

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В. О. Залога

« \_\_\_\_ » січня 2021 р.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МЕТРОЛОГІЧНИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК КРИЛЬЧАСТИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ВОДИ  
ВІД ПРОСТОРОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ**

Магістерська кваліфікаційна робота

Спеціальність 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

Студент

В. В. Хлібченко

Керівник

В. М. Одноралов

Нормоконтроль

О. В. Івченко

Суми – 2021

## ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	4
Розділ 1 Основні поняття та вимоги до засобів вимірювання витрат води .....	7
1.1 Сучасний стан обліку води в Україні, з економічної точки зору.....	7
1.2 Історія винаходу лічильника води та перше його застосування для обліку .....	10
1.3 Типи та класифікація лічильників води.....	10
1.4 Конструкція та принцип роботи крильчастого лічильника води.....	13
1.5 Технічні та метрологічні характеристики лічильників води за класом точності .....	20
1.6 Метрологічні класи та межа похибки вимірювань лічильників холодної та гарячої води.....	22
1.7 Межа похибки вимірювань .....	23
1.8 Вимоги що до монтажу лічильників води згідно класу точності .....	24
1.9 Оцінка якості визначення об'єму та об'ємної витрати води .....	25
1.10 Висновок .....	29
Розділ 2 Вимоги нормативних та законодавчих документів стосовно проведення повірки приладів вимірювання витрат води .....	30
2.1 Загальні відомості .....	30
2.2 Вимоги законодавчих документів стосовно повірки засобів вимірювальної техніки.....	31
2.3 Законодавчі вимоги, які стосуються порядку проведення повірки лічильників води .....	34
2.4 Основні вимоги, методи та засоби повірки лічильників води .....	39
2.4.1 Стаціонарні засоби повірочної техніки .....	41
2.4.2 Переносні засоби повірочної техніки .....	47
2.5 Висновок .....	51

Розділ 3 Аналіз залежності метрологічних характеристик крильчастого лічильника води від змінення його просторової орієнтації на протязі дослідження .....	53
3.1 Загальна інформація.....	53
3.2 Послідовність операцій при проливці лічильників води для отримання метрологічних характеристик на переносній установці УПЛВ-3.....	55
3.2.1 Проливка лічильників води по класу точності А, згідно вимогам з різними роками виготовлення.....	60
3.2.2 Проливка лічильників води по класу точності А, згідно вимогам з різними роками виготовлення.....	61
3.2.3 Проливка лічильника води по класу точності Б, згідно вимогам з різними роками виготовлення.....	64
3.2.4 Проливка лічильника води по класу точності Б, з частковим зміненням кутом нахилу(45) з різними роками виготовлення.....	70
3.3 Висновок .....	83
Висновки .....	85
Перелік використаних джерел .....	86

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Вода є одним з найважливіших природних ресурсів. Насамперед це стосується прісної води, яку академік О. Ферсман назвав «найважливішим мінералом на Землі».

Запаси прісної води на земній кулі (97 % усіх її запасів знаходиться в морях і океанах) обмежені. Вони становлять лише 3 %, з них 2 % - в полярних льодовиках, і тільки 1 % знаходиться в рідкому стані, придатному для використання. Забезпеченість водою в розрахунку на одну людину за добу в різних країнах світу різна. В ряді держав з розвинутою економікою назріла загроза нестачі води. Дефіцит прісної води на Землі росте в геометричній прогресії. Запаси прісної води на Землі розподіляються вкрай нерівномірно. В одних регіонах планети води достатньо або навіть є надлишки. В інших регіонах гостро відчувається її брак. Часто навіть за умови забезпечення водою вона має низьку якість.

Найбагатша водними ресурсами на одиницю площі Південна Америка. Друге місце посідає Європа. За нею йдуть Азія, Північна Америка й Африка. Найгірше забезпечена водними ресурсами Австралія. Відомий гідролог Марко Львович поділяє їх на країни з високою, середньою, низькою та дуже низькою водністю.

Територія Австралії в цілому характеризується низькою водністю, але її забезпеченість водою на душу населення вища середньосвітової. Нова Зеландія належить до найбільш забезпечених водою країн світу.

Вода-один з найважливіших факторів, який визначає розміщення продуктивних сил, а дуже часто і засіб виробництва. Головними джерелами задоволення потреб людства у прісній воді є річкові води, світові запаси яких складають 40 тис. км<sup>3</sup>, запаси не є великими, враховуючи те, що реально можна використати тільки половину цього об'єму. Нині споживання прісної води становить близько 6,5 тис км<sup>3</sup> за рік. Зростання водоспоживання при незмінних ресурсах річкового стоку створює реальну загрозу виникнення

дефіциту прісної води. Деякі спеціалісти вважають, через кілька десятиліть вода буде не дешевшим товаром, ніж нафта.

Глобальною проблемою сьогодення є дефіцит питної води високої якості. На нашій планеті лише 3% води придатні для пиття і її розподіл по континентах дуже нерівномірний. Тому для дбайливого використання води її ціна постійно зростає, а споживання скрізь враховується лічильниками, від точності вимірювання та надійності яких певним чином залежать умови та якість життя людства. Вимоги ринку до засобів вимірювання кількості спожитої води не обмежуються лише точністю та надійністю. У переважній більшості випадків надзвичайно важливими характеристиками стають розширений діапазон вимірювань та висока чутливість в області малих витрат, чим забезпечується більш повний облік кількості спожитої води.

**Мета та завдання роботи.** Виходячи з актуальності й ступеня наукової проблеми залежності метрологічних характеристик лічильника води від просторової орієнтації, метою дослідження є довести обов'язкове виконання всіх вимог та стандартів які встановлені для всіх типів та класів лічильників води.

Метою роботи є підвищення ефективності обліку витрат води на основі дослідження метрологічних характеристик згідно вимог ДСТУ 3580-97.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі дослідження:

1. Дослідити теоретичні аспекти основних поняття та вимоги до засобів вимірювання води.
2. Дослідити вимоги нормативних та законодавчих документів стосовно перевірки крильчастих лічильників води
3. Провести аналіз залежності метрологічних характеристик крильчастого лічильника води від змінення його просторової орієнтації на протязі дослідження

**Об'єкт дослідження** – крильчастий лічильник води, який використовується для обліку води в житлових будинках .

Предмет дослідження – нормативне забезпечення дотримання процедури та умов монтажу які встановлює не лише виробник ЗВТ, а й вимоги та стандарти яким повинні відповідати крильчасті лічильники води {5,6,7}

**Методи дослідження.** Методи досліджень, що покладені в основу роботи, базуються на використанні експериментального дослідження крильчастого лічильника води та із застосуванням переносної установки для перевірки лічильників води УПЛВ-3.

Експериментальне дослідження залежності метрологічних характеристик крильчастого лічильника води від просторової орієнтації здійснювалися із застосуванням метода перевірки лічильника води на місці експлуатації та планування експерименту, логіко-статистичного моделювання, математичної статистики і теорії імовірності, методів числової обробки результатів експериментів.

Методологічну основу методів дослідження складає системний підхід для доведення необхідного дотримання вимог стосовно монтажу ЗВТ відповідно до його класу точності, згідно вимог що до монтажу (просторової орієнтації), для отримання правильних метрологічних характеристик, забезпечення єдності вимірювань витрати води та показників при її обліку.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Результати дослідження відкривають перспективи для подальшого дослідження процесу нормативного забезпечення та навіть кваліфікації персоналу який би відповідав за недотримання вимог при встановленні лічильників води, які застосовуються для обліку при розрахунках.

**Практичне значення одержаних результатів.** Доведення доказів залежності метрологічних характеристик крильчастих лічильників води від просторової орієнтації встановленими ДСТУ 3580-97, які застосовуються для перевірки лічильників води згідно вимог «Методики перевірки лічильників води з механічним відліковим пристроєм номінальних діаметрів DN10, DN15, DN20 на місці експлуатації».

# РОЗДІЛ 1

## ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИМОГИ

### ДО ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ

#### 1.1 Сучасний стан обліку води в Україні, з економічної точки зору

Задоволення потреб населення у воді та забезпечення екологічної рівноваги можливі при покращенні якості питної води, раціональному використанні води підприємствами всіх галузей господарства і відтворенні водних ресурсів. Раціональне водокористування – це комплекс заходів щодо зменшення споживання води і підвищення ефективності переробки стічних вод. Все це здійснюється з метою ресурсозбереження, охорони навколишнього середовища та для підвищення економічної ефективності в промисловості, житлово-комунальному та сільському господарстві. Створенням принципово нових методів очистки стічних вод сьогодні займаються як у розвинених країнах, так і в міжнародних проектах.

Збереження і захист водних об'єктів та їх раціональне використання – одна з найважливіших проблем, яка потребує невідкладного вирішення. Так, серед головних напрямів роботи з охорони водних ресурсів можна виділити впровадження нових технологічних процесів, перехід на замкнуті цикли водопостачання, за яких очищені стічні води не скидаються, а повторно використовуються в процесах виробництва.

Україна – один з регіонів, не забезпечених за існуючих антропогенних навантажень прісною водою у достатній кількості.

В Україні налічується 63 119 річок, у тому числі великих (площа водозабору більше 50 тис. кв. км) - 9, середніх (від 2 до 50 тис. кв. км) -81 і малих (менше 2 тис. кв. км)-63 029. Загальна довжина річок становить 206,4 тис. км, з них 90 % припадає на малі річки.

Водні ресурси України формуються за рахунок притоку транзитних річкових вод із зарубіжних країн, місцевого стоку і підземних вод.

Для усунення територіальної і часової нерівномірності розподілу стоку водозабезпечення в Україні здійснюється за допомогою 1,16 тис. водосховищ (загальним об'ємом майже 55 куб. км), понад 28 тис. ставків, 7 великих каналів (загальною довжиною 1021 км; пропускною здатністю 1000 куб. м/сек), 10 великих водоводів, якими вода подається у маловодні райони. Водосховища Дніпровського каскаду з корисним об'ємом 18,7 км<sup>3</sup>, забезпечують більше половини обсягу водоспоживання.

Найбільша кількість водних ресурсів (58 відсотків) зосереджена в річках басейну Дунаю у прикордонних районах України, де потреба у воді не перевищує 5 відсотків загальних запасів. Найменш забезпечені водними ресурсами Донбас, Криворіжжя, Крим та південні області України, де зосереджені найбільші споживачі води. Доступні для широкого використання водні ресурси формуються, в основних басейнах Дніпра, Дністра, Сіверського Дінця, Південного і Західного Бугу, а також малих річок Приазов'я та Причорномор'я.

Оскільки процес реформування в нашій країні практично не торкнувся систем водопостачання та водовідведення, хоча дозволив зберегти їх цілісність і працездатність, привів до збереження в цій сфері жорсткого централізованого стилю управління зниклої держави. Не зважаючи на розробку національних програм, терміни їх виконання постійно переносяться, аж де розвиток йде виключно за рахунок збільшення нормативного споживання, зростання тарифів і дотацій з місцевих бюджетів, а також перехресного субсидування. При такому відношенні вже в наступні роки системи водопостачання та водокористування зіткнуться з тою ситуацією що половина населення країни буде користуватися неякісною водою.

Основним етапами реформування неможливі без розробки, підготовки та проведення відповідних матеріально-технічних заходів. Впровадження інвентаризації споживачів води і власників житла і підприємств, підвищення тарифів, поділу їх для питної і технічної води, повсюдного обліку



споживання води за допомогою лічильників води. Відповідно різко зростає інтерес до засобів вимірювання витрати та об'єму холодної і гарячої води, які мають відповідати не лише в інтересах надавача, а й самого споживача.

Сьогодні по Україні спостерігаються великі втрати питної води і водогонів, внаслідок фальсифікацій показників лічильника води. Недоотримання коштів Водоканалами України за реально спожиту воду в середньому складають до 2 млн. грн. в місяць, а в цілому по Україні – мільярди гривень. Для забезпечення економного використання питної

Система водообліку багатоквартирного будинку складається з множини вузлів обліку: загально-будинкового та сукупності квартирних. Організація якісного обліку споживання води передбачає збіжність показів будинкового лічильника із сумою показів квартирних засобів вимірювання, за умови, повного оснащення квартир вузлами обліку. Зазвичай у більшості багатоквартирних будинків спостерігається зворотна ситуація: сума показів квартирних лічильників може бути меншою на 30 – 50 % за покази будинкового приладу, що свідчить про значний недооблік спожитої води. Аналіз таких результатів вказує, що основною причиною розбіжності зазначених параметрів є низька чутливість приладів, особливо за малих витрат.

А тому одним з дієвих шляхів вирішення цієї проблеми є застосування більш чутливих та точних лічильників як у квартирах, так і загально-будинкових [3]. Таким прикладом є впровадження нової інтелектуальної системи водопостачання включає в себе інтелектуальні лічильники води, передові датчики, програмну аналітику та послуги з комунікаційною системою FleXnet<sup>R</sup>, ведучою інтелектуальною комунікаційною мережею, яка дозволить вийти за рамки АМІ та максимізувати віддачу від інтелектуальних засобів за рахунок покращення зниження витрат, використання активів, зниження ризиків, отримання доходів або обслуговування клієнтів на віддаленому доступі.

Таким прикладом є впроваджена система від Sensus, бренд, Xylem. яка вже впроваджується з 2018 року не лише в таких штатах як Каліфорнія, Південна Кароліна , а навіть на сході Англії (Anglian Water).

## **1.2 Історія винаходу лічильника води та перше його застосування для обліку**

Перша офіційна задокументована ідея механізму лічильника води була запропонована німецьким інженером Рейнардом Волтманом в 1790 року. Але існують інші історичні факти , що першим лічильником води в світі винайшов Карл Вільгельм Сименс в 1851 році, але це не відповідає фактам. Перед винаходом лічильників Сименса вони існували и в США и в Британії. Перший офіційний патент в США на лічильник води отримав Уільям Сьювелл із Уільямсбургу в 1850 році. В 1824 році Томас Кеннеді з Аргайла запропонував механізм лічильника води, який в подальшому набув широке розповсюдження. В 1892 році в СРСР стали виробляти , а також ремонтувати перші радянські прилади, які рахували використання спожиту населенням воду. В СРСР побутові лічильники води почали впроваджувати з 1935 г., й за їх виготовлення відповідав московський завод «Водоприбор». Але радянська держава відмовилась від індивідуального обліку витрат води й впровадили загальні норми. Тоді, коли всі інші країни продовжували використовувати та вдосконалювати лічильники води, в СРСР ще довго не користались індивідуальним обліком витрат води.

Перші лічильники для холодної та гарячої води були використані в Німеччині вже в 1958 році. Це був крильчастий водомір, принцип роботи якого ґрунтувався на русі лічильного шестиренчатого механізму, відтворюючого кількість оборотів крильчатки на циферблаті.

## **1.3 Типи та класифікація лічильників води**

Сучасні лічильники за принципом дії діляться на тахометричні та віхреві.

**Тахометричні** – принцип дії яких заснований на підрахунку кількості обертів крильчастого елемента. Крильчатка знаходиться всередині й обертається від потоку води, при цьому в захищеному від потоків частині знаходиться прибор, відповідальний за точність показників.

**Вихреві** – конструкція, функціонал якої засновані на тому, що система водопроводу спричиняє вихри, частота яких пропорціональна швидкості течії рідини. саме на цьому засновано обчислення пристрою. Вихровий принцип вимірювання витрат рідких і газоподібних середовищ заснований на утворенні за тілом, що важко обминути, вміщеним в потік середовища, регулярної вихрової доріжки, яка називається доріжкою Кармана. Частоти коливань за тілом, вміщеним в потік, залежить від швидкості потоку і характерного розміру цього тіла.

