять так:

$$Q_i = Q_{\text{буд}} \times S_i / S \quad (2.2)$$

де $Q_{\text{буд}}$ – кількість теплової енергії, за показами будинкового теплового лічильника за певний період часу;

S_i – площа приміщення i -го споживача;

S – площа всього будинку.

Цей спосіб достовірніший щодо загальнобудинкового використання теплової енергії, але що стосується окремих споживачів, то в ньому не враховуються індивідуальні теплотехнічні характеристики кожного приміщення та його опалювального обладнання.

Інший спосіб – це спосіб визначення витрат тепла відповідно до витрати теплоносія у системі опалення, при якому вимірюється інтегральна кількість теплової енергії Q , яку віддали квартира чи окремий опалювальний пристрій за деякий проміжок часу Δt . Тоді інтегральна кількість теплової енергії Q дорівнює

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} q(t) dt, \quad (2.3)$$

де $q(t)$ – це теплова потужність, яка відповідає кількості тепла за одиницю часу t і її розмірність – Вт, Дж/с;

t_1 – момент часу, що відповідає початку вимірювання,

t_2 – момент часу, що відповідає закінченню вимірювання.

Відомо, що теплова потужність розраховується як

$$q(t) = m(t) \times h(t), \quad (2.4)$$

де $m(t)$ – маса теплоносія, що витрачається на обігрівання квартири, кімнати чи окремого теплового пристрою, кг;

$h(t)$ – питома ентальпія теплоносія, Дж/кг).

Тоді для мереж тепlopостачання з поверненням охолодженого теплоносія до тепловиробників або переданням його наступним споживачам вираз (2.3) набуває такого вигляду:

$$Q_i = m_i \cdot (h_{i \text{ пр}} - h_{i \text{ зв}}), \quad (2.5)$$

де $h_{i \text{ пр}}$ та $h_{i \text{ зв}}$ – питома ентальпія теплоносія відповідно в прямому та зворотному трубопроводах, Дж/кг.

Ентальпія прямо не вимірюється, проте її можна виразити через температуру T і питому теплоємність c теплоносія. Тоді

$$Q_i = m_i \cdot c_i (T_{i \text{ пр}} - T_{i \text{ зв}}) = m_i \cdot c \cdot \Delta T_i, \quad (2.6)$$

де $T_{i \text{ пр}}$, $T_{i \text{ зв}}$ – температура теплоносія відповідно в прямому та зворотному теплопроводах i -го споживача, а

ΔT_i – їх різниця.

Масу теплоносія m_i у системі опалення теж неможливо виміряти, а вимірюється його об'ємна витрата V_i , м³/с. Якщо

$$\begin{aligned} m_i &= \rho \cdot V_i, \text{ тоді} \\ Q_i &= \rho \cdot V_i \cdot c \cdot \Delta T, \end{aligned} \quad (2.7)$$

де ρ – густина теплоносія, кг/м³.

Густина води (теплоносія) ρ залежить від її температури T і тиску p . Часто величиною ρ нехтують, оскільки густина води за будь-якої температури і будь-якого тиску близька до 1000 кг/м³, тому вважають, що маса 1 м³ води приблизно дорівнює 1 тонні. Залежність густини води від температури та тиску

неможливо представити точною формулою, тому вона визначається найчастіше за спеціальними таблицями. Визначення питомої теплоємності c , яка також залежить від тиску p та температури T , проводиться також з таблиць або функціонально. Через такі практичні особливості за нормативами використовується формула (2.5) для визначення теплової енергії в Україні.

У західних країнах теплову енергію обчислюють як

$$Q_i = V_i \cdot K_T \cdot (T_{i \text{ пр}} - T_{i \text{ зв}}), \quad (2.8)$$

де K_T – тепловий коефіцієнт (відомий також як коефіцієнт Штюка), який залежить від властивостей теплоносія за відповідних значень температури і тиску, МДж/(м³·°С).

Але формула (2.8) характеризується істотною методичною похибкою через те, що умовно істинне значення теплового коефіцієнта для води, у разі використання її як теплоносія, розраховують для тиску 16 атмосфер (1600 кПа). Тепловий коефіцієнт K_T враховує густину теплоносія і його питому теплоємність, знайдені з урахуванням зазначеного тиску. Засоби вимірювання теплової енергії європейського виробництва працюють за відповідними європейськими стандартами, але вітчизняні системи тепlopостачання не розраховані на тиск 16 атмосфер. Тому цей спосіб розрахунку не може бути впроваджений в Україні.

Таким чином, для реалізації способу визначення витрат тепла відповідно до витрати теплоносія в системі опалення необхідно вимірювати витрати теплоносія V_i , температури теплоносія у вхідному та вихідному (прямому та зворотному) трубопроводах $T_{i \text{ пр}}$ та $T_{i \text{ зв}}$, тиску теплоносія p . За таким способом працюють практично всі теплові лічильники (Multical, Sensonic, Ultraheat 2WR, Integral, UFEC 005 та інші). Оплата показників індивідуальних поквартирних теплотлічильників є найоб'єктивнішою та стимулює мешканців і власників приміщень до ефективного та ощадливого споживання теплової енергії за тепловою енергією. Але, крім їх високої ціни, встановлення таких лічильників

просто реалізується лише у тих будівлях, де система опалення має горизонтальне розведення обігрівачів. Оскільки в Україні більшість обігрівачів мають вертикальне розведення, то пропонується застосовувати системи поквартирного обліку витрат теплоносія поряд з комерційним обліком. Робота таких систем основана на способі визначення витрати тепла відповідно до витрати теплоносія. Поквартирне вимірювання тепла встановлює теплоспоживання кожного стояка окремо, розраховує частку спожитої теплової енергії у приміщенні квартири та загальну кількість тепла, що споживається. Однак, недоліком цього підходу є залежність значень теплової енергії від теплофізичних параметрів теплоносія, які можуть бути неточними через забруднення води в системах опалення. Для уникнення цього, використовуються ультразвукові витратоміри, але вони дорожчі та складніші в експлуатації. Існує ще один метод вимірювання тепла, який полягає у вимірюванні кількості тепла, що віддається поверхне обігрівача до повітря кімнати. Цей метод базується на вимірюванні тепла, що віддається поверхні обігрівача за допомогою методу Одіна Кларіуса. Він вважає, що процес передачі тепла від обігрівача до повітря кімнати є конвективним теплообміном. Згідно з законом Ньютона-Ріхмана, кількість тепла, що передається конвекцією, залежить від площі поверхні теплообміну та різниці температур між поверхнею обігрівача та повітрям. Таким чином, метод Одіна Кларіуса дозволяє виміряти теплову енергію, що віддається обігрівачем.

У контексті систем обліку витрат теплоносія, використання методу Одіна Кларіуса дозволяє врахувати конкретні умови теплообміну в кожній квартирі. Це дає можливість точніше визначити споживання тепла та забезпечити більш ефективне управління системою опалення.

Таким чином, метод Одіна Кларіуса полягає у вимірюванні теплового випромінювання кожного обігрівача, яке перетворюється на кількість переданого тепла до повітря кімнати. Цей метод є альтернативою вимірювання витрати теплоносія і використовує принципи конвекційного теплообміну.

Застосування методу Одіна Кларіуса дозволяє уникнути проблем, пов'язаних з неточними теплофізичними параметрами теплоносія і забрудненням води, які можуть впливати на точність вимірювання. Крім того, він не потребує встановлення додаткових вимірювачів тиску, що зменшує складність і вартість системи вимірювання.

Метод Одіна Кларіуса є ефективним і точним способом визначення витрат тепла в системах опалення, що використовують конвективний теплообмін. Він стимулює ефективне та ощадливе споживання теплової енергії, а також забезпечує справедливішу систему оплати за показниками індивідуальних обігрівачів. За цим методом

$$Q = \alpha \cdot S \cdot (T_{\text{ст}} - T_{\text{н}}), \quad (2.9)$$

де S – площа поверхні, м^2 ;

$T_{\text{ст}}$ і $T_{\text{н}}$ – температури стінки і теплоносія відповідно, $^{\circ}\text{C}$.

У випадку обігрівача, що нагріває повітря у кімнаті, закон Ньютона–Ріхмана набуде вигляду

$$Q_j = \alpha_j \cdot S_j \cdot (T_{j0} - T_{\text{пов}}), \quad (2.10)$$

де j – номер конкретного обігрівача;

α_j – коефіцієнт тепловидатності обігрівача, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{K})$;

T_{j0} – середня температура поверхні обігрівача, $^{\circ}\text{C}$;

$T_{\text{пов}}$ – температура повітря у приміщенні (повітря тут як охолоджувальний теплоносій), $^{\circ}\text{C}$;

S_j – площа поверхні, що віддає тепло (площа обігрівача), м^2 ;

t – час споживання тепла, с.

Тоді загальна витрата теплової енергії в окремій квартирі визначатиметься з виразу:

$$Q_i = \sum_{j=1}^n Q_j , \quad (2.11)$$

де n – кількість обігрівачів у i -й квартирі.

Однак, у разі визначення величини теплоспоживання таким методом у розрахунках використано коригуючі коефіцієнти α_j , які враховують відмінності обігрівачів, що застосовуються. Ці коефіцієнти називаються радіаторними коефіцієнтами, і їх визначають за допомогою досліджень для кожного обігрівача.

Сам радіаторний коефіцієнт залежить від низки зовнішніх факторів, зокрема, від неоднорідності виготовленого радіатора (що спричиняє нерівномірний тепловий потік по поверхні), якості теплоносія (що зашлакованості радіатора), способу подавання теплоносія тощо. Тому цей спосіб актуальний для ідеального будинку з високоякісними однотипними радіаторами з чітко визначеними характеристиками.