**Магнітні**, де магнітне поле індукуються з швидкістю, пропорціональній силі поступаючого потоку.

**Ультразвукові**, де пристрій вимірює витрати води шляхом аналізу акустичного ефекту коливань ультразвуку, виникаючого при протіканні потоку рідини через прилад. Таким чином, спостерігається відмінність принципу роботи кожного лічильника.

Ультразвукові витратоміри є найбільш точним і надійним засобом виміру. Саме тому, згідно з маркетинговими дослідженнями ARC Advisory Group (США), ринок ультразвукових витратомірів за останні п'ять років збільшився практично в два рази. Головним недоліком вважається їх висока вартість, однак вона компенсується, компактністю і нечутливістю до забруднень

Конструкція системи для обліку витрати гарячої и холодної води може бути окремої та компактної, живитись від зовнішньої електромережі або бути енергонезалежними. В ряді випадків зустрічаються лічильники, живлення до яких доставляють приладами у вигляді звичайних батарей. Є також механічні прилади для обліку холодної (до +40) та гарячої (+40+150) води. При цьому

різновиди полягають в використанні матеріалів для виготовлення крильчаток та підшипників.

Механічні лічильники працюють лише від потоку поступаючої води, при цьому точність показників дуже велика. Недолік у пристрою один - у випадку малого напору, прилад може працювати в повільному режимі або навіть зовсім зупинитись.

За розміщенням також існують такі типи лічильників води: Сухі лічильник – прилади, де вимірювальний пристрій відокремлений від потоку перегородкою, що подляє строк використання та дозволяє надіятися на точність показників. При цьому конструкція може мати принцип роботи як крильчастого, так и віхревого. Строк експлуатації лічильника достатньо довший, а ціна доступна.

Мокрі лічильники – прилади, де вимірювальний механізм не відокремлений від потоків, тому часто виходить зі строю при потраплянні води та забрудненнями. Простота монтажу та доступна ціна - плюси, а от можливість сбої в показаннях – мінуси. Принцип дії такого приладу механічний, коли крильчатка обертається від поступаючого потоку.

По конструктивному виконанню тахометричні лічильники рідини поділяють на дві основні групи:

Крильчасті лічильники води, це коли ось обертання крильчатки яких перпендикулярна напрямку руху рідини.

Турбінні, лічильники води у яких ось обертання турбінки паралельна напрямку руху рідини.

Принцип дії швидкісних лічильників рідини заснована на вимірюванні числа обертів крильчатки або турбінки, які приводять в дію потоком протікаючої через лічильник рідини. Число обертів крильчатки пропорціональне кількості протікаючої через лічильник рідини. Вісь крильчатки за допомогою передаточного механізму з'єднана з лічильним механізмом, який, враховуючи число обертів, показує кількість протікаючої через лічильник рідини.

Крильчасті лічильники води бувають також одноструменевими та багатоструменевими.

В багатоструменевих лічильниках вода за допомогою направляючого апарату підводиться до крильчатки декількома струйками, рівномірно розподіленими по її окружності, що значно мінімізує можливість похибки показань витрат води. Дуже гарно подібні лічильники для квартир, де тиск гарячої води достатньо сильний, оскільки поступають потоки в розділеному вигляді, зменшується навантаження на лічильний механізм, а значить, збільшується строк служби приладу.

В крильчастому одноструменевому лічильнику вода підводиться до крильчатки одним струменем, направленим по дотичній окружності, яка проходить через центри лопаток крильчатки. Одноструменеві лічильники показані для монтажу на трубопроводі діаметром не більше 25 мм, вони бувають як для гарячої, так і для холодної води та працюють від дії одного потоку на крильчастий механізм. Одноструменеві лічильники простіші за конструкцією, а ніж багато струменеві, та мають менше частин, менші габаритні розміри та масу, менш вимогливими до якості рідини, яка протікає через них. Основним недоліком одноструменевих лічильників є односторонній тиск на ось крильчатки та опорні підшипники, що приводить до більш швидкого зношування цих деталей.

За температурою води розрізняють лічильники холодної та гарячої води. В лічильниках холодної води, які використовують для вимірювання води з температурою до 40 °С, крильчатка виконується з пластику. В лічильниках гарячої води, які використовують для вимірювання води з температурою до 90 °С, крильчатка виготовляється з латуні.

#### **1.4 Конструкція та принцип роботи крильчастого лічильника води**

**Лічильник води** це прилад, який призначено для неперервного вимірювання, запам'ятовування і показу об'єму води, що протікає через нього у границях номінальних умов експлуатації. Лічильник, як мінімум,

містить вимірювальний перетворювач, обчислювач (включаючи пристрій регулювання або коригування, якщо вони є) і показуваний пристрій.

Крильчасті лічильники холодної та гарячої води (надалі-лічильники) це пристрій з лічильним механізмом, що має магнітний зв'язок з рухомим елементом - крильчаткою, і які призначені для вимірювання об'єму питної води згідно з ГОСТ 2874 або гарячої води в системах гарячого водопостачання, що протікає по трубопроводу, **в яких перетворювальний елемент-крильчатка розміщується тангентально напрямку вектору швидкості потоку води, що протікає.**

**Вимірювальний перетворювач** це частина лічильника води, яка перетворює витрату або об'єм води, які вимірюють, в сигнали, які передаються на лічильний пристрій. Перетворення може ґрунтуватися на механічному, електричному або електронному принципі. Перетворювач може працювати автономно або використовувати зовнішнє джерело живлення.

**Перетворювач витрати або перетворювач об'єму** це та частина лічильника води (наприклад, поршень, колесо, елемент турбіни, електромагнітна котушка), яка реагує на витрату або об'єм води під час її проходження крізь лічильник.

**Лічильний пристрій** це частина лічильника, яка отримує вихідні сигнали від перетворювача(-ів) і, можливо, від супутніх вимірювальних приладів, перетворює їх і, за необхідності, зберігає результати в пам'яті для їх подальшого використання. Крім того, лічильний пристрій може здійснювати обмін інформацією з допоміжними пристроями.

**Показувальний пристрій** це частина лічильника води, яка відображає результати вимірювання: постійно чи на вимогу.

**Примітка.** Друкувальний пристрій для забезпечення індикації закінчення вимірювання - не є показуваним пристроєм.

Більшість водомірів що застосовуються в побутових, мають єдиний тахометричний принцип роботи. Потік води що проходить через прилад,

викликає обертання лопатевого колеса (крильчатки або турбінки). Обертаючий момент передається механічним або електромагнітним способом на рахунковий пристрій. Кожен оборот відповідає певним витратам води.

Принцип один, але його технічна реалізація може відрізнятись.

У невеликих водомірах, які використовують в квартирах. Кількість і довжина лопатей правильно розраховані і дають точний підрахунок споживання, який проходить через камеру приладу води.



Рисунок 1.1 – Фото 1

Крильчатка знаходиться в корпусі водоміра (рис. 1.1).

Як недолік, такої схеми можна відзначити, що колесо з лопатями має певну інертність і більше піддається впливу турбулентних потоків, що створюється під рясним проходженням води, що впливає на точність підрахунків води. Втім, в масштабах споживання однієї квартири - це не має практичного значення, тому такі лічильники є найбільш поширеними.

У «сухих» лічильниках механізм крильчатки відділений від рахункового механізму герметичною перегородкою. Точна механіка лічильника ні коли, ні за яких обставин, не контактує з водою. Передача обертання здійснюється через магнітну пару - кільцевий магніт встановлений зверху на корпусі крильчатки, и такий же – в механізмі рахункового пристрою, який також знаходиться в циліндричній колбі. Подібна схема різко збільшує термін експлуатації пристрою, який вже не настільки вимогливий до чистоти та температури води.

Недолік,-це чутливість до зовнішнього впливу магнітних(електромагнітних) полів, тому такі лічильники стали оснащувати додатковою антимагнітною муфтою. Таки прилади є найбільш поширеними в умовах квартири.

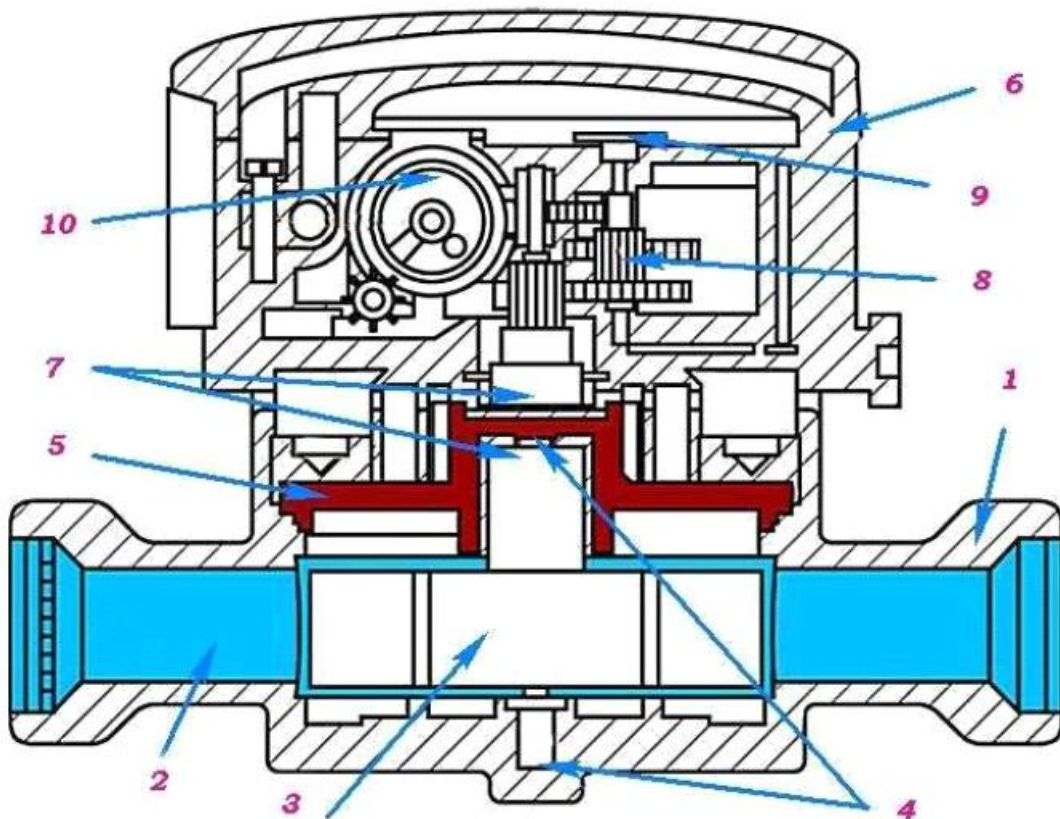


Рисунок 1.2 – Конструкція крильчастого лічильника [28].



На рисунку 1.2 представлений базовий пристрій типового сучасного водоми́ра.

Корпус нижньої частини лічильника (1) може бути виготовлений з немагнітяться сплавів на основи алюмінію, латуні. Рідше трапляються полімерні. В корпусі передбачені канали для проходження води (2) з центральною камерою. В який встановлено лопатеве колесо – крильчатка(3). Вись крильчатки у якісних водоми́рах забезпечена часовими каміннями (4), що забезпечує їх обертанням з мінімальним тертям и деє високу точність.

Водна частина лічильника герметично закрита полімерною перегородкою (5), яка фіксується спеціальною гайкою або стопорним кільцем. У лічильників з антимагнітним захистом в цьому ж місці розташована спеціальна захисна муфта, що оберігає від дії зовнішнього магнітного поля.

Зверху на корпус надівається герметичний рахунковий механізм (6), який частіше всього виготовлений з прозорого пластику. Він кріпиться до корпусу спеціальним кільцем, що дозволяє його обертати навколо вісі. Це кільце в обов'язковому порядку повинно мати заводську пломбу.

Передача обертального моменту здійснюється парою кільцевих магнітів (7). Один з них розташований на крильчатці, на верхньому зрізі, а другий встановлений співвісної першому, на головному валу рахункового механізму. Таким чином, обертання крильчатки «копіюється» точно механізмом приладу.

Обертання головного валу, через систему зубчастих коліс (8), певним чином масштабується й передається на стрілочний індикатор витрат (9) та на цифрову шкалу з роликками (10), які відліковують споживання води, зазвичай з точністю до третього десяткового знака (вид одного літра). Таким чином, на більшості лічильниках є три цифри червоного кольору. Що показують частки кубічного метра, та п'ять цифр чорних, що дозволяє відрахувати від 0 до 99 999 м<sup>3</sup> спожитої води.

Для додаткового розуміння принципу дії та конструкції розглянемо додатково ще один приклад, який показано на рис. 2 :

Основними складовими елементами лічильників води є: корпус, лічильний механізм, крильчатка, осі, сітка, дно, прокладка, втулка та підп'ятник. На відміну від існуючих лічильників води, лічильники води також укомплектовуються додатково двома захисними екранами з порошкового заліза: один знаходиться всередині кільця (5), розташованим під лічильним механізмом (3), другий в кришці (11) над крильчаткою (6), чим унеможливають вплив магнітів на достовірний облік холодної або гарячої води, що протікає в трубопроводах та зберігають роботу здатність при дії постійного магніту. Захисні екрани стійкі до впливу магнітного поля напруженістю 50-100 мТл (відповідно до умов ДСТУ 3580-97) та зберігають працездатність при дії постійного магніту діаметром до 70 мм з магнітною індукцією до 0,5 Тл.

Лічильники одноструменеві, сухого типу складаються із аксіальної турбіни (крильчатки) (6), магніту (15) та лічильного механізму (3), захисних екранів (4), (11), відлікового пристрою.

Вода, надходячи у корпус лічильника (17), обертає крильчатку (6), вісь (8) якої розташована перпендикулярно напрямку потоку води на вході в лічильники. Число обертів крильчатки, пропорційне об'єму води, що протікає через лічильники, за допомогою магнітної муфти передається на лічильний механізм (3). Вимірювальна камера та камера, в якій розміщений лічильний механізм, герметично розділені.

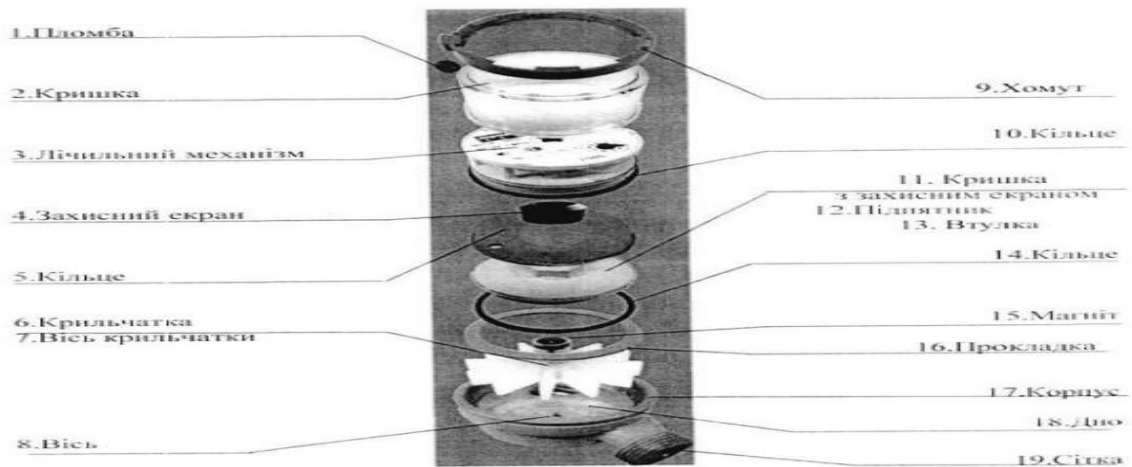


Рисунок 1.3 – 3D модель конструкції крильчастого лічильника [29]

Роликовий відліковий пристрій містить п'ять розрядів (роликів) для відліку значень об'єму спожитої води в метрах кубічних. На шкалі відлікового пристрою розміщений рухомий елемент ("зірочка"), який використовується для оптоелектронної реєстрації числа обертів під час випробувань і перевірки лічильників.

Герметичний рахунковий механізм лічильника виключає запотівання і потрапляння пилу.

Лічильники води нового типу вже мають вбудований зворотний клапан, який призначений для захисту лічильника від зворотного потоку води, що виключає можливість втрат води.

Лічильники забезпечені рахунковим механізмом, що має магнітний зв'язок з крильчатим пристроєм. Підвіска крильчатки – камені агатові ПАС або корундові ПКС.

Виконання лічильників різняться за температурою води, об'єм якої вимірюється, типорозміри лічильників різняться за номінальними діаметрами умовних проходів (DN), нормованими значеннями діапазону об'ємних

витрат, габаритними розмірами, масою, приєднувальними розмірами, нормованими значеннями похибок вимірювань, методами зняття 50 показів.

Матеріали деталей, що стикаються з проточною водою, виготовлені з поліпропілену 01020-16, не знижують якості води та стійкі до її впливу.

Корпус - латунь ЛЦ40См відповідно до умов ДСТУ EN 14154-1:2015

Найвідповідальнішою частиною вузла обліку є вимірювальний прилад, який безпосередньо взаємодіє з потоком вимірюваного середовища, і відповідно, в першу чергу окреслює експлуатаційні характеристики вузла обліку. Призначення та умови застосування витратомірів і лічильників рідинних енергоносіїв у сукупності дозволяють встановити основну номенклатуру характеристик вимірювача, достатню для означення його відповідності умовам експлуатації, які характеризуються низкою збираючих факторів, що впливають на процес реєстрації і порушують нормальну роботу приладу[4]. Відповідно до [5] нормовані робочі умови експлуатації лічильників холодної питної води та гарячої води окреслюються діапазоном допустимих робочих температур, максимальним допустимим тиском у системі, робочими діапазонами тиску, температури і вологості оточуючого середовища, класом чутливості перетворювача до нерівномірності профілю потоку вимірюваного середовища перед засобом вимірювання та після нього (визначається необхідною довжиною прямих ділянок трубопроводу).

### **1.5 Технічні та метрологічні характеристики лічильників води за класом точності**

Метрологічні характеристики- це характеристики технічних властивостей засобу вимірювань, які впливають на результати вимірювання. Метрологічні характеристики та розміри встановлюваних приладів визначаються відповідно до умов їх застосування [6]. При цьому враховуються: тиск на вході, фізичні та хімічні характеристики води, допустима втрата тиску на приладі, очікувані рівні витрати у системі, придатність приладу до конкретних умов встановлення, наявність вільного

місця на трубопроводі для монтажу вузла обліку, можливість відкладання розчинених речовин всередині приладу, наявність джерела живлення та інші.

Метрологічними характеристиками лічильників води є межі допустимих похибок в різних діапазонах вимірювальних витратах та класу лічильника.

Важливим характеристиками лічильників, за допомогою яких можна об'єктивно оцінювати їх метрологічні параметри, являються слідуєчі фіксуєчі значення вимірювальних витрат.

Основними метрологічними характеристиками лічильників води є - поріг чутливості ( $Q_{st}$ ), це – об'ємна витрата, за якої крильчатка лічильників починає безперервно обертатися.

- мінімальна витрата ( $Q_{min}$ ), – вище якого похибка лічильника не виходить за максимально допустиму похибку;

- перехідна витрата ( $Q_t$ ), – значення витрат між номінальним та мінімальними витратами, розділяюєій расхода на два поддиапазона: верхний и нижний. Каждая зона имеет значение максимально допускаемой погрешности;

- номінальна витрата ( $Q_n$ ), номинальный расход ( $Q_3$ ) – найбільший расход воды, при котором счётчик нормально функционирует в непрерывном или циклическом рабочих режимах, приэтом погрешность счётчика не выходит на пределы допускаемых значений;

- максимальна ( $Q_{max}$ ) витрата та точність вимірювання ( $Q_4$ ) - найбільша витрата воды, при якій лічильник повинен нормально функціонувати на протязі короткого періоду.

Для прикладу, візьмем технічний паспорт лічильника для холодної та гарячої води виробництва заводу групи Sensus (E-T 1.5), який показаний в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики лічильника виробництва заводу групи Sensus E-T 1.5

Тип счетчика воды		Е-Т Qn 1,5/40	Е-Т Qn 1,5/90
-допустимая погрешность		±2%	±3%
<b>Максимальный расход (Qmax)</b>	м <sup>3</sup> /час	3	3
<b>Номинальный расход (Qn)</b>	м <sup>3</sup> /час	1,5	1,5
<b>Переходный расход (Qt)</b>			
-горизонтальное положение В	м <sup>3</sup> /час	0,12	0,12
-вертикальное положение А	м <sup>3</sup> /час	0,15	0,15
<b>Минимальный расход (Qmin) -допустимая погрешность ±5%</b>			
-горизонтальное положение В	м <sup>3</sup> /час	0,03	0,03
-вертикальное положение А	м <sup>3</sup> /час	0,06	0,06
Диапазон счетного механизма	м <sup>3</sup>	99999	99999
Мин. велич. отсчета на циферблате	м <sup>3</sup>	0,0001	0,0001
Макс. рабочее избыточ. давление	МПа	1	1
Пробное давление	МПа	1,5	1,5
Макс. рабочая температура	°С	40	90
Масса без штуцеров	кг	0,45	0,45
<b>Габариты:</b>			
Присоединение счетчика воды		G 3/4	G 3/4
Резьбовое соединение		R ½	R ½
Длина счетчика воды	мм	110	110
Ширина	мм	76	76
Высота	мм	70	70

## 1.6 Метрологічні класи та межа похибки вимірювань лічильників холодної та гарячої води

В залежності від монтажу (просторової орієнтації) лічильники води поділяються на три класи точності вимірювання:

Метрологічний клас точності А (при монтажу лічильника води в горизонтальному положенні). Якщо лічильник має маркування 'V', то з'єднувальний трубопровід повинен знаходитися під час випробувань в вертикальній площині по відношенню до висі потоку.

Метрологічний клас точності В и С (при монтажу лічильника води в горизонтальному положенні, відповідно до технічних умов). Якщо лічильники мають маркування 'Н', то з'єднувальний трубопровід повинен знаходитися в горизонтальній площині по відношенню до осі потоку.

В таблиці 2 вказані границі діапазонів до відповідності до директив ЄС та стандартам ISO.

Таблиця 2 – Границі діапазонів відповідно до директив ЄС [31].

Номинальный расход, $Q_n, \text{ м}^3/\text{ч}$	Макс. расход, $Q_{\text{max}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	Номинальный диаметр $DN, \text{ мм}$	Метрологический класс А				Метрологический класс В				Метрологический класс С			
			Минимальный расход		Переходной расход		Минимальный расход		Переходной расход		Минимальный расход		Переходной расход	
			$Q_{\text{min}}, \text{ л/ч}$		$Q_t, \text{ л/ч}$		$Q_{\text{min}}, \text{ л/ч}$		$Q_t, \text{ л/ч}$		$Q_{\text{min}}, \text{ л/ч}$		$Q_t, \text{ л/ч}$	
			Х	Г	Х	Г	Х	Г	Х	Г	Х	Г	Х	Г
1,5	3	15	60	60	150	150	30	30	120	120	15	15	22,5	90
2,5	5	20	100	100	250	250	50	50	200	200	25	25	37,5	150
3,5	7	25	140	140	350	350	70	70	280	280	35	35	52,5	210
6	12	32	240	240	600	600	120	120	480	480	60	60	90	360
10	20	40	400	400	1000	1000	200	200	800	800	100	100	150	600

### 1.7 Межа похибки вимірювань

Межею похибки вимірювань або допустимої відносної похибки для технічно справних лічильників наведена на рисунку 1.4.

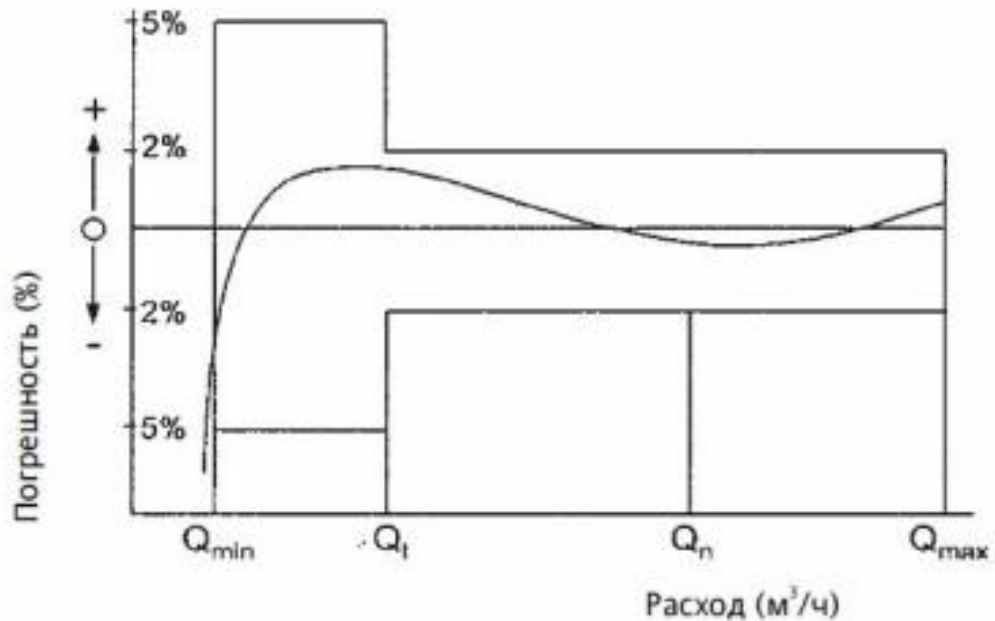


Рисунок 1.4 – Вертикальне положення встановлення лічильника води [32]

Межі допустимої відносної похибки для технічно справних лічильників води повинні знаходитись у межах:  $\pm 5\%$  у під діапазоні витрати  $Q_{\min} < Q < Q_t$ ;  $\pm 2\%$  (для лічильників холодної води) та  $\pm 3\%$  (для лічильників гарячої води) у під діапазоні витрати  $Q_t < Q < Q_{\max}$  [7]. Отже, перехідна витрата ( $Q_t$ ) характеризує перехід лічильника до діапазону вимірювання із суттєво меншою відносною похибкою. Поріг чутливості ( $Q_{st}$ ) визначає здатність приладу реагувати на наявність вимірюваної величини. Похибка вимірювання у під діапазоні  $Q_{st} < Q < Q_{\min}$  взагалі не нормується і може досягати значень  $\pm(20\dots 50)\%$ . Значеннями мінімальної та перехідної витрати визначаються класи точності лічильників. Відповідно до [7] існують три класи точності лічильників води: А, В та С (найбільш точними є лічильники класу С, найменш точними - класу А), які регламентуються ще й просторовою орієнтацією приладу [8].



## **1.8 Вимоги що до монтажу лічильників води згідно класу точності**

При встановленні в багатоповерхових квартирах та приватному секторі, споживачі завжди приділяють більше уваги на естетичний вигляд лічильника при монтажі, а ніж на його правильний монтаж. Здебільш велика помилка робиться при горизонтальному встановленні, коли циферблат встановлюють не згідно вимог виробника, а так щоб було краще видно показники лічильника води.

Лічильник води повинен бути змонтований так, щоб він завжди був заповнений водою при нормальних умовах.(згідно Міжнародним документам МОЗМ Д4 [4] (Условия монтажа и хранения счетчиков холодной воды)

Якщо на точність лічильника води може впливати присутність у воді твердих частин, то перед ним повинен бути встановлений фільтр.

Якщо на точність лічильника води можуть впливати перешкоди, виникаючі в трубопроводі перед лічильником (наприклад, через наявність колін, вентилей або насоса), то лічильник повинен бути забезпечений достатньою кількістю прямих участків у трубопроводі, або без випрямляча потоку, як вказано виробником, так щоб показники встановленого лічильника задовольняли потреби до відношення максимально допустимих похибок та згідно класу точності лічильника води.

Згідно ДСТУ 3580-97 (Лічильники холодної та гарячої води крильчасті. Загальні технічні вимоги) лічильники води поділяються за класом точності, які встановлюються відповідно до вимог монтажу.

Лічильники класу А встановлюються в вертикальному положенні. При вертикальному положенні лічильника води, крильчатка знаходиться в горизонтальному положенні, а отже нижня та верхні частини осі на якій вона закріплена, спирається на дві точки опори, що приводить до більшого тертя підшипника (рис. 1.5). Отже, при такому встановленні для обертання

крильчатка потрібно більше зусиль, отже лічильники води в вертикальному положенні мають поріг чутливості менший, тому вони є менш точними.

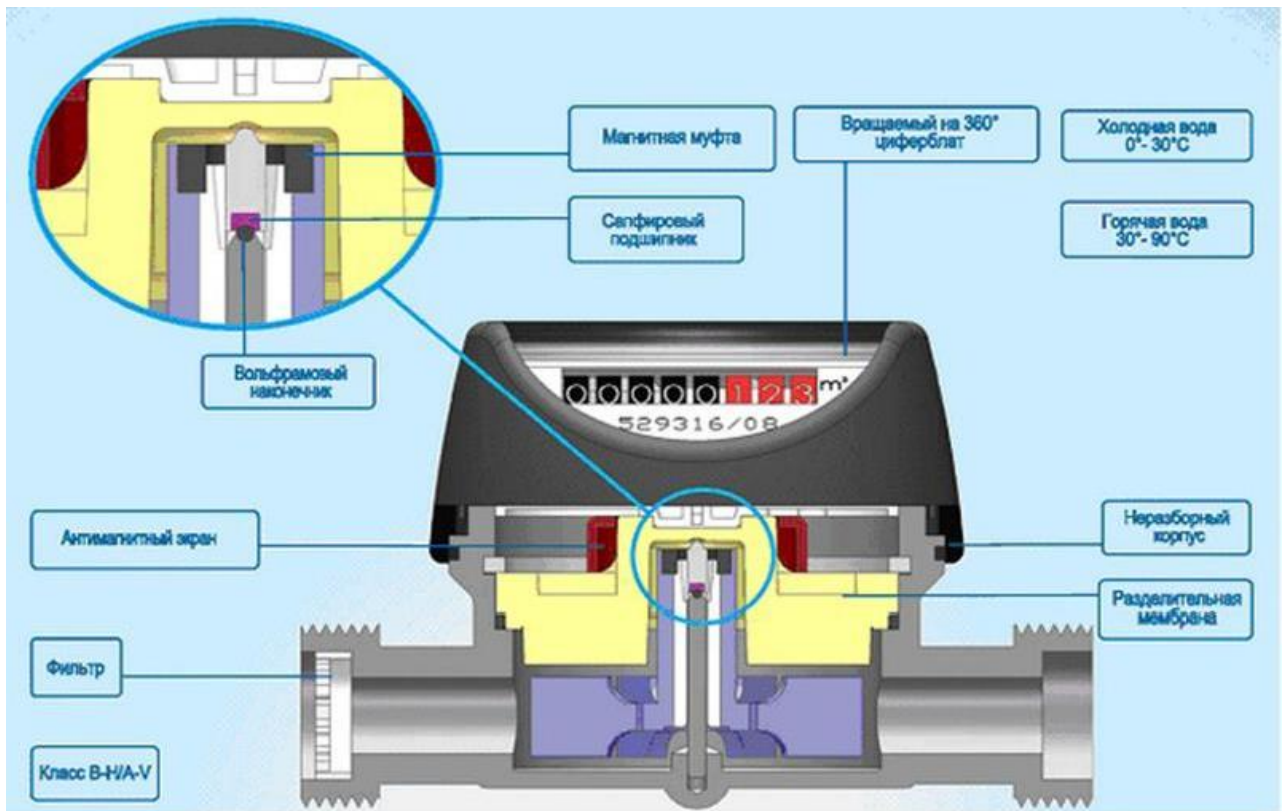


Рисунок 1.5 – Вертикальне положення встановлення лічильника води [32]

При горизонтальному монтажу лічильника води ,повинен бути встановлений циферблатом вверх згідно технічним вимогам, оскільки недотримання цих вимог може вплинути на його працездатність, та спричинити не правильні показники не тільки при обліку води, а й на його придатність при повірці що приведе до невідповідності його метрологічних характеристик. При горизонтальному положенні лічильника води крильчатка знаходиться в вертикальному положенні, отже навантаження йде лише на нижню точку опори осі крильчатки, відповідно повинно зменшуватися тертя що дозволяє збільшити поріг чутливості. Прикладом недотримання вимог буде приведено в розділі 3.