Сьогодні в українських житлових будинках застосовують різні обігрівачі (радіатори) – від чавунних до сучасних біметалевих, а це потребує отримання детальних характеристик всіх їх типів. Отже, спосіб визначення витрат тепла локальним споживачем із урахуванням закону Ріхмана-Ньютона дає змогу відійти від теплофізичних особливостей теплоносія. У разі застосування цього методу для побудови систем визначення витрат тепла індивідуальними споживачами вт багатоповерхових будівлях, щоб знайти кількість тепла, що віддає пристрій опалення, потрібно лише виміряти температуру. Це дозволяє точно визначити теплові втрати та ефективність системи опалення.

Крім того, цей метод дозволяє здійснювати індивідуальний облік споживання тепла, що є важливим для забезпечення справедливості розрахунків між мешканцями багатоповерхових будинків. Враховуючи зміну кліматичних умов та особливості кожного обігрівача, цей метод є надійним і точним способом визначення теплоспоживання.

Таким чином, використання закону Ріхмана-Ньютона є цілком обґрунтованим і актуальним підходом у вимірюванні теплових параметрів для

ефективного управління енергетичними ресурсами. Це дозволяє спростити технічне рішення та знизити вартість системи. У той же час, при використанні цього методу велике значення має коефіцієнт тепловидатності α .

Це, в свою чергу, визначає характеристики різних типів радіаторів (обігрівачів), що можливо здійснити, оскільки більшість характеристик радіаторів задають виробники. За вищевказаним можна зробити висновок, що для побудови систем обліку індивідуального споживання теплової енергії в багатоквартирних будинках зараз переважно використовується спосіб визначення витрат тепла на основі витрати теплоносія, оскільки він має більш досліджений характер і вважається надійнішим. Проте, технічні та випромінювальні характеристики, які є суттєвими для багатьох типів обігрівачів, також мають значення.

Таким чином, враховуючи важливість заощадження енергоресурсів в Україні, можна зробити висновок про необхідність пошуку оптимальних шляхів обліку використання тепла у багатоквартирних будинках. Це буде спонукати споживачів до економії використовуваної теплової енергії у власному приміщенні та зробить індивідуальний облік результативнішим.

2.2 Засоби вимірювання тепла

Теплові лічильники, вони ж "теплोलічильники", стають все більш популярними і користуються все більшою затребуваністю. Лічильник тепла є приладом, принцип дії якого пов'язаний з використанням перетворювачів витрати теплоносія у енергію, тиск та опір тощо. Від задіяного механізму залежить і вид самого лічильника теплової енергії, їх існує декілька видів.

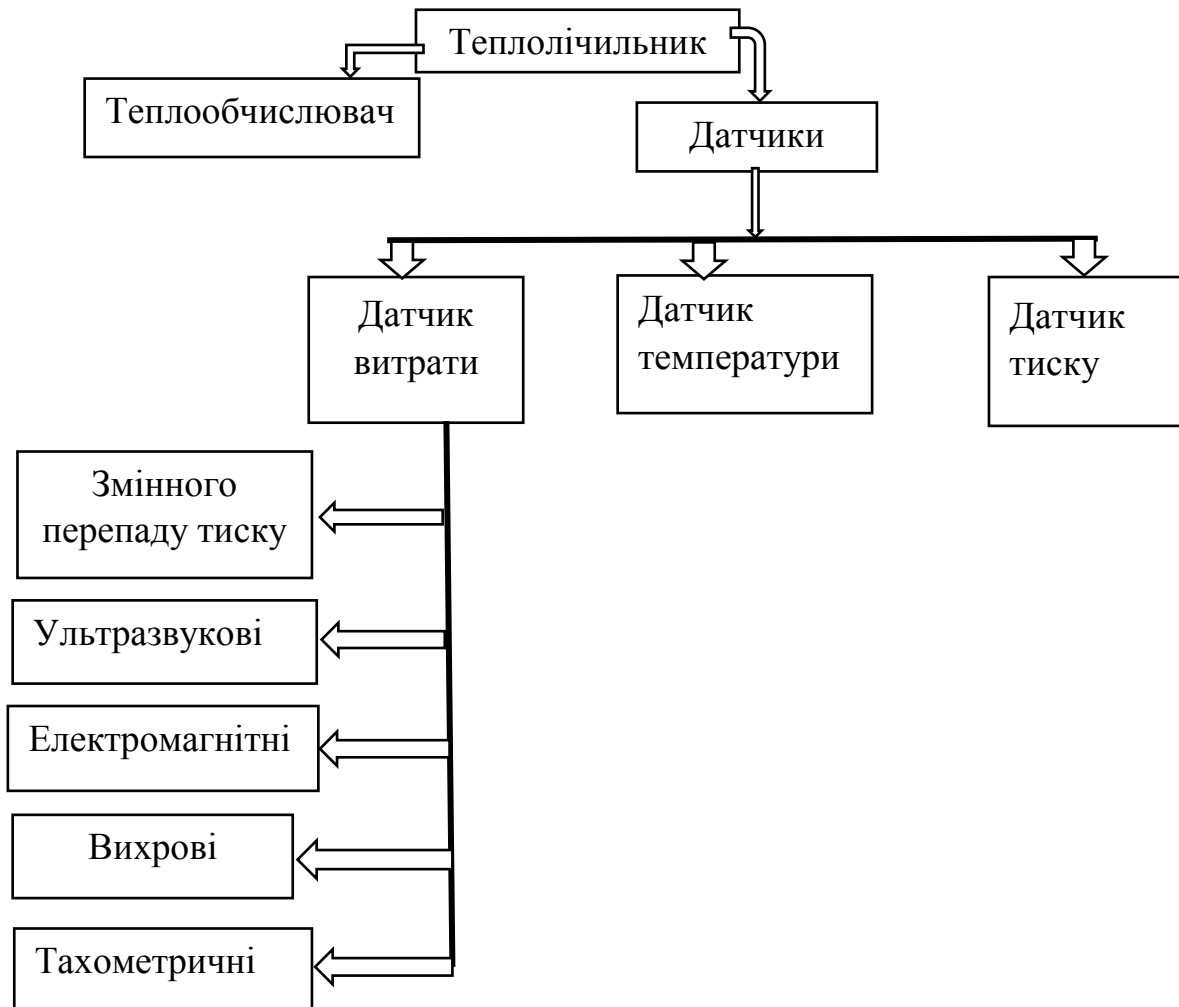


Рисунок 2.2 - Компоненти теплолічильника

Найбільш поширеними перетворювачами витрати є:

- механічні (тахометричні);
- електромагнітні;
- ультразвукові;
- вихрові;
- змінного перепаду тиску.

В залежності від типів перетворювачів витрати і теплолічильники мають відповідні назви.

Механічні (або тахометричні) теплолічильники - це сучасні теплолічильники, які використовують технології тахометрії для вимірювання

теплової енергії (рисунок 2.3). Побудова цього типу теплолічильника базуються на принципах, що використовуються в тахометрах, пристроях для вимірювання обертів або швидкості обертання.

Унікальність тахометричних теплолічильників полягає в їх високій точності та ефективності. Вони використовуються для прецизійного вимірювання обсягу теплової енергії, яка споживається в будівлях або промислових об'єктах. За допомогою технології тахометрії вони вимірюють оберти або швидкість обертання, що дозволяє точно визначити спожиту теплову енергію.

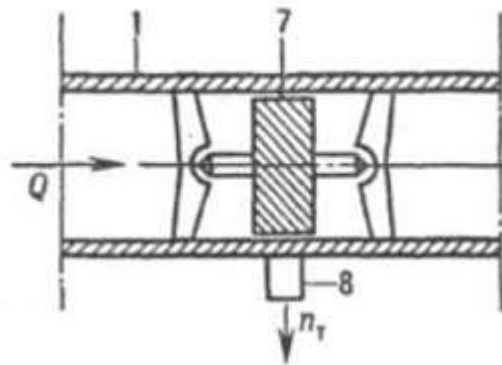


Рисунок 2.3 – Принцип дії тахометричного теплолічильника

Також, тахометричні теплолічильники часто мають додаткові функції, такі як збір даних про температуру, тиск та інші параметри, що можуть бути важливими для контролю тепlopостачання. Вони можуть бути підключені до систем моніторингу та автоматизації, що дозволяє зручно відстежувати та аналізувати дані щодо споживання теплової енергії.

Механізм тахометричного теплового лічильника дуже схожий на робочий механізм звичайного лічильника для води. Вода-теплоносії, поступово рухаючись через лічильник, повертає обертальний елемент вимірювального механізму приладу. Механічні лічильники тепла, за рахунок простоти механізму, є досить надійними вимірювачами теплової енергії і відрізняються помірною ціною.

В електромагнітному лічильнику (рисунок 2.4) рідина, яка проходить через магнітне поле, викликає струм, сила якого і вимірюється. Такі лічильники найбільш поширені, відрізняються досить високою точністю вимірювань і надійністю:

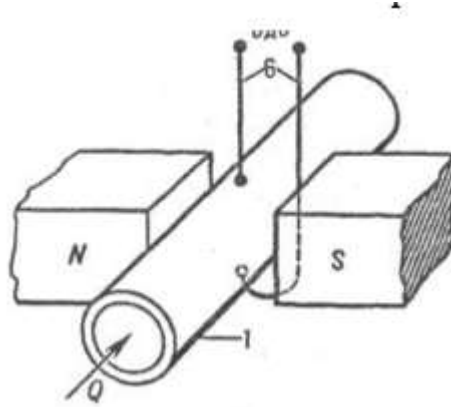


Рисунок 2.4 - Принцип дії електромагнітного теплотічильника

В ультразвукових теплотічильниках (рисунок 2.5) вимірюється час проходження ультразвукового сигналу від джерела до приймача. Використовуються такі лічильники тільки з чистою рідиною, в якій виключено присутність домішок і опадів. Домішки значно впливають на точність показань ультразвукового лічильника теплової енергії.