## 1.9 Оцінка якості визначення об'єму та об'ємної витрати води

В порівняльному аналізі характеристик лічильників холодної води з номінальним діаметром DN15, DN20, DN25 та номінальною витратою  $Q_n$  1,5 м<sup>3</sup>/год [26] та вище, свідчить про те, що чим вище клас точності, тим більший діапазон вимірювань приладу та його чутливість (див. рис. 1.6–1.8). Водночас, значення номінальної та максимальної витрати залишаються однаковими для всіх класів точності.

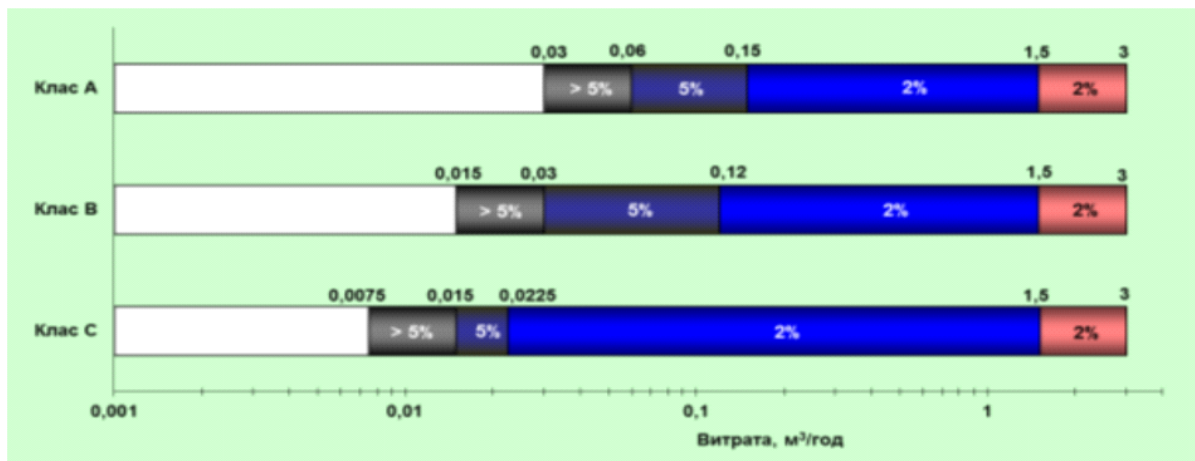


Рисунок 1.6 – Класи точності квартирних лічильників холодної води на прикладі DN15:  $Q_{st} \dots Q_{min} > \pm 5\%$ ,  $Q_{min} \dots Q_t = \pm 5\%$ ,  $Q_t < Q_n < \pm 2\%$ ,  $Q_n \dots Q_{max} \pm 2\%$

Найбільш поширеним класом лічильників, що застосовуються для квартирної обліку споживання води в Україні є швидкісні одноструменеві засоби вимірювання з чутливим елементом у вигляді крильчатки, розташованої тангенціально напрямку вектору швидкості потоку води [9, 10] із номінальним діаметром DN15. Широкого розповсюдження, такі лічильники набули завдяки простоті надійності конструкції, невисокій вартості, хорошій ремонтпридатності. Крім того, конструкція дозволяє встановлення такого лічильника як до горизонтального, так і до вертикального трубопроводів. Незважаючи на це, зауважимо, що клас

точності у всіх подібних одноструменевих лічильників води напряму залежить від їх просторової орієнтації.

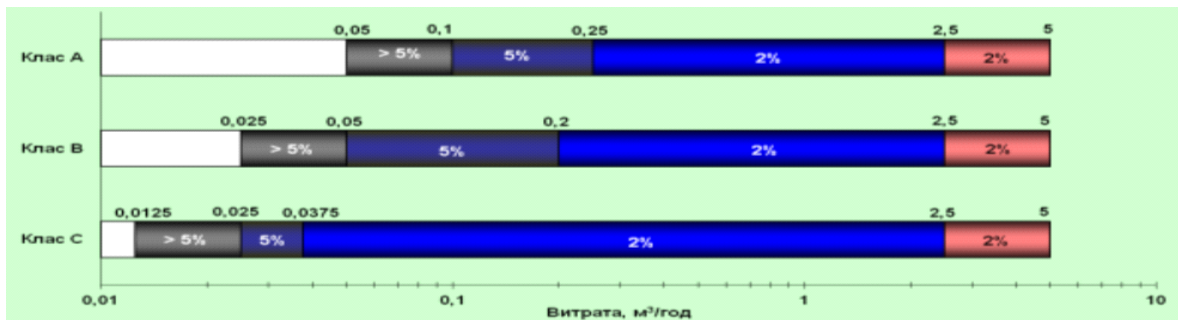


Рисунок 1.7 – Класи точності лічильників холодної води для DN20

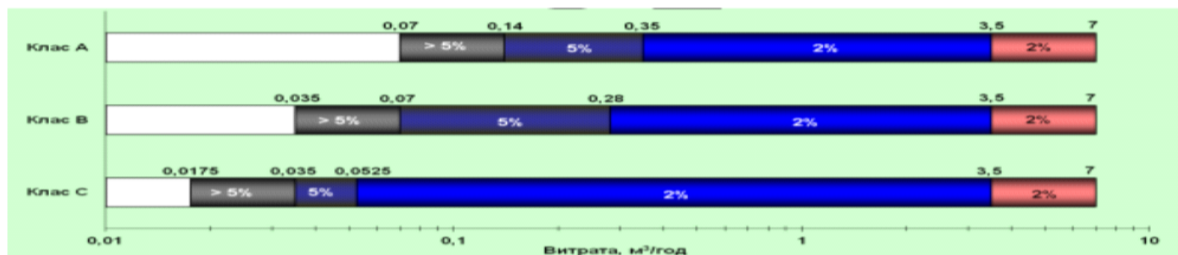


Рисунок 1.8 – Класи точності лічильників холодної води для DN25

Клас точності В досягається лише у випадку встановлення лічильника з горизонтальною просторовою орієнтацією при розташуванні лічильного механізму догори. Будь яке інше положення, а також відхилення лічильного механізму від вертикальної висі, призводить до переведення лічильника до менш точного класу А [7, 8, 11 – 14].

При встановленні вузлів обліку, особливо до існуючих систем, у більшості випадків керуються не забезпеченням максимальної точності вимірювання, а естетичними міркуваннями та зручністю для візуального зняття показань. Для чого лічильник розташовують на вертикальному трубопроводі, або лічильний механізм повертають на певний кут відносно висі горизонтального трубопроводу. Внаслідок цього переважна більшість квартирних лічильників працюють у класі точності А, що призводить до суттєвого недообліку споживання води.

Аналіз метрологічних характеристик найбільш поширених в Україні квартирних лічильників води (рис. 8 та 9) свідчить про те, що всі виробники виконують вимоги класів точності А та В (залежно від монтажного положення).

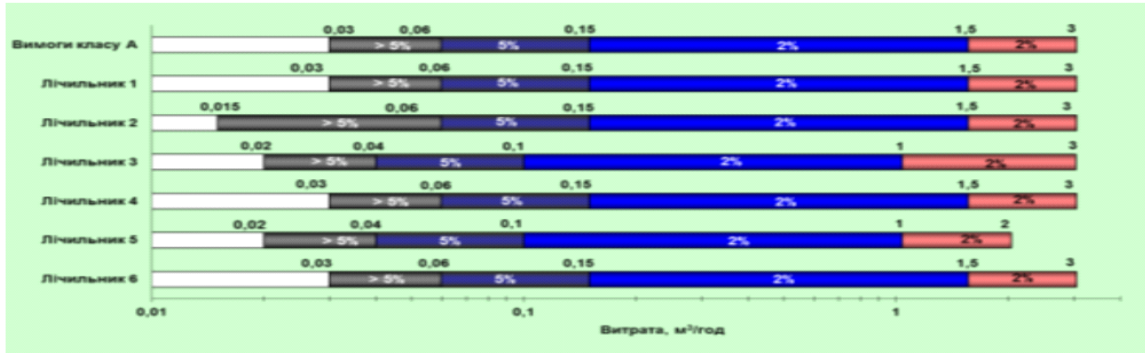


Рисунок 1.9 – Метрологічні характеристики поширених в Україні квартирних лічильників класу А

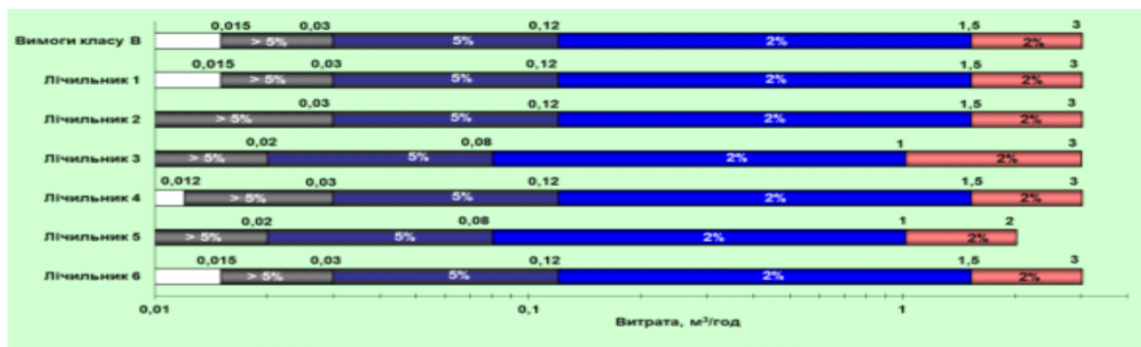


Рисунок 1.10 – Метрологічні характеристики поширених в Україні квартирних лічильників класу В

### 1.10 Висновок

Точність вимірювання – одна з найважливіших характеристик вимірювального приладу, що впливає на якість обліку води, а тому зменшення похибки вимірювання витрати та кількості води є основним шляхом підвищення якості обліку.

За великих обсягів води, що постачається до багатоквартирного будинку, похибка вимірювання витрати води навіть у межах 1% призводить до значних економічних втрат при сплаті за спожиту воду [1]. Реальне ж підвищення точності вимірювання води можливе тільки при невеликому значенні динамічного діапазону та зменшенні тривалості міжпіврічного інтервалу [1, 22, 23].

Похибка вимірювання, динамічний діапазон та міжпіврічний інтервал також взаємопов'язані. Отримати високу точність вимірювань у вузькому динамічному діапазоні та зберегти її протягом короткого терміну значно простіше, ніж витримати у широкому діапазоні і протягом тривалого інтервалу часу [15]. Для підвищення точності розрахунків та, як наслідок зменшення дисбалансу у показаннях загально будинкового та суми квартирних лічильників води, необхідне підвищення точності вимірювання витрати та кількості води [1].

## РОЗДІЛ 2

### ВИМОГИ НОРМАТИВНИХ ТА ЗАКОНОДАВЧИХ ДОКУМЕНТІВ СТОСОВНО ПРОВЕДЕННЯ ПОВІРКИ ПРИЛАДІВ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ

#### 2.1 Загальні відомості

Зважаючи на тенденцію зростання вартості води не лише в різних районах на прикладі Сумської області, а й інших областях України. Минув час, коли лише надавача послуг хвилювала працездатність лічильників води. Але дізнатися як працює лічильник води споживачеві не так просто, оскільки в законодавстві є дуже великі прогалини якими користуються недобросовісні юридичні та фізичні особи маніпулюючи недосконалістю нормативної бази та відсутністю у більшості виробників бажання виконувати дослідні та випробувальні роботи, виконують недоброякісну проливку лічильників.

Але під впливом великої конкуренції в боротьбі за збільшенням продажу товару серед виробників засобів вимірювальної техніки розгортається справжня боротьба. Деякі виробники заохочують споживачів своєю ціною, інші заохочують вдосконаленням та покращенням метрологічних характеристик засобами вимірювальної техніки.

Основним критерієм для оцінки систем вимірювань об'єму води - це достовірність одержуваної інформації, яка в свою чергу, визначається надійністю роботи систем і метрологічними характеристиками використовуваних засобів вимірювань. Важливо відзначити, що оцінювати ці характеристики слід стосовно до реальних умов експлуатації, тому що висока точність приладу, зазначена в паспорті або рекламному проспекті, часто задається для умов, забезпечити які на реальних об'єктах неможливо. Саме це і є однією з основних причин прихованого від споживача недосконалості деяких засобів вимірювань.

Оскільки лічильники є дуже відомими й давно увійшли в наше життя для контролю за споживанням води в побуті та введення обліку за рахунками

за спожиту воду, не лише в житлових будинках, а й на підприємствах. Найпоширенішим типом лічильників води в будинках є тахометричні прилади, представлені крильчасті і турбінними лічильниками, що мають досить великий діапазон при вимірюванні холодної та гарячої води і низьку вартість.

В умовах промислового підприємства вихід на задані метрологічні характеристики продукції, що випускається є найважливішим завданням метрологічного забезпечення виробництва. Під метрологічним забезпеченням мають на увазі встановлення та застосування наукових і організаційних основ, технічних засобів, правил і норм, необхідних для досягнення єдності і необхідної точності вимірювань. Науковою основою метрологічного забезпечення є метрологія - наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності.

Одним з розділів метрології є законодавча метрологія, яка вивчає організаційно-методичні проблеми метрологічного забезпечення, встановлює всі правила і норми досягнення однаковості засобів вимірювань, єдності і необхідної точності вимірювань. Якщо звернутися до проблем метрологічного забезпечення виробництва витратомірів, то необхідно відзначити дві основні особливості, характерні для цієї галузі метрологічної діяльності в цей час.

За останні роки удосконалення технологій виробництва в країнах з дуже розвинутою економікою зростає дуже високо за рахунок використання нових матеріалів і широкого впровадження автоматизації.

Розроблено нові засоби вимірювань і контролю як самих технологічних процесів, так і метрологічних характеристик лічильників води. В умовах збільшення обсягів виробництва вдосконалилися вимоги до оперативності та надійності контролю. Все ще не знайшло належного відображення в існуючій нормативно-технічній документації.



## **2.2 Вимоги законодавчих документів стосовно повірки засобів вимірювальної техніки**

Згідно з роз'яснень Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України щодо питань, які стосуються встановленого порядку проведення повірки лічильників холодної та гарячої води можна виділити такі вимоги:

Згідно до статті 19 Закону України «Про житлово-комунальні послуги» відносини між учасниками договірних відносин у сфері житлово-комунальних послуг здійснюються виключно на договірних засадах.

Регулювання відносин між суб'єктом господарювання, предметом діяльності якого є надання житлово-комунальних послуг і фізичною та юридичною особою, яка отримує або має намір отримувати послуги з централізованого опалення, постачання холодної та гарячої води і водовідведення (далі – послуги), здійснюється згідно з Правилами надання послуг з централізованого опалення, постачання холодної та гарячої води і водовідведення (далі – Правила) та типового договору про надання послуг з централізованого опалення, постачання холодної та гарячої води і водовідведення затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 21.07.2005№630 зі змінами від 18 серпня 2017 року( документ 633-2017-п)

Пункт 8 зазначених Правил передбачено, що послуги надаються споживачеві згідно з договором, що оформляється на основі типового договору про надання послуг з централізованого опалення, постачання холодної та гарячої води і водовідведення.

Пункт 15 Правил визначено, що засоби обліку води і теплової енергії, встановлені у квартирі (будинку садибного типу) та на вводі у багатоквартирний будинок, підлягають періодичній повірці.

Періодична повірка засобів обліку води і теплової енергії проводиться у строк, що не перевищує одного місяця. За цей час споживач оплачує відповідні послуги у такому порядку:

- з централізованого постачання холодної та гарячої води - згідно із середньомісячними показаннями засобів обліку за попередні три місяці;

- з централізованого опалення - згідно із середньомісячними показаннями засобів для обліку за попередній опалювальний період.

У разі несправності засобів обліку води і теплової енергії, що не підлягає усуненню, плата за послуги з моменту її виявлення вноситься згідно з нормативами (нормами) споживання.

Відповідно до вимогам ч.1Ст.28 цього Закону засоби вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, випускаються з серійного виробництва, ремонту та у продаж, видаються напрокат, на які поширюється державний метрологічний нагляд, підлягають повірці.

Друга частина цієї статті Закону передбачає, що засоби вимірювальної техніки, які перебувають в експлуатації, підлягають періодичній повірці через міжповірочні інтервали, порядок встановлення яких визначається нормативно-правовим актом центрального органу виконавчої влади.

Статтею 21 Закону передбачено, що до державного метрологічного контролю належить, зокрема, повірка засобів вимірювальної техніки.

Згідно до статті 14 Закону України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» постановою Кабінету Міністрів України затверджено Технологічний регламент щодо суттєвих вимог до засобів вимірювальної техніки, у якому у додатку 1 визначено вимоги до лічильника води.

Оскільки покази лічильників води використовуються під час розрахунків у сфері комунальних послуг між споживачем та постачальниками послуг, лічильники повинні зберігати свої метрологічні характеристики. Згідно Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність», вони підлягають обов'язковій повірці. Під час повірки встановлюється придатність лічильника до застосування на підставі результатів контролю його метрологічних характеристик. Процес повірки

значно скорочує витрати часу та зусиль завдяки сучасним розробкам у сфері вимірювальної та повірочної техніки.

На сьогоднішній день можна повірку лічильників гарячої і холодної води можна провести на місці їх експлуатації без демонтажу з водопроводу, так як це забезпечено методологічно: методично та інструментально – переносними повірочними установками, які відносяться до робочих еталонів 2-го розряду.

Для підвищення точності обліку витрат води на базі лічильників та витратомірів потрібно проводити повірку цих ЗВТ за умов, максимально наближених до умов експлуатації.

Для виконання цих робіт потрібно введення стандартів на вимоги до лічильників та подальші роботи з надання відповідного статусу наявним повірочним стендам.

Однак вже сьогодні очевидно, що метрологічне забезпечення витратомірів води у відповідності до європейських норм потребуватиме суттєвого розширення матеріально-технічної бази як органів державної метрологічної служби, так і метрологічних підрозділів водопостачальних та водотранспортних компаній.

### **2.3 Законодавчі вимоги, які стосуються порядку проведення повірки лічильників води**

Відповідно до статті 17 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05.06.2014 р. № 1314-VII законодавчо регульовані засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), що перебувають в експлуатації, підлягають періодичній повірці та повірці після ремонту.

Перелік категорій законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 04.06.2015р. №374.

Порядок проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, та оформлення її

результатів, затверджений наказом Мінекономрозвитку України від 08.02.2016 р. № 193 та зареєстрований в Міністерстві юстиції України 24.02.2016 р. за №278/28408.

Повірка засобів вимірювальної техніки, які не застосовуються у сфері законодавчо регульованої метрології та перебувають в експлуатації, проводиться на добровільних засадах.

Періодична повірка ЗВТ проводиться метрологічними підрозділами відповідно до письмового звернення замовника.

Таким чином, згідно Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» засіб вимірювальної техніки - технічний засіб, який застосовується під час вимірювань і має нормовані метрологічні характеристики.

Повірка засобів вимірювальної техніки - встановлення придатності засобів вимірювальної техніки, на які поширюється державний метрологічний нагляд, до застосування на підставі результатів контролю їх метрологічних характеристик. Повірці підлягають засоби вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, випускаються з серійного виробництва, ремонту, і в продаж, видаються напрокат, на яких поширюється державний метрологічний нагляд, а також:

- вихідні і робочі еталони метрологічних центрів територіальних органів;
- вихідні еталони підприємстві організацій;
- засоби вимірювальної техніки, що застосовуються під час державних випробувань, державної метрологічної атестації та повірки засобів вимірювальної техніки, а також під час калібрування засобів вимірювальної техніки для інших підприємств, організацій, і для фізичних осіб.

Види повірки:

- первинна
- періодична

- позачергова
- інспекційна та експертна.

Засоби вимірювальної техніки визнають придатними до застосування, якщо результати повірки підтверджують їх відповідність метрологічним і технічним вимогам до цих засобів вимірювальної техніки, встановленим у нормативних або експлуатаційних документах.

Організація і порядок проведення повірки засобів вимірювальної техніки регламентується ДСТУ 2708.

Відповідно до пункту 4.1.2 Національного стандарту України ДСТУ 2708:2006 «Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення» (далі - Стандарт) повірку засобів вимірювальної техніки проводять територіальні органи, уповноважені (акредитовані) на її проведення.

У разі якщо територіальні органи за відсутністю відповідних еталонів не можуть провести повірку окремих типів засобів вимірювальної техніки, то повірку цих засобів вимірювальної техніки проводять наукові метрологічні центри, уповноважені (акредитовані) на її проведення.

Відповідно до пункту 4.2.1 Стандарту для засобів вимірювальної техніки, які підлягають повірці, встановлено такі види повірки: первинна, періодична, позачергова, інспекційна та експертна.

Первинній повірці підлягають ЗВТ перед уведенням в експлуатацію, що возять за кордону партіями, типи яких занесено до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки, якщо не визнано результати повірки, проведеної в іноземних державах.

Також, згідно з п. 4.2.2–4.2.6 цього Стандарту, первинній повірці підлягають засоби вимірювальної техніки під час випуску з виробництва і ремонту. У разі потреби первинну повірку проводять також під час уведення засобів вимірювальної техніки в експлуатацію. Необхідність проведення такої повірки має бути зазначена в експлуатаційних документах, у свідоцтві про державну метрологічну атестацію і (або) у сертифікаті затвердження

типу засобів вимірювальної техніки. Перелік операцій повірки встановлюють у відповідній методиці повірки.

Пункт 4.2.3 цього Стандарту доповнює вимоги та додає що періодичній повірці підлягають засоби вимірювальної техніки, які перебувають в експлуатації, в тому числі ті, які видають напрокат.

**Згідно до п.5.3.1** Первинній повірці підлягає кожен зразок засобів вимірювальної техніки відповідно до 4.2.2. Під час випуску з виробництва допускається проводити вибірково первинну повірку засобів вимірювальної техніки, якщо це передбачено відповідним нормативним документом або методикою повірки. Позитивні результати вибіркової первинної повірки поширюються на всі засоби вимірювальної техніки з партії, яку подають на повірку.

Позачергова повірка відповідно до п.5.5 ДСТУ 2708-2006 проводять в таких випадках:

- за потреби заявника пересвідчитись у придатності засобів вимірювальної техніки до застосування;
- у разі пошкодження відбитка повірочного тавра або втрати свідоцтва про повірку;
- у разі застосування засобів вимірювальної техніки як комплектувальних, якщо час, що минув після останньої повірки, перевищує половину міжповірочного інтервалу;
- у випадку продажу (відправлення) споживачеві засобів вимірювальної техніки в тому разі, коли час, що минув після останньої повірки, перевищує половину міжповірочного інтервалу;
- під час уведення в експлуатацію засобів вимірювальної техніки, які пройшли первинну повірку (у разі потреби).

Інспекційну повірку проводять під час здійснення державного метрологічного нагляду, щоб перевірити придатність засобів вимірювальної техніки до застосування.

Інспекційну повірку засобів вимірювальної техніки проводять у порядку, встановленому нормативно-правовим актом ЦОВМ.

За бажанням представників підприємств, організацій та фізичних осіб – суб'єктів підприємницької діяльності, інспекційну повірку можна проводити за їх присутності.

Результати інспекційної повірки оформлюють довідкою, яку підписують державні повірники (повірники). Форму довідки про результати інспекційної повірки встановлюють у технічному завданні на проведення державного метрологічного нагляду.

Експертну повірку проводять у разі виникнення спірних питань щодо метрологічних характеристик, придатності до застосування і правильності експлуатації засобів вимірювальної техніки.

Експертну повірку проводять за письмовою заявою державних органів (суду, прокуратури тощо) або юридичних та фізичних осіб. У заяві має бути зазначено мету експертної повірки і причину, що зумовила її проведення.

Під час проведення експертної повірки засобів вимірювальної техніки можуть бути присутні замовники, а також представники зацікавлених сторін.

За результатами експертної повірки складають висновок, який затверджує керівник наукового метрологічного центру, територіального органу або повірочної лабораторії, і його надають заявникові.

Один примірник висновку треба зберігати в тій організації (науковому метрологічному центрі, територіальному органі або повірочній лабораторії), яка проводила експертну повірку.

**Примітка.** Якщо експертну повірку проводять на замовлення слідчих та судових органів, то висновок оформлюють відповідно до вимог цих органів.

З огляду на зазначене, у разі виникнення сумнівів щодо придатності до застосування і правильності експлуатації засобів вимірювальної техніки фізичні та юридичні особи у встановленому порядку мають право ініціювати експертну повірку засобів вимірювальної техніки.

Згідно п.5.5 ДСТУ 2708:2006 позачергову повірку проводять в таких випадках:

- за потреби заявника пересвідчитись у придатності засобів вимірювальної техніки до застосування;
- у разі пошкодження відбитка повірочного тавра або втрати свідоцтва про повірку;
- у разі застосування засобів вимірювальної техніки як комплектувальних, якщо час, що минув після останньої повірки, перевищує половину міжповірочного інтервалу;
- у випадку продажу (відправлення) споживачеві засобів вимірювальної техніки в тому разі, коли час, що минув після останньої повірки, перевищує половину міжповірочного інтервалу;
- під час уведення в експлуатацію засобів вимірювальної техніки, які пройшли первинну повірку (у разі потреби).

Згідно з положеннями пункту 5.8.1 Стандарту експертну повірку проводять за письмовою заявою державних органів (суду, прокуратури тощо) або юридичних та фізичних осіб. У заяві має бути зазначено мету експертної повірки і причину, що зумовила її проведення.

Пункт 5.6.1 Стандарту говорить що результати вимірювання та інші дані, отримані під час проведення первинної, періодичної та позачергової повірки, мають бути задокументовані відповідно до методики повірки. На вимогу заявника йому надають засвідчену копію протоколу повірки, якщо його складання передбачено методикою повірки.

Відповідно до положеннями п.5.6.2 Стандарту позитивні результати первинної, періодичної та позачергової повірки засобів вимірювальної техніки засвідчують відбитком повірочного тавра на засобі вимірювальної техніки і (або) свідоцтвом про повірку чи записом з відбитком повірочного тавра у відповідному розділі експлуатаційних документів.

Згідно з п.5.6.6 Стандарту визначено, що якщо в результаті повірки засіб вимірювальної техніки визнають не придатним до застосування, то



вчений зберігач еталону або державний повірник (повірник) анулює свідоцтво про повірку і (або) гасить попередній відбиток повірочного тавра чи робить відповідний запис в експлуатаційних документах.

У пункті 5.6.7 Стандарту зазначено, що на засоби вимірювальної техніки, що визнані непридатними до застосування за результатами повірки, оформлюють довідку про непридатність, яку видають заявнику на його вимогу.

#### **2.4 Основні вимоги, методи та засоби повірки лічильників води**

Згідно вимогам Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05.06.2014 р. № 1314-VII законодавчо регульовані засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), що перебувають в експлуатації, підлягають періодичній повірці та повірці після ремонту.

Повірка засобів вимірювальної техніки – встановлення придатності засобів вимірювальної техніки, на які поширюється державний метрологічний нагляд, до застосування на підставі результатів контролю їх метрологічних характеристик. Організація і порядок проведення повірки засобів вимірювальної техніки регламентується ДСТУ 2708.

Відповідно до 5 розділу загальних вимог порядку проведення повірки ЗВТ засоби вимірювальної техніки, які призначено для застосування в побутовій сфері для власних потреб, подають на періодичну та позачергову повірку за бажанням їх власника. Це положення не стосується засобів вимірювальної техніки, результати вимірювань якими застосовують для розрахунків за спожиті для побутових потреб електричну і теплову енергію, газ і воду.

До умов проведення повірки належать такі вимоги:

П.5.2.1 Повірку засобів вимірювальної техніки можна проводити:

- у стаціонарних або пересувних повірочних лабораторіях;
- безпосередньо на підприємствах, у цьому випадку державних повірників

(повірників) відряджають на підприємства.

П.5.2.2 Під час проведення повірки засобів вимірювальної техніки на місцях їх виготовлення, ремонту або експлуатації заявники повинні:

- забезпечувати у разі потреби доставку робочих еталонів та допоміжних засобів повірки, які належать науковим метрологічним центрам, територіальним органам або повірочним лабораторіям, до місця повірки і у зворотному напрямку;
- надавати необхідні нормативні, експлуатаційні та інші документи;
- відряджати допоміжний персонал та надавати приміщення, необхідні для проведення повірки;
- забезпечувати необхідні умови повірки (температуру і вологість навколишнього повітря, захист від зовнішніх електромагнітних полів тощо) та дотримання вимог техніки безпеки і санітарних норм (освітленість робочих місць для проведення повірки, наявність заземлення, вентиляції тощо);
- забезпечувати зберігання робочих еталонів і допоміжних засобів повірки, які належать науковим метрологічним центрам, територіальним органам або повірочним лабораторіям;
- надавати, в разі застосування пересувної повірочної лабораторії, місце стоянки та забезпечувати під'єднання її до мереж електро, газу та водопостачання, каналізації, а також забезпечувати збереженість цієї лабораторії.