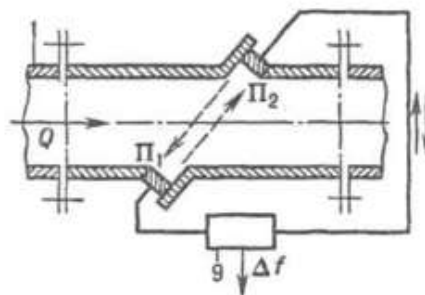


Рисунок 2.5. - Принцип дії ультразвукового теплотічильника

Принцип роботи вихрового теплотічильника полягає в вимірюванні кучерів, які утворюються за об'єктом, який перешкоджає потоку рідини. Такий лічильник можна використовувати в рідкому середовищі з незначними домішками, але більші об'єкти здатні викликати відхилення в вимірюваннях.

Також виключається присутність повітря в трубопроводі, вона також може викликати неточності в розрахунках.

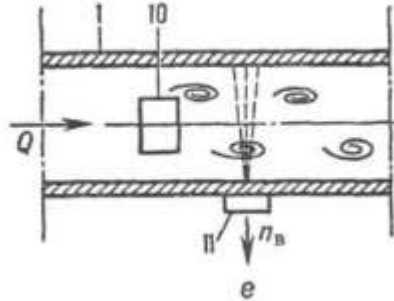


Рисунок 2.4. - Принцип дії вихрового теплотільника

У витратомірах змінного перепаду тиску відбувається перетворення швидкісного тиску у перепад тиску. Дія таких витратомірів засновується на виникненні перепаду тисків на пристрої, що звужує, розташованому у трубопроводі при русі через нього потоку рідини. При зміні витрати Q величина цього перепад тиску Δp також змінюється. Для деяких пристроїв звуження коефіцієнт передачі параметрів потоку на перепад тиску визначено експериментально та його значення зведені у спеціальні таблиці. Такі пристрої називаються стандартними.

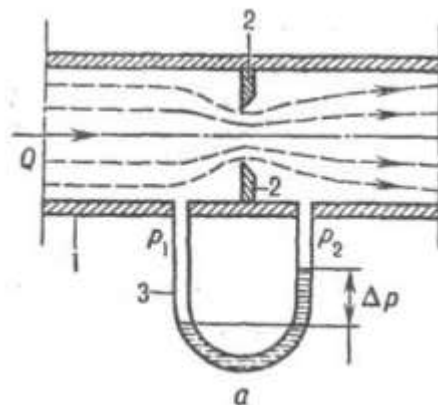


Рисунок 2.5 - Принцип дії витратоміра змінного перепаду тиску

Окрім датчиків, важливою частиною теплотічильника є обчислювач, на який покладається цілий ряд завдань, показаних на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 - Функції теплообчислювача

Теплообчислювач виконує необхідні розрахунки, зберігає отримані результати параметрів та розрахунків, передає результати належним чином.

Взагалі весь теплотічильник можна подати як з'єднання первинних вимірювальних перетворювачів (датчиків), вимірювальних перетворювачів, які ставляться за необхідністю для перетворення отриманих від датчиків сигналів та обчислювача.

Первинний перетворювач витрати може бути конструктивно поєднаний з вимірювальним перетворювачем або мати роздільне виконання. У деяких випадках вимірювальний перетворювач витрати є функціональною частиною теплотічильника, при цьому вимірювальний перетворювач витрати та теплотічильник монтуються в одному корпусі або навіть на одній платі. Крім датчиків витрати для проведення розрахунків обчислювачу необхідні значення

температури та тиску. Зазвичай в складі теплолічильника використовують підібрані за метрологічними характеристиками пари терморезисторів як датчики температури. На виході датчика температури вимірюють величину активного опору терморезистора, компенсують похибки, внесені лініями зв'язку, і обчислюють температуру теплоносія. Сучасні датчики тиску зазвичай мають уніфікований струмовий вихід (4 – 20) мА, (0 – 20) мА або (0 – 5) мА.

На цей час кількість різних типів теплолічильників, які можуть бути застосовані у вузлах обліку теплової енергії, дуже велика, близько сотні типів приладів вітчизняного та імпортного виробництва, але всі вони повинні відповідати встановленим до них законодавчим вимогам.

2.3 Сучасні вимоги до теплолічильників

Відповідно до статті 5 Закону України "Про технічні регламенти та оцінку відповідності" [5], сучасні вимоги до теплолічильників можуть бути встановлені у відповідних технічних регламентах, які регулюють безпеку, якість та інші характеристики цих пристроїв. Таким документом є Технічний регламент засобів вимірювальної техніки [9].

Відповідно до цього Технічного регламенту основні вимоги до сучасних теплолічильників включають:

- вимоги до точності вимірювання: теплолічильник повинен забезпечувати точне вимірювання споживання тепла з мінімальною похибкою;
- вимоги до надійності: теплолічильник повинен бути надійним у роботі протягом тривалого періоду експлуатації;
- вимоги до енергоефективності: сучасні теплолічильники повинні бути енергоефективними та сприяти економії енергоресурсів;
- вимоги до зручності в експлуатації: теплолічильник повинен мати зручний інтерфейс користувача, легко читати та керувати;

– вимоги до захисту даних: теплотічильник повинен забезпечувати захист персональних даних користувачів та запобігати несанкціонованому доступу до цих даних;

– вимоги до сумісності: теплотічильник повинен бути сумісним з існуючими системами обліку тепла та можливістю інтеграції з сучасними системами управління енергією.

Відповідно до Технічного регламенту [9], до теплотічильників, які призначені для побутових потреб та комерційного обліку, застосовуються відповідні особливі вимоги. У Технічному регламенті наведено визначення теплотічильника як засобу вимірювальної техніки, призначеного для вимірювання кількості теплоти, що виділяється рідиною – теплоносієм в теплообмінних контурах.

Для теплотічильника виробником повинні бути встановлені метрологічні характеристики, нормовані робочі умови та забезпечено стійкість до впливу електромагнітних завад і довговічність.

Виробником щодо нормованих робочих умов встановлюються такі значення параметрів навколишнього середовища, за яких цей теплотічильник можна використовувати. Нормовані робочі умови теплотічильника повинні містити такі характеристики:

- температура теплоносія: $\theta_{\max}, \theta_{\min}$;
- різниця температури: $\Delta\theta_{\max}, \Delta\theta_{\min}$ за таких обмежень: $\Delta\theta_{\max}/\Delta\theta_{\min} \geq 10$, а $\Delta\theta_{\min}$ може дорівнювати 3 К або 5 К або 10 К;
- тиск теплоносія - максимальний надлишковий внутрішній тиск, який теплотічильник постійно може витримувати на верхній межі діапазону температури;
- значення витрати теплоносія: q_s, q_p, q_i , де значення q_p та q_i підпадають під такі обмеження: $q_p/q_i \geq 10$;
- тепловий потік P_s .

На цей час для теплотічильників встановлені такі класи точності: 1, 2, 3.

Для кожного класу точності нормується значення максимально допустимої похибки теплотічильника. Максимально допустимі відносні похибки теплотічильників, розраховані у відсотках до дійсного значення в залежності від класу точності, розраховують за формулою:

$$E = E_f + E_t + E_c, \quad (2.12)$$

де E_f , E_t , E_c – максимальні допустимі похибки для перетворювачів витрати, пари перетворювачів температури та обчислювача, виражена у відсотках.

Відносна максимально допустима похибка для перетворювача витрати E_f , виражена у відсотках, для відповідних класів точності дорівнює:

для класу 1: $(1 + 0,01 q_p/q)$, але не більше 5 відсотків;

для класу 2: $(2 + 0,02 q_p/q)$, але не більше 5 відсотків;

для класу 3: $(3 + 0,05 q_p/q)$, але не більше 5 відсотків,

а похибка E_f - це зв'язок між прийнятим дійсним значенням і вимірним значенням співвідношення між вихідним сигналом перетворювача витрати (q_p) та масою або об'ємом.

Відносна максимально допустима похибка для пари перетворювачів температури, виражена у відсотках, дорівнює:

$$E_t = (0,5 + 3 \Delta\theta_{\min}/\Delta\theta), \quad (2.13)$$

де похибка E_t - зв'язок між прийнятим дійсним значенням і вимірним значенням співвідношення між вихідним сигналом для пари перетворювачів температури з різницею температури.

Для обчислювача відносна максимально допустима похибка, виражена у відсотках, становить:

$$E_c = (0,5 + \Delta\theta_{\min}/\Delta\theta), \quad (2.14)$$

де похибка E_c - зв'язок між прийнятим дійсним значенням кількості теплоти і вимірним значенням кількості теплоти.

Крім того, максимально допустима похибка теплотічильника не повинна систематично клонитися на будь-яку сторону.

Також щодо впливу електромагнітних завад до теплотічильника встановлюються вимоги щодо стійкості до впливу статичних магнітних і електромагнітних полів з урахуванням частоти напруги живлення. Під час впливу електромагнітної завади зміна результату вимірювання не може перевищувати значення критичної зміни або щоб зареєстрований результат вимірювання не міг би вважатися достовірним. Значення критичної зміни для теплотічильника дорівнює абсолютному значенню встановленої максимально допустимої похибки, застосованої до даного теплотічильника.

Також всі теплотічильники проходять випробування на довговічність з урахуванням періоду часу, визначеного виробником. Після проведеного випробування теплотічильник повинен відповідати таким критеріям:

- зміна результату вимірювання перетворювача витрати відносно первинного результату вимірювання не може перевищувати значення критичної зміни;

- зміна результату вимірювання перетворювача температури відносно первинного результату вимірювання не може перевищувати $0,1$ °C.

Випущені з виробництва теплотічильники повинен мати такі позначення:

- клас точності;
- межі температури;
- межі витрати;
- межі різниці температури;
- позначення напрямку потоку;
- місце встановлення перетворювача витрати: у прямому або зворотному потоці.