П.5.2.3 Якщо для проведення повірки на місцях виготовлення, ремонту або експлуатації засобів вимірювальної техніки необхідно застосовувати стаціонарні робочі еталони, то заявники повинні мати зазначені еталони та надавати їх у розпорядження державних повірників (повірників).

Категорії законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки які підлягають періодичній повірці, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 04.06.2015р. №374.Порядок проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації затверджений наказом Мін економ розвитку України від

08.02.2016 р. № 193 та зареєстрований в Міністерстві юстиції України 24.02.2016 р. за № 278/28408.

На сьогоднішній день можна констатувати той факт, що повірку лічильників гарячої і холодної води проводять на місці їх експлуатації без демонтажу з водопроводу, що значно скорочує витрати часу та зусиль завдяки сучасним розробкам сфері вимірювальної та повірочної техніки.

Повірка крильчастих лічильників води проводиться на стаціонарних засобах повірочної техніки та переносних засобах повірочної техніки.

#### 2.4.1 Стаціонарні засоби повірочної техніки

До стаціонарних засобів повірочної техніки відносяться ті засоби які знаходяться в територіальних органах та наукових метрологічних центрах, які уповноважені та пройшли акредитацію на проведення повірки лічильників води.

До стаціонарних установок проведення повірки лічильників води відносяться такі як наприклад:

Установка еталонна проливна УВЛ15/25 (рис 2.1) призначена для відтворення одиниць об'єму і об'ємної витрати рідини при калібруванні і повірці лічильників води з діаметром умовного проходу 15 мм, 20 мм і 25 мм. Установка є стаціонарним еталонним засобом вимірювання об'єму води. При заданій витраті води пропускають через лічильник певний об'єм води., який потім потрапляє в мірник установки. Принцип роботи установки заснований на порівнянні показань лічильника води і об'єму води у мірнику установки. Обсяг води, виміряний лічильником, визначають по різниці показань лічильника до і після кожного пропуску води через лічильник.



Рисунок 2.1 – Установа повірочна проливна УВЛ 15/25

Установ складається з таких частин як:

- вузол накопичення води (7);
- вузол стабілізації об'ємної витрати води(5.6);
- запірні пристрої (13,16);
- робочі еталони об'єму води-еталонні мірники з оптичними перетворювачами рівня (1,14);
- випробувальна ділянка, в яку монтуються лічильники води (3,4);
- оптоелектронні вузли знімання вимірювальної інформації з лічильників води (11);
- персональний комп'ютер, блок контролера, пристрої виведення інформації(10, 15);
- інформаційно-вимірювальна система установки – комплекс апаратних і програмних засобів, що реалізують процес контролю метрологічних характеристик лічильників води (20)

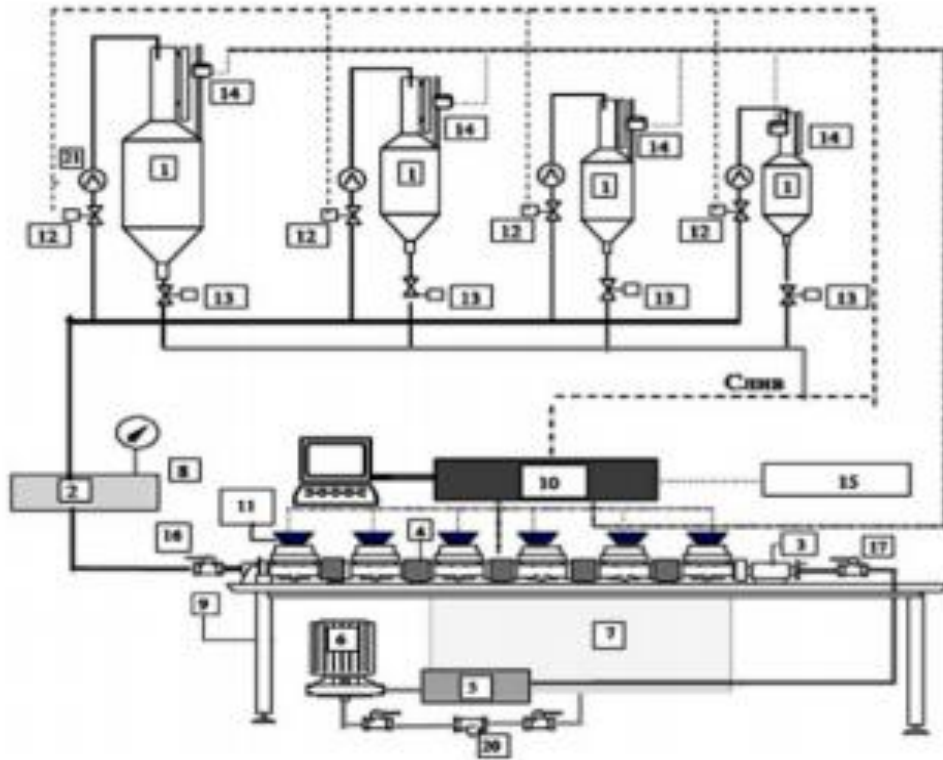


Рисунок 2.2 – Схема установки еталонної проливної УВЛ 15/25

Основні технічні та експлуатаційні характеристики наведено в табл. 2.1.

Повірку засобів вимірювальної техніки проводять територіальні органи, уповноважені (акредитовані) на її проведення. У разі якщо територіальні органи за відсутності відповідних еталонів не можуть провести повірку окремих типів засобів вимірювальної техніки, то повірку цих засобів вимірювальної техніки проводять наукові метрологічні центри, уповноважені на її проведення.

Установка повірочна проливна АС-20 (Україна) (рис. 2.3).

Галузь застосування – повірка та калібрування лічильників води DN10, DN15, DN20 методом звірення в автоматичному режимі.

Таблиця 2.1 – Основні технічні та експлуатаційні характеристики

<b>Метод повірки лічильників</b>	<b>Об'ємний</b>
Діапазон повірочних витрат	0,03..3.5 м3/год
Межа допустимої основної відносної похибки еталонних мір місткості	±0,1%
Межа допустимої основної відносної похибки установки при відтворенні і вимірюванні об'єму води при температурі води до 30°C	± 0,2%
Межа допустимої основної відносної похибки установки при відтворенні і вимірюванні об'єму води при температурі води від 30 °С до 85 °С	± 0,42%
Цикл використання робочої рідини	замкнений
Температура робочої рідини	5..85°C
Максимальний тиск води в трубопроводі	0,45 МПа
Продуктивність в режимі « повірка» ( лічильник DN15)	200 шт/зміна
Діаметр умовного проходу (DN) лічильників, що повіряються	15,20,25
Кількість одночасно повіряємих лічильників	до 6
Затискач лічильників витратомірів	механічний
Споживана потужність (без підігріву води)	0,7 кВт
Габаритні розміри	1500x800x2100 мм
Конструктивні матеріали	Нерж.сталь, латунь, пластмаса, сталь
Маса установки з робочою рідиною	200 кг



Рисунок 2.3 – Установа повірочна проливна АС-20

Принцип дії установки заснований на створенні в напірному трубопроводі, в якому встановлені лічильники, (витратоміри-лічильники, перетворювачі обсягу), потоку води з встановленим стабілізованою об'ємним (масовим) витратою і вимірі обсягу (маси) води за допомогою робочих еталонів. В основі роботи установки лежить принцип циркуляції води по замкненому контуру.

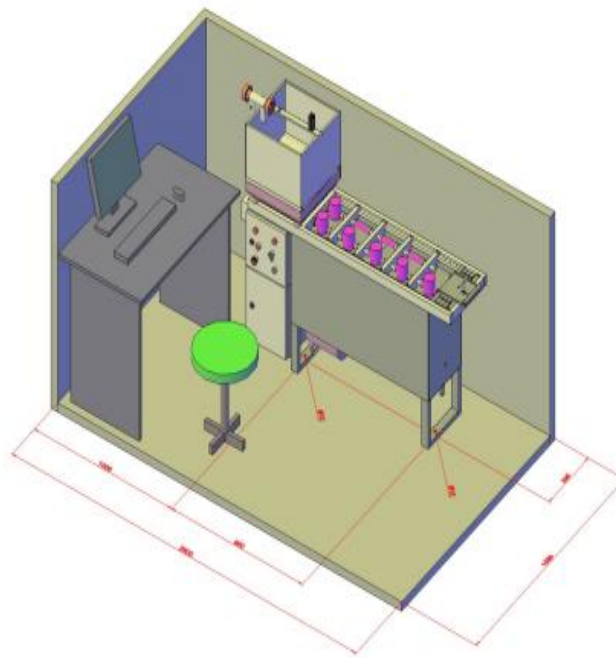


Рисунок 2.4 – Вигляд базової конфігурації установки АС-20

Базова конфігурація установки АС-20 (рис.14):

1. Монтажний стіл в зборі:

- затискний пристрій;
- бакооборотного водопостачання;
- бакооборотного водопостачання;
- система деаерації і стабілізації витрати;
- система управління витратою;
- блок керування установкою;
- термодатчик.

2. Переливний пристрій.

3. Електронні ваги в комплекті з баком.
4. Перехідники для установки муфтових лічильників
5. Імітатори муфтових лічильників
6. Програмне забезпечення управління установкою і підготовки протоколу повірки.

Основні технічні та експлуатаційні характеристики наведено в табл.

## 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні технічні та експлуатаційні характеристики

Метод повірки	ваговий та звірення
Клас точності	0,15% (ваговий метод)
	0,3% (звірення)
Режим роботи	Автоматичний
Діаметр умовного проходу лічильників, що повіряються	DN 20, DN15, DN 25
Мінімально відтворювана витрата	0,03 м3/ч
Максимально відтворювана витрата	1,5 м3/ч
Кількість приладів, що повіряються одночасно	DN15- до 10шт.
Діапазон зважування	від 1 до 40 кг
Виконавчі і затискні механізми	Пневматичні
Режим установки заданої витрати	Безступінчасте регулювання
Управління витратою	Автоматичне зі стабілізацією
Система водопостачання	Замкнута
Матеріал установки	нержавіюча сталь (включаючи насос).
Габаритні розміри	1700 x 430 x 1300
Живлення	380 В, 3 фази, до 0,75 кВт
Ємність оборотного бака	140 л
Робочий еталон	Електронні ваги та еталонні електромагнітні лічильники-витратоміри

### 2.4.2 Переносні засоби повірочної техніки

До переносних засобах повірочної техніки відносяться наприклад такі як:

Установка повірочна переносна УПП-10 (рис. 2.5) призначена для передачі розміру одиниці об'єму рідини, що протікає по трубопроводу,



робочим засобам вимірювальної техніки номінального діаметра від 15 мм до 20 мм безпосереднім звіренням на місці їх експлуатації (повірки), а також при ремонті і калібруванні.

Повірочна установка забезпечує вимірювання витрат від 0,02 до 2,50 м<sup>3</sup>/год. Установка використовується в якості робочого еталона для контролю метрологічних характеристик лічильників, при проведенні їх повірки на місці експлуатації, а також при ремонті та регулюванні. Конструктивно УПП-10 являє собою кейс, в якому розташовані такі функціональні вузли:

- робочий еталон (багато струменевий лічильник-витратомір);
- датчик температури;
- струменевипрямлювач;
- регулюючий вентиль;
- підводний і відвідний шланги
- кабель зв'язку;
- відеокамера з монтажним пристосуванням;
- ноутбук.



Рисунок 2.5 – Установка повірочна переносна УПП-10 В

Основні технічні та експлуатаційні характеристики наведено в табл.

2.3.

Таблиця 2.3 – Основні технічні та експлуатаційні характеристики

Вимірюване середовище	вода водопровідна
Температура вимірюваної води	від 5° С до 75° С
Діапазон вимірювання	від 0,03 м <sup>3</sup> /год до 2,5 м <sup>3</sup> /год
Перехідна витрата Q <sub>t</sub>	0,15 м <sup>3</sup> /год
Максимальний робочий тиск рідини	0,5 МПа
Температура навколишнього середовища	від 5° С до 40° С
Вологість навколишнього середовища	не більше 75 % при t ≤ 30° С
Маса	8 кг
Споживана потужність	10 ВА
Габаритні розміри	800x300x330 мм

### Установка повірочна переносна УПЛВ-3

Установка призначена для вимірювання об'ємної витрати та об'єму води, яка протікає по трубопроводу на місці експлуатації повіряемого прибору. Установка використовується для настройки, градуїровки, калібровки, повірки та других робіт по визначенню метрологічних та технічних характеристик лічильників (витратомірів-лічильників) кількості рідин різних типів та призначення, що використовуються в промисловості та комунальному господарстві.

Установка забезпечує передачу одиниці об'єма при співвідношенні похибки установки до похибки повіряемих приладів не гірше, ніж 1/5.

Камера реєструє фотознімки зображення лічильного механізму повіряемого приладу.

ПЗ автоматично індицирує задане значення витрати, фотографує та записує в енергонезалежну пам'ять зображення лічильного механізму повіряемого прилада в началі та в кінці вимірювання.

Установка забезпечує пропуск через повіряемий прилад не менше, заданого об'єму води з послідуочим його вимірюванні за допомогою еталонного витратоміра - електромагнітного прецезійного лічильника.

Розрахункова формула в кожному вимірюванні:

$$V = V_{\text{ГОСТ}} + \text{rand}(5...10\%)$$

де  $V_{\text{ГОСТ}}$  – мінімальний об'єм води, для мінімальної/перехідної/максимальної витрати, згідно ГОСТ 8.156-83.

$\text{rand}(5...10\%)$  – додатковий плаваючий об'єм, невідомий оператору, та доступний в БД повірнику після тесту, в протоколі вимірювань.

Це унеможлиблює можливість махінацій з підключеннями/підливами на різних етапах повірки, оскільки заздалегідь не відомо який об'єм буде пролитий. Для прикладу на мінімальній витраті для лічильника DN15, може бути пролито від 2.1л до 2.2 л.

Для всіх тестів ПЗ установки розраховує відносну похибку приладів.

$$((V_{\text{пр}} - V_{\text{ет}}) / V_{\text{ет}}) \times 100\%$$

де  $V_{\text{пр}}$  – об'єм води який пройшов через повіряємий лічильник, л

$V_{\text{ет}}$  – об'єм води який пройшов через еталон установки, л

Технічні характеристики УПЛВ-1 наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики УПЛВ-1

Найменування параметрів	Значення
Діапазон вимірюємих витрат, м <sup>3</sup> /ч	Від 0,01 до 2,5
Межа допустимої основної відносної в діапазоні від 0,1 до 2,5 м <sup>3</sup> /ч, при вимірюванні об'єму, %	± 0,3
Межа допустимої основної відносної в діапазоні від 0,1 до 2,5 0,01 до 0,1 м <sup>3</sup> /ч, при вимірюванні об'єму, %	± 0,6
Температура робочого середовища, °С	Від 5 до 55
Межа допустимої абсолютної похибки вимірювання температури, °С	± 0,5
Число одночасних повіряємих лічильників, шт.	1
Номинальні діаметри повіряємих приладів, мм	10, 15, 20
Робоча рідина – вода, з параметрами тиску в трубопроводі, не більше МПа	1,6
Живлення елементів установки	автономне, 8.4В, DC
Час роботи оввід акумуляторів, час	до 10

<b>Найменування параметрів</b>	<b>Значення</b>
Споживаюча потужність, не більше, Вт	5
Габаритні розміри (в транспортній тарі), м, не більше	0,5x 0,3 x0,2
Вага (в транспортній тарі), кг, більше	6
Керування процесом вимірювання	автоматичне
Керування встановленням витрат	ручне
Видалення воздуха з лінії	проточною водою
Гідравлічний контур	відкритий
Середній строк служби	не менше 5 років

Склад установки

- 1) Еталонний електромагнітний витратомір-лічильник з мікроконтролером, WIFI модулем доступу;
- 2) Планшет з встановленим ПЗ;
- 3) Цифрова бездротова відеокамера.
- 4) Кронштейн кріплення відеокамери.
- 5) Струмогасник вихідного трубопроводу
- 6) Блок зарядки акумуляторів
- 7) Гнучкий шланг підключення
- 8) Комплект перехідників для підключення до різних типів змішувача
- 9) Транспортний кейс
- 10) Серверне ПЗ для обробки протоколів.

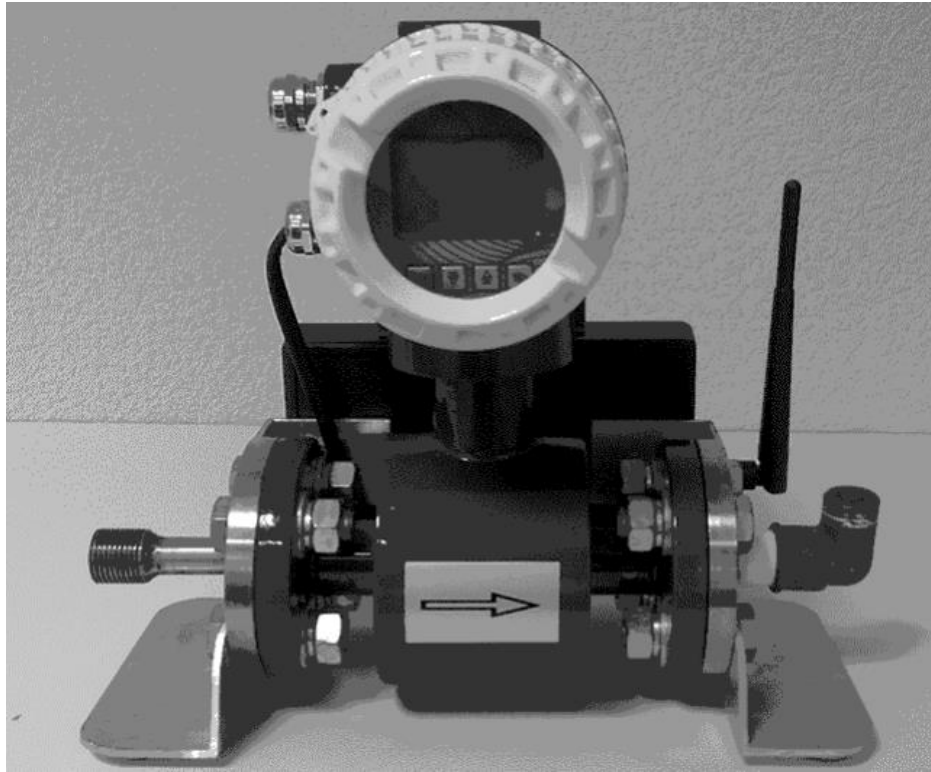


Рисунок 2.6 – Еталонний електромагнітний витратомір-лічильник

В основі роботи установок лежить принцип вимірювання об'єму води послідовно протікаючої через повіряемий лічильник та робочій еталон.

Характеристики використовуємого еталону

Електромагнітний витратомір-лічильник	1 шт.
Виробник елетродів	Siemens, Німеччина
Тип	MAGFLO MAG8900

## 2.5 Висновок

Таким чином, технологічний контроль витрати води необхідний для управління такими процесами як транспортування води, водо-підготовка, теплообмін, дозування. Системи вимірювання витрати та об'єму води застосовуються також для оцінки ефективності функціонування різних споруд, установок і апаратів, а також діагностики їх несправності.

Проблема економії природних ресурсів на сьогоднішній день чи не найактуальніша у всьому світі. Ефективна економія природних ресурсів, що

має стратегічне значення для економічного розвитку кожної держави, можлива лише завдяки високоякісній системі обліку. Лічильник води – складний технічний пристрій, який з часом зношується та зазнає впливу з боку зовнішніх факторів, таких як зношення матеріалів, сторонні елементи у воді тощо, які змінюють його метрологічні характеристики.

## РОЗДІЛ 3

### АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРИЛЬЧАСТОГО ЛІЧИЛЬНИКА ВОДИ ВІД ЗМІНЕННЯ ЙОГО ПРОСТОРОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ НА ПРОТЯЗІ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 3.1 Загальна інформація

Державне підприємство «Сумський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації» Департаменту технічного регулювання Міністерства економічного розвитку та торгівлі України почало своє функціонування у 1935 році у вигляді Сумського обласного повірочного управління з відділенням у місті Конотоп, неодноразово перетворюючись. Наразі центр став підприємством, здатним проводити роботи і надавати послуги у галузі стандартизації, метрології та підтвердження відповідності практично в усіх галузях діяльності суб'єктів господарювання.

ДП «Сумистандартметрологія» призначений та уповноважений: на проведення повірки (калібрування), державної метрологічної атестації та державних контрольних випробувань засобів вимірювальної техніки, атестації методик виконання вимірювань; органом з сертифікації на проведення робіт з сертифікації продукції і послуг, в т. ч. імпортової продукції; органом з сертифікації систем управління, а також органом з атестації на проведення вимірювань у Державній метрологічній системі.

ДП «Сумистандартметрологія» здійснює свою діяльність у паливо-енергетичному, машинобудівному та транспортному комплексах, аграрному секторі, на підприємствах харчової та промислової продукції, закладах охорони здоров'я, у житлово-комунальному комплексі, будівельній індустрії та інших галузях.

Система управління якістю стосовно надання ДП «Сумистандартметрологія» послуг із стандартизації, метрології, сертифікації, державного нагляду та випробувань відповідає вимогам ДСТУ ISO 9001, яку засвідчує Національним органом України з сертифікації.

Державне підприємство «Сумський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації», акредитований, призначений та уповноважений на проведення робіт із сертифікації продукції та послуг, сертифікації систем управління, сертифікації імпортової продукції, відповідно до затвердженої номенклатури.

На базі ДП «Сумистандартметрологія» діє випробувальна лабораторія акредитована Національним агентством з акредитації України на технічну компетентність та незалежність згідно міжнародного стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025:2006.

Центр здійснює, відповідно до галузі уповноваження, роботи з:

- атестації вимірювальних лабораторій на проведення вимірювань;
- участі в атестації вимірювальних підрозділів, що належать до сфер управління центральних органів виконавчої влади; проведення державних контрольних випробувань засобів вимірювальної техніки, які виготовляються підприємствами Сумської області; участі у проведенні державних приймальних випробувань ЗВТ;
- надання інформаційно-методичної допомоги замовникам.

Центр має відділ який виконує роботи з обслуговування замовників, прийняття засобів вимірювальної техніки на їх повірку, калібрування, державну метрологічну атестацію, та випробувального обладнання на його атестацію.

Фахівці відділу опанували проведення повірки лічильників води на місці установки за допомогою сучасного мобільного еталону УПЛВ-1.

Дослідивши та проаналізувавши всі вимоги яким повинен відповідати засіб вимірювання води не лише під час його виробництва, а й подальшої експлуатації. Як вже уточнялось що важливу роль відіграє дотримання вимог що до монтажу які встановлює виробник, для подальшої нормальної роботи приладу та підтвердження своїх метрологічних характеристик під час проведення повірки.



Оскільки повірка лічильників води проводиться на стаціонарних та переносних установках, для дослідження ми будемо використовувати переносну установку УПЛВ-3.

### **3.2 Послідовність операцій при проливці лічильників води для отримання метрологічних характеристик на переносній установці УПЛВ-3**

Експлуатація установок повинна здійснюватися при дотримуванні умов, згідно до вимог МПУ 333/03-2013 й забезпечуючих відтворення потоку води з параметрами, задовольняючих вимогам методики повірки випробовуємого лічильника води.

Експлуатація установок повинна виконуватися тільки спеціально підготовленим персоналом, який пройшов інструктаж по техніці безпеки.

Повинні виконуватися наступні вимоги:

- відсутність протікання в місцях з'єднання установки й точки забору води;
- відсутність додаткового забору води в гідравлічному тракті від місця установки випробовуємого лічильника до місця підключення установки;
- відсутність бруду, тріщин, капель на захисному склі лічильного механізму випробовуємого приладу;
- Місце установки випробовуємого приладу повинно відповідати вимогам технічної документації на даний лічильник;
- Лічильний механізм лічильника води повинен бути достатньо освітлений;
- Регулювання витрати повинна здійснюватися тільки передбаченими для цих цілей вентилями;
- Рівень заряду акумуляторів установки и ПЛК повинен бути достатнім для завершення тесту;
- Тиск та температура води в трубопроводах повинна знаходитися в допустимих границях;

- Параметри зовнішніх електричних та магнітних полів та вібрацій повинні знаходитись в допустимих межах.

- Змінення витрати води за час тесту повинно знаходитися в встановлених для даного тесту межах;

Умови та порядок проведення робіт по повірці не місті експлуатації повинні відповідати вимогам МПУ 333/03-2013 «Метрологія. ЛІЧИЛЬНИКИ ВОДИ КРИЛЬЧАСТІ DN10, DN15, DN20. Методика повірки на місці експлуатації»

Послідовність дій персоналу при проведенні вимірювань та реєстрації вимірюваної інформації.

1. Запустити на планшеті ПЗ "UPLV".

2. Перевірити мережеву затримку до камери та лічильника, значення не повинно перевищувати 500 мс. У випадку високої завантаженості частотного діапазону як наслідок, висока затримка, перезапустити установку, ПЗ автоматично змінить використовуємий канал радіозв'язку.

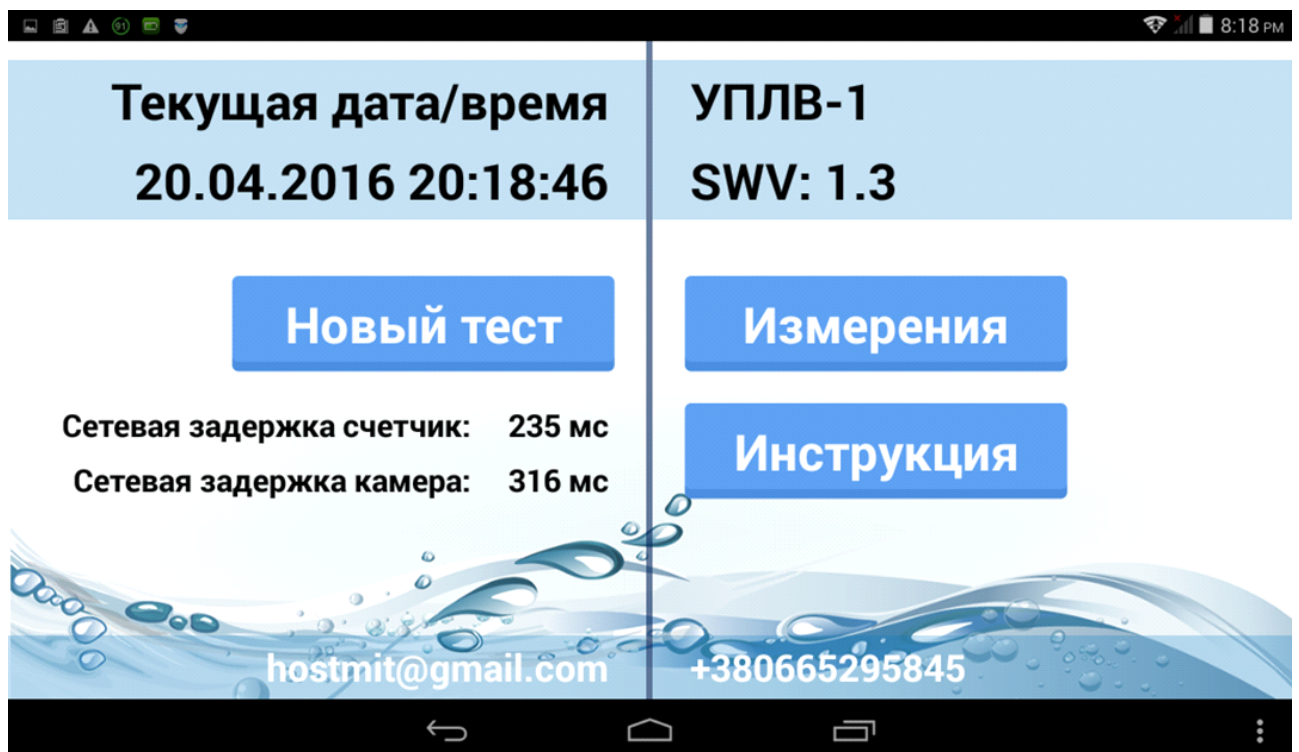


Рисунок 3.1 – Інтерфейс 1

3. Натиснути кнопку "Новий тест". Переконайтесь в підключенні камери та отриманні стартової фотографії лічильного механізму повіряемого приладу. Фотографія повинна нормально відображатися на дисплеї. При необхідності встановити додаткове освітлення, очистити скло від бруду. Зображення оновлюється автоматично, кожні 3 секунди.



Рисунок 3.2 – Інтерфейс 2

4. За наведеною методикою на лічильному механізмі повіряемого приладу та залежно від просторової орієнтації визначити клас точності повіряемого приладу (А, В або С). Визначити його DN.

5. Орієнтуючись на DN та клас точності вибрати необхідний тест з бази даних планшету.

6. По замовчуванню ПЗ проведе 3 випробування, по 3 спроби на кожне. Якщо попереднє вимірювання було перерване непередбаченими обставинами,

можна вибрати окремо тести 1, 2, 3. В такому випадку ПЗ збереже окремими протоколами.

7. Натиснуть кнопку "Начать". На даній дії створюється протокол, який містить всі доступні дані про даний тест, незалежно, виконаний він цілком, перерваний чи частково.

8. На кожному етапі ПЗ відображає, в яких межах необхідно відрегулювати витрату. Поточна витрат оновлюється кожену секунду. У випадку невідповідності витрат в необхідному діапазоні, ПЗ не дозволить оператору розпочати тест.