На складових частинах повинні бути такі позначення:

- на перетворювачі витрати: межі витрати; клас точності; межі температури; позначення напрямку потоку; номінальний коефіцієнт лічильника (наприклад, літрів/імпульс) або відповідний вихідний сигнал;

- на перетворювачах температури: ідентифікація виду (наприклад, R_t 100); межі різниці температури; межі температури;

- на обчислювачі: тип перетворювачів температури; межі різниці температури; межі температури; місце установки перетворювача витрати: у прямому або зворотному потоці; необхідний номінальний коефіцієнт (наприклад, літрів/імпульс) або відповідний вхідний сигнал, що надходить від перетворювача витрати.

Теплолічильник класу 3 дозволяється застосовувати під час вимірювання для побутових потреб. Теплолічильник класу 2 дозволяється застосовувати під час вимірювання для комерційного обліку.

Під час випуску з виробництва всі теплолічильники підлягають оцінці відповідності. Відповідно до Технічного регламенту [9] для теплолічильників можуть бути застосовувані наступні модулі оцінки відповідності та їх комбінації: модулі B + F або модулі B + D, або H1.

3 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ТЕПЛОЛІЧИЛЬНИКА

Оцінка відповідності теплोलічильника може бути проведена за такими варіантами:

- модулі B + F або
- модулі B + D, або
- H1.

Тому у цій процедурі оцінки відповідності будуть розглянуті всі ці три варіанти.

3.1 Оцінка відповідності за модулями B та D або модулями B та F

Оцінка відповідності за модулями B та D передбачає проведення перевірки типу теплोलічильника та подальшої перевірки відповідності типу шляхом забезпечення якості виробничого процесу.

Перевірка типу – це частина процедури оцінки відповідності, відповідно до якої призначений орган досліджує технічний проект засобу вимірювальної техніки, а потім перевіряє та підтверджує його відповідність наявним вимогам Технічного регламенту.

Перевірка типу може проводитися в один із таких способів:

- дослідження зразка теплोलічильника, запланованого для виробництва (виготовлений типовий зразок);
- оцінка адекватності технічного проекту теплोलічильника шляхом проведення експертизи технічної документації та відповідних підтвердних документів, проведення дослідження зразків критичних компонентів теплोलічильника, який заплановано для виробництва (поєднання виготовленого типового зразка та проекту типового зразка);

- оцінка адекватності технічного проекту теплорічильника шляхом проведення експертизи наявної технічної документації та підтвердних документів, без проведення дослідження зразка (проект типового зразка).

Рішення про відповідний спосіб проведення перевірки типу та необхідну кількість зразків приймає конкретний орган з оцінки відповідності (далі - ООВ).

Виробник для проведення перевірки типу повинен подати заявку до одного обраного ним ООВ, яка повинна містити:

1) найменування та адресу виробника, а також у разі необхідності - найменування та адресу такого представника;

2) письмову заяву про те, що така заявка ще не подавалася іншому призначеному органу;

3) технічну документацію, яка дає можливість оцінювати відповідність теплорічильника наявним вимогам Технічного регламенту та містити отримані результати аналізу і оцінки ризику (ризиків). Технічна документація повинна встановлювати застосовні вимоги і містити конкретні відомості про конструкцію, виробництво та функціонування теплорічильника;

4) зразки теплорічильників, які заплановані до виробництва;

5) підтвердні документи для доведення адекватності прийнятого рішення технічного проекту, в яких наведені посилання на всі документи, які використовувались, зокрема в разі, коли не застосовані повною мірою відповідні національні стандарти. У разі потреби підтвердні документи можуть містити результати проведених випробувань разом з іншими відповідними технічними специфікаціями, які проводились компетентною лабораторією або виробника, або від його імені і під його відповідальність іншою компетентною випробувальною лабораторією.

ООВ проводить:

1) стосовно засобу вимірювальної техніки - експертизу технічної документації та підтвердних документів для підтвердження адекватності технічного проекту засобу вимірювальної техніки;

2) стосовно зразків:

- перевірку відповідності виготовленого зразка технічному проекту і визначення вузлів, які розроблені відповідно до положень відповідних національних стандартів та вузлів, які розроблені згідно з іншими відповідними технічними специфікаціями;

- відповідні дослідження та випробування для перевірки правильності застосування обраних виробником положень відповідних національних стандартів;

- відповідні дослідження та випробування для перевірки того, що прийняті виробником рішення про використання інших технічних специфікацій у разі незастосування положень відповідних національних стандартів відповідають встановленим вимогам Технічного регламенту;

- узгоджує з виробником місце проведення досліджень та випробувань;

3) стосовно інших частин теплотічильника - експертизу технічної документації і підтвердних документів для перевірки адекватності технічного проекту щодо інших частин теплотічильника.

За результатами проведеної роботи ООВ складає звіт про результати проведення оцінки, результати якого є конфіденційними.

Якщо теплотічильник відповідає вимогам Технічного регламенту [9], призначений орган видає виробникові сертифікат перевірки типу засобу вимірювальної техніки, який повинен містити:

- найменування та адресу виробника теплотічильника,
- результати проведеної перевірки,
- умови його чинності та необхідні дані для ідентифікації затвердженого типу.

Сертифікат перевірки типу та додатки до нього мають містити інформацію, за якою можна оцінювати відповідність виготовлених на підприємстві теплотічильників затвердженому типу і здійснювати контроль за ними під час експлуатації.

Для забезпечення перевірки відтворюваності метрологічних характеристик теплотічильників у сертифікаті перевірки типу зазначаються:

- метрологічні характеристики типу теплотічильника;
- заходи, що необхідно здійснити для забезпечення цілісності теплотічильника (ідентифікація програмного продукту, пломби тощо);
- інформація про інші вузли теплотічильника, необхідні для його ідентифікації та візуальної їх перевірки відповідності типу;
- інформація, необхідна для перевірки визначених характеристик виготовлених теплотічильників (у разі потреби);
- інформація, необхідна для забезпечення сумісності теплотічильника з іншими вузлами або засобами вимірювальної техніки.

Строк дії сертифіката перевірки типу, отриманого виробником, становить 10 років від дати його видачі і може бути продовжений за бажанням виробника на кожні наступні 10 років.

У разі коли тип теплотічильника не відповідає застосовним вимогам Технічного регламенту [9], ООВ відмовляє у видачі сертифіката перевірки типу та повідомляє про це виробнику теплотічильника з обґрунтуванням причин відмови.

У разі, якщо на виробництві відбуваються зміни, які можуть вплинути на відповідність теплотічильника, виробник повинен інформувати про це ООВ.

Виробник повинен протягом 10 років після введення теплотічильника в обіг зберігати копії сертифіката перевірки типу, наявних додатків і доповнень до нього разом з затвердженою технічною документацією для надання органам ринкового нагляду.

Після отримання виробником сертифіката перевірки типу подальша перевірка відповідності вимогам може проводитись за модулем D або F.

За модулем D відповідність типу контролюється шляхом забезпечення якості виробничого процесу, а за модулем F відповідність типу контролюється за результатами перевірки конкретних засобів вимірювальної техніки. Тобто, модуль D буде застосований для серійного виробництва теплотічильників, а модуль F – для невеликої кількості вироблених теплотічильників.

У разі вибору модулю D виробник повинен застосовувати схвалену систему управління якістю для виробництва цих теплолічильників, контролю готової продукції та випробувань відповідних засобів вимірювальної техніки.

Система управління якістю, застосована на виробництві підлягає оцінці відповідним ООВ, до якого виробник подає заявку, яка повинна містити:

- найменування та місцезнаходження виробника,
- письмову заяву про те, що така заявка ще не подавалася іншому призначеному органу;
- необхідну інформацію про категорії засобів вимірювальної техніки, яких стосується система управління якістю;
- документацію щодо системи управління якістю;
- технічну документацію стосовно затвердженого типу і копію сертифіката перевірки типу.

Впроваджена на підприємстві система управління якістю повинна забезпечувати відповідність теплолічильників, що виробляються, типу, який описаний в сертифікаті перевірки типу, і відповідним вимогам Технічного регламенту.

Під час перевірки системи управління якістю аудиторська група ООВ розглядає надані документи та технічну документацію та перевіряє здатність виробника визначати встановлені вимоги Технічного регламенту і проводити необхідні дослідження з метою перевірки відповідності теплолічильників встановленим вимогам. За результатами перевірки виробник отримує Повідомлення з висновками аудиту та обґрунтованим рішенням щодо оцінки.

Виробник зобов'язаний виконувати вимоги схваленою системи управління якістю, та застосовувати її таким чином, щоб ця система залишалася адекватною і ефективною.

Після проходження оцінки відповідності за модулем D виробник повинен наносити знак відповідності, а також додаткове метрологічне маркування та ідентифікаційний номер відповідного ООВ на кожний теплолічильник, який

відповідає типу, визначеному в сертифікаті перевірки типу, та застосовним вимогам Технічного регламенту [9].

Також виробник складає письмову декларацію про відповідність для кожної модифікації теплолічильника та зберігає її протягом 10 років після введення теплолічильника в обіг для надання органам ринкового нагляду.

Під час оцінки відповідності за модулем F виробник повинен вживати заходів, необхідних для забезпечення відповідності виготовлених теплолічильників затверженому типу, визначеному в сертифікаті перевірки типу, та застосовним вимогам Технічного регламенту [9].

ООВ проводить відповідні дослідження та випробування з метою перевірки цієї відповідності.

Дослідження і випробування з метою перевірки відповідності теплолічильників проводяться ООВ за вибором виробника з використанням досліджень і випробувань кожного засобу вимірювальної техніки чи проведення випробувань та досліджень засобів вимірювальної техніки на підставі статистичної перевірки відповідності.

При цьому усі теплолічильники повинні бути індивідуально досліджені шляхом проведення випробувань, які передбачені відповідними національними стандартами, та/або проведенням еквівалентних випробувань з метою проведення перевірки відповідності теплолічильників.

Або виробник повинен вживати необхідних заходів для забезпечення однорідності партій всіх виготовлених теплолічильників та надавати теплолічильники для перевірки у вигляді однорідних партій, з яких вибирається необхідна випадкова вибірка. Тоді, уся вибірка засобів вимірювальної техніки повинна бути індивідуально досліджена, а результати перевірки відповідності поширені на всю партію.

За результатами оцінки відповідності виробник отримує сертифікат відповідності щодо проведених досліджень та випробувань, а на кожний перевірений засіб наноситься ідентифікаційний номер ООВ.

Також виробник складає письмову декларацію про відповідність для кожної модифікації теплотічильника та зберігає її протягом 10 років після введення теплотічильника в обіг для надання органам ринкового нагляду.

3.2 Оцінка відповідності за модулем Н1

Оцінка відповідності за модулем Н1 передбачає забезпечення виробником відповідності теплотічильників вимогам Технічного регламенту [9] через цілковите забезпечення якості з експертизою проекту. При цьому виробник повинен застосовувати схвалену систему управління якістю для проектування, виробництва, контролю готової продукції та випробувань теплотічильників.

Для схвалення системи управління якістю виробник подає до обраного ним ООВ заявку на проведення оцінки його системи управління якістю стосовно відповідних типів теплотічильників, яка повинна містити:

- найменування та місцезнаходження виробника;
- необхідну інформацію щодо теплотічильників, які розглядаються;
- документацію системи управління якістю;
- письмову заяву про те, що така заявка ще не подавалася іншому призначеному органу.

Діюча на виробництві система управління якістю повинна забезпечувати відповідність теплотічильників певним вимогам Технічного регламенту [9].

Елементи, положення та вимоги системи управління якістю повинні бути впорядковані та систематизовані у формі письмових процедур, політик та інструкцій.

Документація цієї системи управління якістю повинна забезпечувати необхідне розуміння планів, програм та протоколів (записів) щодо якості, а також містити належний опис:

- цілей у сфері якості, організаційної структури підприємства, обов'язків та повноважень керівництва;

- вимоги до технічних проектів теплолічильників, в тому числі з урахуванням вимог національних стандартів;
- засобів та методів контролю, що будуть використані для забезпечення відповідності теплолічильників;
- методів перевірки та контролю проекту, процесів і системних дій, що будуть використовуватися під час проведення проектування теплолічильників;
- виробництва теплолічильників, методів забезпечення якості та контролю, процесів та системних дій, які будуть використовуватися;
- досліджень та випробувань, які проводитимуться під час, перед і після виготовлення теплолічильників, а також встановленої періодичності їх проведення;
- форм протоколів (записів) щодо якості, зокрема, звітів про інспектування, даних калібрувань і випробувань, звітів про кваліфікацію відповідного персоналу;
- засобів для проведення перевірки якості проекту та теплолічильників, а також ефективного функціонування системи управління якістю.

ООВ оцінює систему управління якістю з метою визначення відповідності зазначеним вимогам всіх елементів системи управління якістю, для чого організує роботу аудиторської групи. Аудиторська група проводить експертизу документів та відвідує підприємство виробника з метою проведення необхідного оцінювання. За результатами роботи аудиторської групи виробник отримує Повідомлення, яке повинне містити висновки аудиту та обґрунтоване рішення щодо оцінки.

Виробник повинен весь час підтримувати систему управління якістю, щоб вона залишалася адекватною та ефективною, та повідомляти ООВ про зміни системи управління та на виробництві у разі їх наявності.

Також виробник подає до ООВ заявку на проведення експертизи проекту відповідних типів теплолічильників.

У цій заявці зазначаються:

- найменування та місцезнаходження виробника;

- відомості про конструкцію, процес виготовлення та функціонування теплолічильника;

- результати оцінювання його відповідності застосовним вимогам Технічного регламенту [9].

Також до цієї заявки додаються:

- технічна документація щодо цих типів теплолічильників, яка повинна давати можливість оцінити відповідність теплолічильників відповідним вимогам і включати адекватний аналіз та оцінку ризику (ризиків), містити відомості про конструкцію та функціонування теплолічильників;

- підтвердні документи щодо адекватності технічного проекту, у яких зазначаються використані документи та відповідні національні стандарти або у разі наявності результати проведених випробувань.

ООВ проводить експертизу заявки і у разі, якщо проект відповідає встановленим вимогам Технічного регламенту, видає виробнику сертифікат експертизи проекту, який повинен містити:

- відомості про виробника,
- умови (у разі наявності) щодо його чинності,
- висновки за результатами експертизи та
- необхідні дані для ідентифікації затвердженого проекту.

У сертифікаті експертизи проекту та додатках до цього сертифікату повинна міститися інформація, яка дає змогу визначити відповідність виготовлених на підприємстві теплолічильників дослідженому проекту та здійснювати необхідний контроль під час експлуатації. Зазначена інформація повинна давати змогу не тільки проводити оцінювання відповідності виготовлених теплолічильників дослідженому проекту, а й ще містити:

- метрологічні характеристики проекту теплолічильника;
- опис заходів, які необхідні для забезпечення цілісності засобів вимірювальної техніки (ідентифікація програмного продукту, пломби тощо);

- інформацію про інші елементи, які необхідні для ідентифікації засобу вимірювальної техніки та можливості візуальної перевірки його відповідності проекту;

- іншу інформацію, необхідну для перевірки характеристик виготовлених теплолічильників;

- інформацію, необхідну для забезпечення сумісності вузлів з іншими вузлами або засобами вимірювальної техніки.

Строк дії для сертифіката експертизи проекту становить 10 років, починаючи з дати його видачі і може бути ще продовжений на кожні наступні 10 років.

Виробник повинен надати інформацію ООВ, в якому зберігається технічна документація стосовно сертифіката експертизи проекту, про всі зміни, що стосуються затвердженого проекту, які можуть вплинути на відповідність теплолічильника встановленим вимогам Технічного регламенту або на умови дії виданого сертифіката.

Виробник повинен протягом 10 років після введення теплолічильника в обіг зберігати копії сертифіката експертизи проекту, його додатки і доповнення для надання органам ринкового нагляду разом з технічною документацією.

На кожний окремий теплолічильник, який відповідає застосовним вимогам Технічного регламенту [9], виробник наносить знак відповідності, додаткове метрологічне маркування та ідентифікаційний номер ООВ.

Також виробник складає письмову декларацію про відповідність для кожної модифікації теплолічильника і зберігає її протягом 10 років після введення його в обіг для надання органам ринкового нагляду.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕПЛОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Експлуатація тепломеханічного обладнання є однією з тих видів робіт, які потребують точного виконання всіх вимог чинних застосовних законодавчих та інших нормативно-правових актів, національних нормативних документів та стандартів підприємства, які стосуються охорони праці та безпечної експлуатації цього обладнання.

Щодо проведення цих робіт діють Правила [10], які поширюються на підприємства та організації, які здійснюють монтаж, ремонт, налагодження, експлуатацію та реконструкцію теплосилового, механічного, водопідготовчого і паливного обладнання, неелектричних пристроїв теплової автоматики і теплотехнічних вимірювань котлотурбінних, паливно-транспортних і хімічних цехів теплових мереж, електростанцій, тепловикористовувальних установок, теплових пунктів, та опалювальних котелень.

Також під час виконання зазначених робіт необхідно керуватись й інструкціями заводів - виробників обладнання.

Ці Правила [10] є обов'язковими для працівників і роботодавців під час експлуатації обладнання теплових мереж, електростанцій, тепловикористовувальних установок, теплових пунктів та опалювальних котелень.

На таких підприємствах роботодавець зобов'язаний:

- створити відділ з охорони праці відповідно до вимог Типового положення про службу охорони праці [11];
- забезпечити відповідні безпечні умови праці в тих робочих зонах, де існує потенційна можливість виникнення деякого вибухонебезпечного середовища під час проведення робіт, згідно з Вимогами до роботодавців стосовно забезпечення безпечного виконання робіт у потенційно вибухонебезпечних середовищах [12];

- затвердити розроблений перелік робіт, пов'язаних з підвищеною небезпекою, відповідно до встановленого Переліку робіт з підвищеною небезпекою [13];

- організувати за власні кошти проведення періодичних медичних оглядів для працівників підприємства певних категорій протягом трудової діяльності (періодичні медичні огляди) та під час прийняття на роботу (попередній медичний огляд) відповідно до вимог чинного Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій [14].

Працівники та посадові особи повинні проходити періодичну перевірку знань з питань охорони праці та необхідне навчання відповідно до вимог, встановлених Типовим положенням про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці [15].

Враховуючи можливий випадок аварійної ситуації або пожежі на кожному підприємстві, обов'язково необхідно розробити та довести до відома всіх працівників плани ліквідації пожеж і аварій та шляхи евакуації працівників.

Тим працівникам, які не беруть участі у проведенні робіт під час обслуговування обладнання, заборонено перебувати у виробничих приміщеннях або на території електростанції, теплових пунктах, теплової мережі, паливних складах без супроводжувальних працівників.

На території кожного підприємства необхідно установити на видних місцях розроблені схеми руху транспорту з метою організації безпечних умов під час руху транспортних засобів.

Також на транспортних шляхах будь-якого підприємства необхідно встановлювати необхідні дорожні знаки і наносити відповідну розмітку. Границі проїзної частини транспортного шляху у всіх виробничих приміщеннях встановлюються з урахуванням конкретних габаритів транспортних засобів та вантажів, що підлягають переміщенню. Відстань від границі проїзної частини до будь-якого елемента конструкції будівель або обладнання повинна бути більш ніж 0,5 м, а на ділянках, де можливий рух людей – більш ніж 0,8 м.

Крім організаційних питань, пов'язаних з облаштуванням території, дуже важливим є правильна організація робіт з обладнанням.

Усі гарячі трубопроводи, частини обладнання, баки, інші елементи, у випадку торкання до яких можна отримати опіки, повинні мати відповідну теплову ізоляцію. Температура на поверхні цієї ізоляції за температури навколишнього середовища 25 °С не повинна бути більш, ніж 43 °С.

Усі гарячі ділянки трубопроводів і поверхонь обладнання, що розташовані в зоні можливого потрапляння на них горючих, легкозаймистих, шкідливих або вибухонебезпечних речовин, необхідно покрити якісною металевою обшивкою для захисту встановленої теплової ізоляції від просочування цих речовин.

Трубопроводи легкозаймистих, агресивних, горючих, шкідливих або вибухонебезпечних речовин повинні бути герметичними. У всіх місцях можливого витікання (там де є вентилі, крани, фланцеві з'єднання, сальники тощо) необхідно установлювати захисний кожух або спеціальні пристрої, які дадуть змогу зливати з них виявлені продукти витікання у відповідне місце.

Елементи обладнання, прилади та арматуру, які потребують проведення періодичного огляду, необхідно розміщувати у встановлених зручних місцях, де можливий вільний прохід для їх обслуговування.

Елементи обладнання, прилади та арматуру, пристрої для керування і регулювання, розміщені на висоті понад 1,3 м над рівнем робочої площадки, необхідно обслуговувати із встановлених стаціонарних площадок із застосуванням необхідних огорожень та драбин.

З метою обслуговування технологічного обладнання важливо установлювати сходи з поручнями та постійні площадки заввишки понад 1,0 м із встановленням обшивки поручнів по низу понад 150 мм. Сходи та перехідні площадки повинні мати поручні з обох боків. Площадки довжиною понад 5 м повинні мати не менше ніж двоє сходів, які розміщуються у протилежних кінцях.

Відстань від верхнього перекриття до рівня площадки повинна перевищувати 2 м.

Похилі (із кутом нахилу до лінії горизонту більш ніж 75°) і вертикальні сходи повинні мати встановлені дугові огороження, які починаються з висоти 2 м від їх нижнього кінця. Дуги цих огорожень треба з'єднувати не менше ніж трьома поздовжніми смугами і розміщувати на відстані не більше 0,8 м між ними. Відстань від дуги до сходів повинна бути від 0,7 до 0,8 м для огорожень шириною від 0,7 до 0,8 м.

Вентилі та засувки, для відкривання яких необхідні великі зусилля, повинні забезпечуватись електричними або механічними приводами.

Усі пускові пристрої та арматуру необхідно пронумерувати з нанесенням написів відповідно до технологічної схеми.

На маховиках повинні бути стрілки, що показують напрямок обертання, та літери «В» - відкрито, «З» - закрито.

На пристроях керування арматурою з механічним (пневматичним) приводом або електричним (електромагнітним) повинні наноситись написи, що містять інформацію щодо їх призначення і слова, які показують напрямок ходу: «відкр.», «закр.».

Колір пристроїв аварійного вимикання обладнання (у тому числі кнопок, важелів) повинний бути червоним, а також мати написи щодо їх призначення, зрозумілі та легкодоступні для обслуговуючих працівників.

Рухомі частини обладнання повинні бути міцно і надійно огорожені для захисту від можливості випадкового торкання до них та травмування працівників.

Захисні огороження можуть бути розсувними, відкидними або виготовленими з окремих секцій. Ті огороження, що відкриваються уверх, повинні мати можливість фіксації у відкритому положенні.

Також у огороженнях для зручності обслуговування частин машин і механізмів повинні передбачатись кришки і дверцята.

Всі огороження, кришки і дверцята повинні надійно утримуватись у закритому (робочому) положенні, також їх необхідно заблокувати з відповідними приводами машин і механізмів для вимкнення цих пристроїв під час знімання (відкривання) огорожень.

З наварених на каркас машин і механізмів смуг та дротиків виготовляти огороження заборонено.

Для кожухів напівмуфт незакрита частина обертового вала з кожного боку не повинна перевищувати 10 мм.

На кожному постійному робочому місці працівника повинні бути посадові, виробничі інструкції та інструкції з охорони праці.

До початку проведення робіт необхідно провести перевірку підготовки робочого місця та допуску бригади до роботи. Працівники не мають права розпочинати роботу у разі невиконання цих вимог, а також незабезпечення працівників необхідним спецвзуттям, спецодягом та засобами індивідуального захисту незалежно від того, який керівник дав їм вказівку на виконання роботи.

У разі появи будь-якої небезпеки у процесі проведення робіт, працівники повинні зупинити роботу та повідомити про це керівника робіт. Продовження робіт дозволяється тільки після повного усунення виявлених порушень.

Обхід та огляд обладнання дозволений тільки після отримання конкретного дозволу від тих працівників, які контролюють режим роботи на цьому обладнанні.

Перебування працівників поблизу лазів, люків, водовказівного скла, а також біля регулювальної, запірної, запобіжної арматури та з'єднань трубопроводів, які перебувають під тиском, дозволено тільки у разі наявної виробничої необхідності.

Не дозволено ходити по трубопроводу, а також по конструкціям і перекриттям, які не призначені для проходу по них, ставати і спиратись на огороження площадок.

Під час випробування та пуску обладнання та трубопроводів під тиском дозволено перебування поблизу них тільки тим працівникам, що безпосередньо проводять ці роботи.

У разі підвищення тиску під час проведення випробування гідравлічного обладнання перебування працівників на ньому заборонено.

Огляд зварних швів випробовуваних обладнання і трубопроводів дозволяється проводити без простукування зварних швів і тільки після зниження випробувального тиску до робочого.

Ті працівники, що не проводять обдування, розшлаковування котла та продування нижніх точок, а також у випадку аварійних та несталих режимів повинні знаходитись у безпечному місці.

Будь-які працівники у випадку виявлення свищів у камерах, колекторах, паропроводах та трубах котла, живильних трубопроводах повинні терміново повідомити про це начальника зміни цеху (району, блоку) та керівника робіт для вжиття необхідних заходів.

Небезпечна зона повинна бути огорожена, застережний знак безпеки «Обережно! Небезпечна зона» розміщений, а біля входу до зони розміщений заборонний знак безпеки «Вхід (прохід) заборонено».

Заборонено проводити випробування, пуск, короткочасну роботу пристроїв або механізмів у разі їх несправного стану або за відсутності огорожень. Заборонено також прибирання поблизу тих механізмів, які не мають необхідних запобіжних огорожень.

Під час прибирання, чищення, змашування рухомих або обертових частин механізмів не можна перелазити через огороження, просовувати крізь них руки; також не дозволяється намотувати на пальці або руку обтиральний матеріал під час проведення обтирання зовнішньої поверхні таких механізмів.

Обтирання механізмів використовуються ганчірки з бавовняних або лляних матеріалів.

Знімати і надягати рушійні паси, підсипати каніфоль та інші матеріали під стрічки і паси конвеєрів дозволено тільки після проведення повного зупинення обладнання.

Металеві частини механізмів з пасовими приводами, на яких можлива поява статичної електрики, у газонебезпечних зонах повинні бути заземлені.

Заборонено поправляти на ходу рушійні паси, зупиняти вручну рухомі і обертові механізми.

Якщо пускові пристрої електродвигунів (крім пристроїв дистанційного керування) напругою більше 1000 В, а також напругою до 1000 В встановлені в приміщеннях з підвищеною небезпекою або особливо небезпечних, перед кожним таким пристроєм повинні бути розташовані діелектричні килими, а у вогких приміщеннях - ізолювальні підставки.

Заборонено брати в руки, наступати на проводи, що лежать на землі чи підлозі, торкатись завислих, обірваних, оголених, з пошкодженою ізоляцією проводів або струмопровідних предметів (труб, дротів, тросів, мокрих мотузок тощо), що стикаються з цими проводами.

Обладнання, що експлуатується, має бути справним і не мати вимкнених або несправних пристроїв аварійного вимикання, захисту, блокування та сигналізації.

Дозволяється ремонтувати обладнання тільки за умови проведення тих технічних заходів, які унеможливають його самочинне переміщення або рух, а також помилкове введення в дію.

Після проведення ремонту або очищення обладнання необхідно переконатись у тому, що в ньому не залишились працівники або сторонні предмети.

Найвища температура повітря у робочій зоні у виробничих приміщеннях в теплу пору року не може перевищувати:

- під час праці на постійних робочих місцях:

28 °С - для виконання легких робіт;

27 °С - для виконання робіт середньої важкості;

- під час праці на тимчасових робочих місцях:

30 °С - для виконання легких робіт;

29 °С - для виконання робіт середньої важкості.

У разі виконання робіт поблизу гарячих частин обладнання, а також неможливості забезпечення розділу граничних температур всі працівники повинні захищатися від перегрівання шляхом застосування необхідних запобіжних заходів, таких як примусова вентиляція, повітряне душення, місцеве кондиціювання повітря, регламентація часу роботи та відпочинку, використання термозахисних костюмів та інших засобів індивідуального захисту.

Для знежирювання і відмивання обладнання та деталей необхідно застосувати пожежобезпечні технічні мийні засоби. Ід час таких робіт не можна використовувати легкозаймісті речовини (бензин, бензол, ацетон тощо), а також хлорпохідні вуглеводні (трихлоретилен, дихлоретан).

Допускається використовувати розміщені в закритій тарі, виготовленій з матеріалу, що не б'ється, необхідні горючі рідини (розчинники, бензин) у виняткових випадках з обов'язковим дотриманням необхідних заходів пожежної безпеки, у кількостях, достатній для разового використання, до 1 л.

Замерзлі трубопроводи з вибухонебезпечними, горючими і шкідливими речовинами необхідно відігрівати гарячою водою або вологою парою. Не можна використовувати для цього джерела тепла з відкритим вогнем.

Небезпечні для перебування або проходу пішоходів місця необхідно огорожувати та вивісити застережні знаки безпеки відповідно до чинного законодавства.

Заміна перегорілих електроламп та очищення світильників, які розміщені на висоті до 2,5 м, можуть виконувати ті працівники, які мають групу з електробезпеки не нижче II, за можливості зручного і безпечного доступу до світильників.

Оглядати і ремонтувати освітлювальну мережу, замінювати плавкі вставки, очищувати світильники і замінювати лампи на висоті понад 2,5 м повинні працівники тільки електричного цеху.

У тих місцях, де відсутнє стаціонарне освітлення, обслуговування обладнання проводиться із застосуванням необхідної кількості справних переносних електричних світильників та акумуляторних ліхтарів із наявною захисною сіткою навколо лампи.

Переносні ручні електричні світильники для використання у в особливо небезпечних приміщеннях та приміщеннях з підвищеною небезпекою повинні живитись від мережі напругою до 42 В, а у разі особливо несприятливих умов, наявності загрози ураження електричним струмом через незручність виконання роботи, можливість торкання працівника до металевих заземлених елементів, тісноту - напругою до 12 В.

У тих приміщеннях, де немає підвищеної небезпеки, дозволяється користуватись переносними електричними світильниками напругою 220 В.

Виконання всіх вимог щодо охорони праці під час організації та проведення робіт з обладнанням дозволить зробити працю фахівців безпечною та ефективною.

ВИСНОВКИ

Використання теплотічильників на цей час є дуже актуальним для нашої країни, тому їх кількість постійно збільшується. Застосування цих засобів вимірювальної техніки надає можливість підвищення контролю та економії енергоресурсів, що дає позитивний ефект для економіки країни в цілому. Теплотічильники є законодавчо регульованими засобами вимірювальної техніки та на них розповсюджується дія Технічного регламенту, тому вони можуть бути надані на ринок тільки після проходження процедури оцінки відповідності.

Процедури оцінки відповідності надають можливість реалізувати вимоги щодо оцінки відповідності різним чином. Тому у дипломній роботі були проаналізовані чинні вимоги законодавчих та інших нормативно-правових актів щодо оцінки відповідності, можливості застосування різних модулів оцінки відповідності, розглянуті методи та засоби вимірювання тепла за допомогою теплотічильників та сучасні вимоги до теплотічильників.

В роботі також була розроблена процедура оцінки відповідності теплотічильників з урахуванням можливості застосування різних модулів, що дозволить полегшити проходження цієї процедури виробникам та імпортерам теплотічильників.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1 «Блакитна настанова» з імплементування правил ЄС щодо продуктів 2016 року. Дата оновлення: 26.07.2016

URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_015-16#Text (дата звернення: 17.04.2023)

2. Про спільні рамки для реалізації продуктів та про скасування Рішення Ради 93/465/ЄЕС: Рішення Європейського парламенту і ради № 768/2008/ЄС від 9 липня 2008 року URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_b42#Text (дата звернення: 18.04.2023)

3. Про встановлення вимог до акредитації та ринкового нагляду, пов'язаних з реалізацією продуктів, та про скасування Регламенту (ЄЕС) № 339/93: Регламент Європейського парламенту і ради (ЄС) № 765/2008 від 9 липня 2008 року. Дата оновлення: 15.07.2019

URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_938#Text (дата звернення: 18.04.2023)

4. Laying down procedures relating to the application of certain national technical rules to products lawfully marketed in another Member State and repealing Decision No 3052/95/EC: Регламент Європейського парламенту і ради (ЄС) № 764/2008 від 9 липня 2008 року. Дата оновлення: 13.08.2008. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008R0764>

5. Про технічні регламенти та оцінку відповідності: Закон України від 01.01.2015 № 124-VIII. Дата оновлення: 01.01.2023.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/124-19#Text> (дата звернення: 17.04.2023).

6. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України від 05.06.2014 № 1314-VII. Дата оновлення: 01.01.2022.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18#Text> (дата звернення: 17.04.2023).

7. КТМ 204 Україна 244-94 Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні

URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=61012

8. Заміщак Н., Луцик Я. Аналіз основних способів обліку використання тепла індивідуальними споживачами. Вимірювальна техніка та метрологія, 2013 р. № 74. С. 7 – 12 URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/metrolog_2013_74_4.pdf

9. Постанова Кабінету міністрів України № 163 від 24 лютого 2016 р. «Про затвердження Технічного регламенту засобів вимірювальної техніки»

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/27-2019-п#Text> (дата звернення: 17.04.2023).

10. Наказ Міненергетики № 892 від 02.12.2013 «Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок»

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2127-13#Text>

11. Типове положення про службу охорони праці, затверджене наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 15 листопада 2004 року № 255, зареєстроване в Міністерстві юстиції України 01 грудня 2004 року за № 1526/10125 (НПАОП 0.00-4.21-04).

12. Вимоги до роботодавців стосовно забезпечення безпечного виконання робіт у потенційно вибухонебезпечних середовищах, затверджені наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 05 червня 2013 року № 317, зареєстровані у Міністерстві юстиції України 26 червня 2013 року за № 1071/23603 (НПАОП 0.00-7.12-13).

13. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26 січня 2005 року № 15,

zareestrovanoġo v Ministerstvi yusticii Ukraїni 15 lyotogo 2005 roku za № 231/10511 (NPAOP 0.00-4.12-05).

14. Perelik robot z pidviščenoju nebezpekoju, zatverdženoġo nakazom Deržavnoġo komitetu Ukraїni z naġlyadu za oħoroņoju praći vid 26 sіćnia 2005 roku № 15, zareestrovanoġo v Ministerstvi yusticii Ukraїni 15 lyotogo 2005 roku za № 232/10512 (NPAOP 0.00-8.24-05).

15. Porjadok provedennja medyčnyh oġlyadiv praćivnykiv pevnyh kategorij, zatverdženoġo nakazom Ministerstva oħoroņi zdorov'ja Ukraїni vid 21 travnja 2007 roku № 246, zareestrovanoġo v Ministerstvi yusticii Ukraїni 23 lipnja 2007 roku za № 846/14113.

ДОДАТОК А
ІЛЮСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Механічний факультет

Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

Ілюстративний матеріал до дипломної роботи бакалавра

**РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ
ТЕПЛОЛІЧІЛЬНИКА**

Завідувач кафедри, канд. техн. наук, доцент

О. І. Богатов

Нормоконтролер, канд. техн. наук

М.В.Москаленко

Керівник, канд. техн. наук, доцент

М.В.Москаленко

Студент гр. ММ-41-19

А.В. Гончаренко

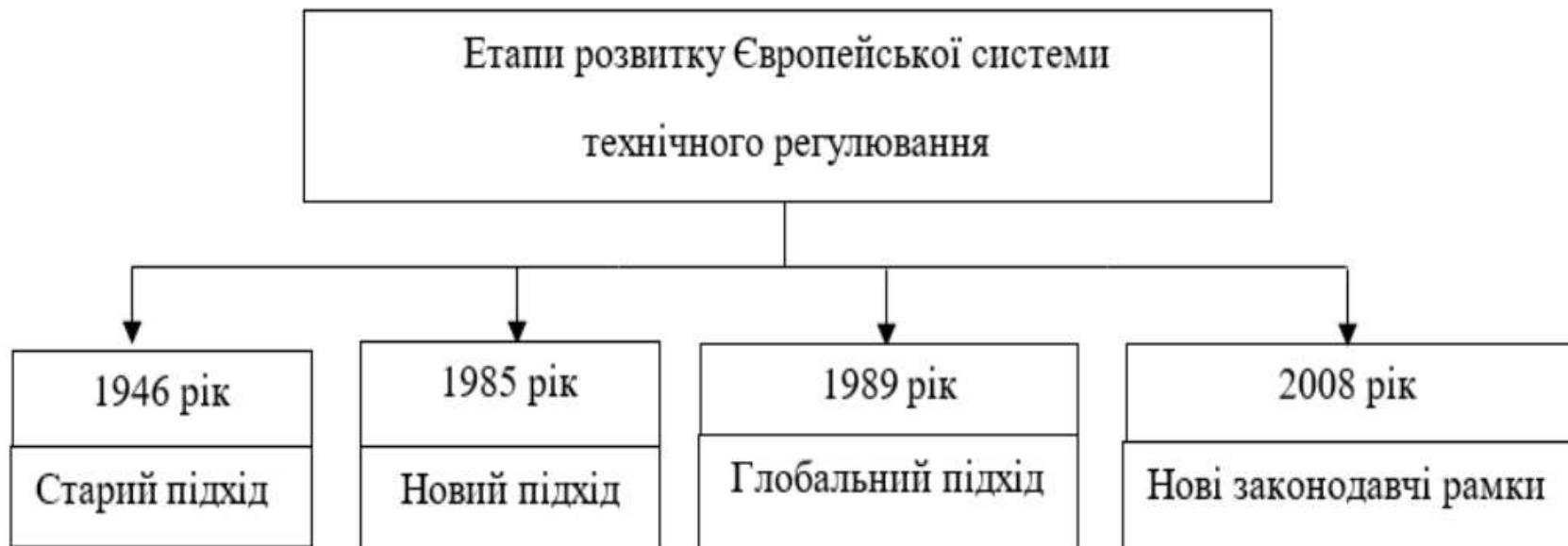
Мета та об'єкт дослідження

Об'єкт дослідження – теплотічильник.

Мета роботи – розроблення процедури оцінки відповідності теплотічильника.

Практична значимість роботи - проведено аналіз сучасних вимог до теплотічильників, до забезпечення єдності вимірювань під час їх використання та розроблена процедура оцінки відповідності теплотічильника.

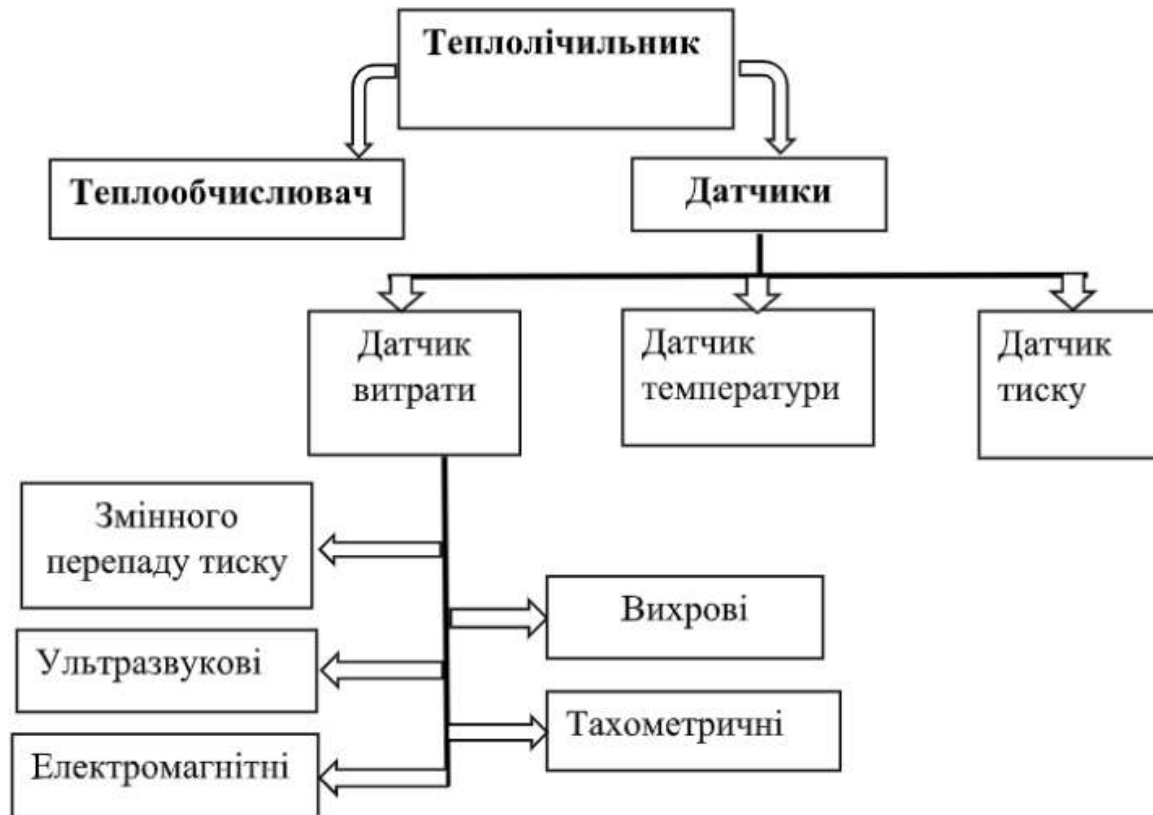
Аналізування вимог технічного регулювання та його гармонізація з європейською моделлю



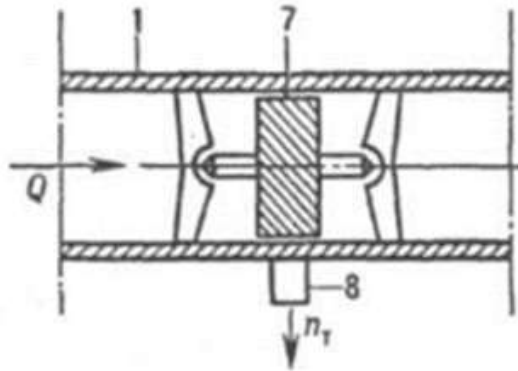
Методи вимірювання тепла



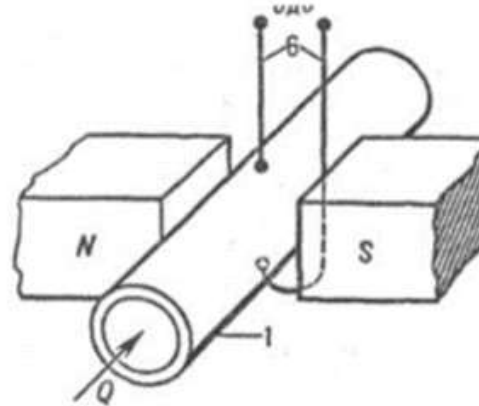
Компоненти теплोलічильника



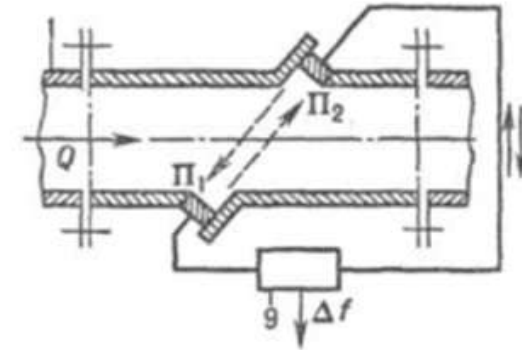
Принципи дії витратомірів



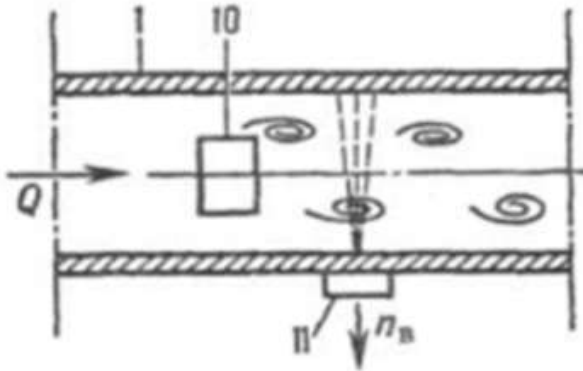
тахометричного



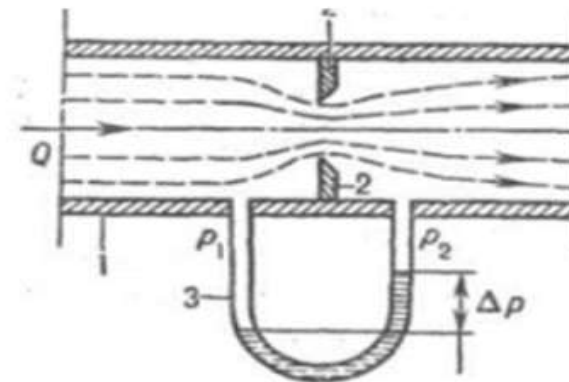
електромагнітного



ультразвукового



вихрового



змінного перепаду тиску



Механічний лічильник тепла
Supercal 739



Вихрові теплोलічильники



ТЕПЛОЛІЧІЛЬНИК
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ

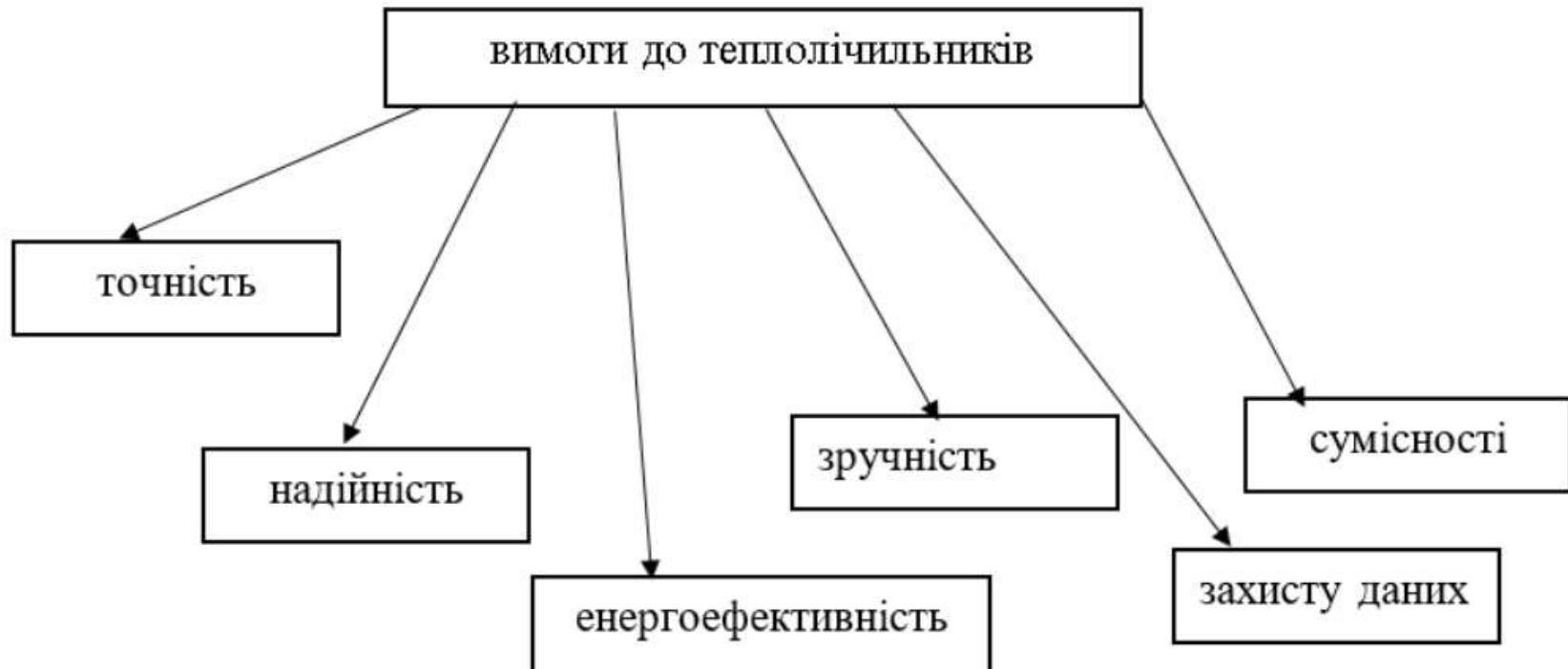


ТЕПЛОЛІЧІЛЬНИК
УЛЬТРАЗВУКОВИЙ

Функції теплообчислювача



Сучасні вимоги до теплотічників



Дякую за увагу!