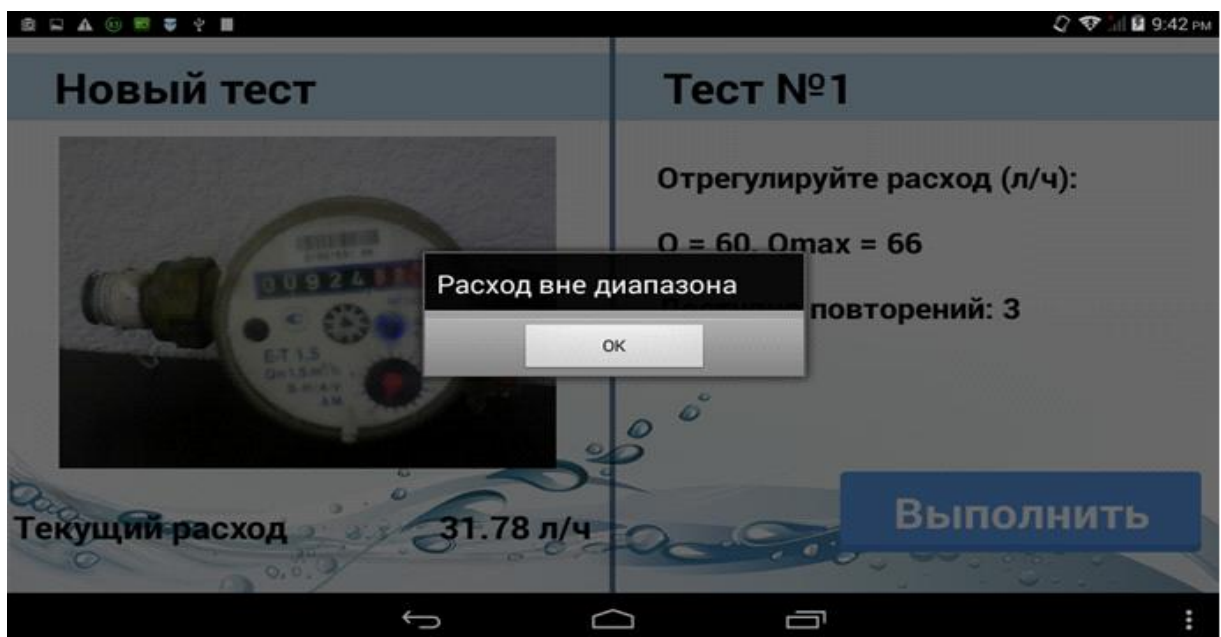


Рисунок 3.3 – Інтерфейс 3

9. На планшеті запустити вибраний тест кнопкою "Выполнить". У випадку якщо поточна витрата в межах допуску, ПЗ приступить до вимірювань, фотофіксації. З'явиться індикація часу, необхідного для закінчення тесту.

10. Після завершення проливу потрібного об'єму води ввести данні начала та кінця тесту.

11. Впевнитись в отриманні стартової і фінішної фотографій тесту.

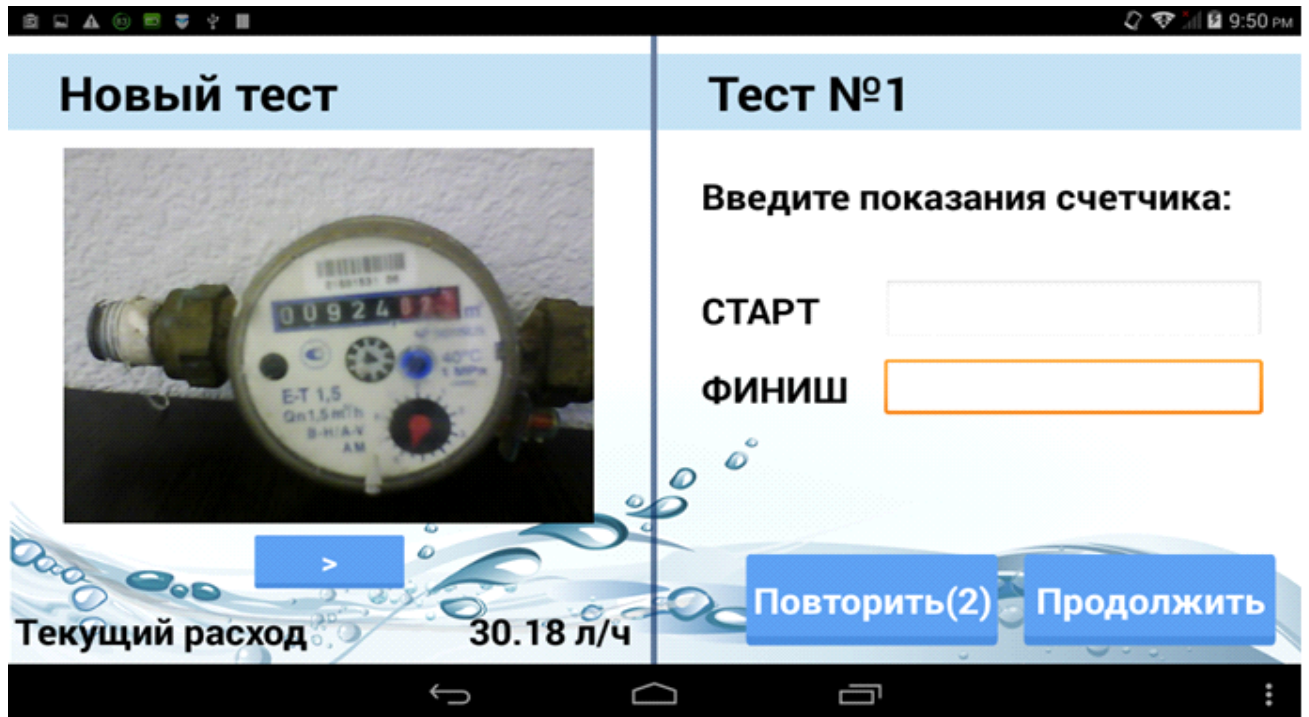


Рисунок 3.4 – Интерфейс 4

12. Ориентуясь на дисплей фото ввести показання повіряемого лічильника, та натиснути кнопку "Продолжить".

13. У випадку, якщо показники повіряемого лічильника в межах похибки даного тесту, ПЗ перейде на наступний тест.

14. Остаточний результат повірки буде визначений на останньому етапі при обробці результатів й визначенню придатності лічильника для використання.



Рисунок 3.5 – Интерфейс 5

Для всіх тестів ПЗ установки розраховує відносну похибку приладів.

$$((V_{\text{по}} - V_{\text{ет}}) / V_{\text{ет}}) \times 100 \%$$

де  $V_{\text{по}}$  – об’єм води який пройшов через повіряємий лічильник, л

$V_{\text{ет}}$  – об’єм води який пройшов через еталон установки, л

3.2.1 Проливка лічильників води по класу точності А, згідно вимогам з різними роками виготовлення

Для наглядового прикладу візьмемо два лічильника води різних років випуску та різних виробників. Прикладом будуть лічильники ДП «Новатор» м. Хмельницький (ЛК-15Х) та фірми «PREMEX s.r.o., Словачія (VLX 1.5), з різними роками випуску.

Для проведення наукового дослідження будемо використовувати проливну установку УПЛВ-3, яка використовується при повірці лічильників води на місці експлуатації без демонтажу.

При проведенні експерименту, кожен лічильник буде протестовано на чотирьох позиціях, кожна з яких буде відрізнятися своєю просторовою орієнтацією.

Перед проведенням проливки кожного лічильника встановлюємо його згідно вимог до його класу точності яка залежить від просторової орієнтації (горизонтальна - клас В, вертикальна - клас А) та діаметру трубопроводу. Монтаж приводиться до подібних умов в яких використовується засіб виміральної техніки (рис. 3.5):



Рисунок 3.6 – Фото установки в роботі

3.2.2 Проливка лічильників води по класу точності А, згідно вимогам з різними роками виготовлення

а) Встановлюємо в вертикальному положенні лічильник води ЛК-15Х (2011 року) та проводим проливку відповідно класу точності А за відповідними діапазонами вимірювання та експлуатаційної інструкції відповідно до її вимог:

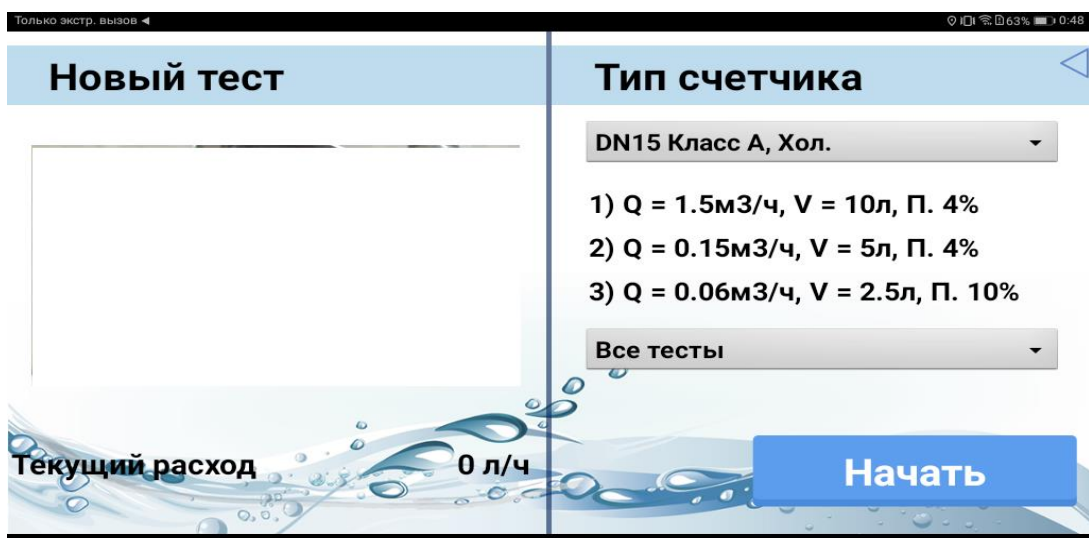


Рисунок 3.7 – Інтерфейс б

Отримуємо такі характеристики лічильника води які порівнюються з показниками еталону й визначенням похибки ЗВТ, від якої залежить результати повірки:

Державне підприємство "Сумський регіональний науково-виробничий  
центр стандартизації, метрології та сертифікації"  
м. Суми, ХАРКІВСЬКА вул., 101  
Свідоцтво про уповноваження № П-52-2019 від 20.12.2019 р.

Протокол ID K1/21.01.21/0005
Результат Годен
Дата Повірки 21.01.21

Відомості щодо домовласника та дані випробувань

ПІП	ТЕСТ 4 Згідно вимогам
Адреса	Клас А д.Хол кв.
Тип лічильника	ЛК-15Х
Рік лічильника	2011
Клас лічильника	DN15 Класс А, Хол.
Номер лічильника	1213454
Виробник	ДП 'Новатор', м. Хмельницький
Початкові показники	201
Тест1 Стартові	770.49
Тест1 Фінальні	779.51
Тест1 Об`єм, л	9.02
Тест1 Еталон, л	8.676
Тест1 Похибка, %	3.963
Тест2 Стартові	786.14
Тест2 Фінальні	790.49
Тест2 Об`єм, л	4.35
Тест2 Еталон, л	4.184
Тест2 Похибка, %	3.959
Тест3 Стартові	791.65
Тест3 Фінальні	794.31
Тест3 Об`єм, л	2.66
Тест3 Еталон, л	2.584
Тест3 Похибка, %	2.958

Рисунок 3.8 – Варіант 1 Свідоцтва



За результатами вимірювань лічильник води ЛК-15Х придатний й відповідає класу точності А.

б) Встановлюємо в вертикальному положенні лічильник води VLX 1.5 (2001 року) та проводим проливку відповідно класу точності А за відповідними діапазонами вимірювання та експлуатаційної інструкції відповідно до її вимог:



Рисунок 3.9 – Интерфейс 7

Отримуємо такі характеристики лічильника води які порівнюються з показниками еталону й визначенням похибки ЗВТ, від якої залежить результати повірки:

Державне підприємство "Сумський регіональний науково-виробничий  
центр стандартизації, метрології та сертифікації"  
м. Суми, ХАРКІВСЬКА вул., 101

Свідоцтво про уповноваження № П-52-2019 від 20.12.2019 р.

Протокол ID K1/14.01.21/0005
Результат Годен
Дата Повірки 14.01.21

Відомості щодо домовласника та дані випробувань

ПІП	Тест N 1 Згідно вимогам монтажу Клас точності А
Адреса	Суми Донская д.15 кв.
Тип лічильника	VLX 1.5
Рік лічильника	2001
Клас лічильника	DN15 Класс А, Хол.
Номер лічильника	08345098 01
Виробник	Фірма "Premex-INA.s". Словачія
Початкові показники	345
Тест1 Стартові	690.96
Тест1 Фінальні	701.2
Тест1 Об'єм, л	10.24
Тест1 Еталон, л	10.676
Тест1 Похибка, %	4.082
Тест2 Стартові	715.18
Тест2 Фінальні	720.6
Тест2 Об'єм, л	5.42
Тест2 Еталон, л	5.271
Тест2 Похибка, %	2.836
Тест3 Стартові	721.71
Тест3 Фінальні	724.61
Тест3 Об'єм, л	2.9
Тест3 Еталон, л	2.75
Тест3 Похибка, %	5.451

Рисунок 3.10 – Варіант 2 Свідоцтва

За результатами вимірювань лічильник води VLX 1.5 (2001 року) придатний й відповідає класу точності А.

3.2.3 Проливка лічильника води по класу точності Б, згідно вимогам з різними роками виготовлення

а) Встановлюємо в горизонтальному положенні лічильник води ЛК-15Х (2011 року) відповідно вимог циферблатом вгору та проводим проливку відповідно класу точності В за відповідними діапазонами вимірювання та експлуатаційної інструкції відповідно до її вимог:

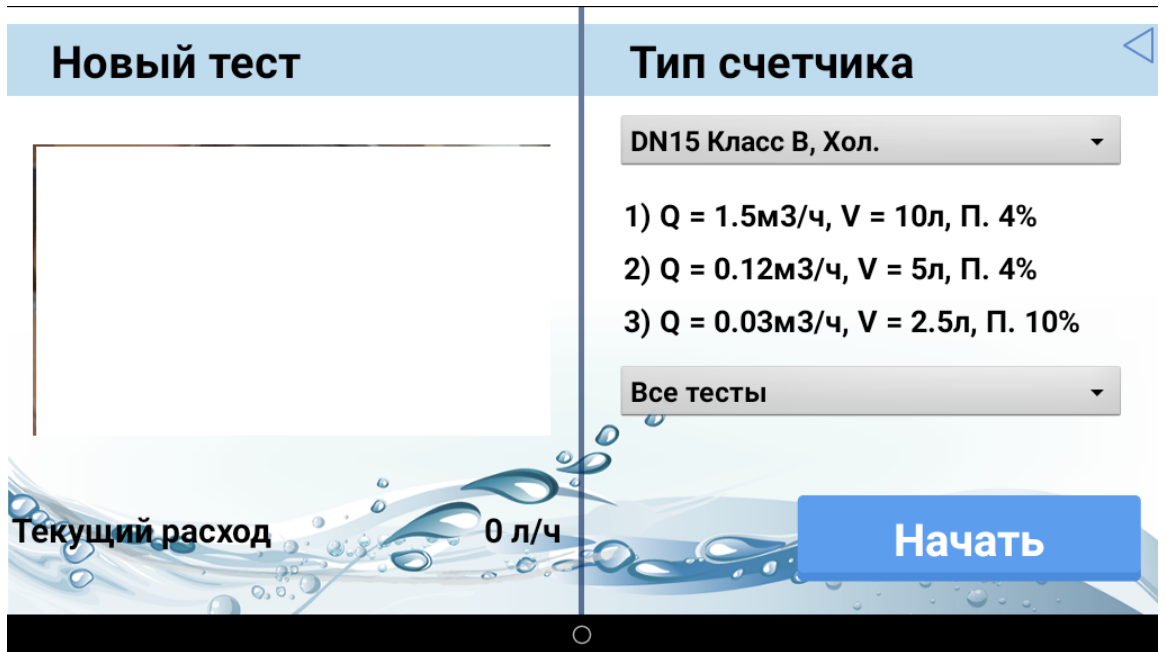
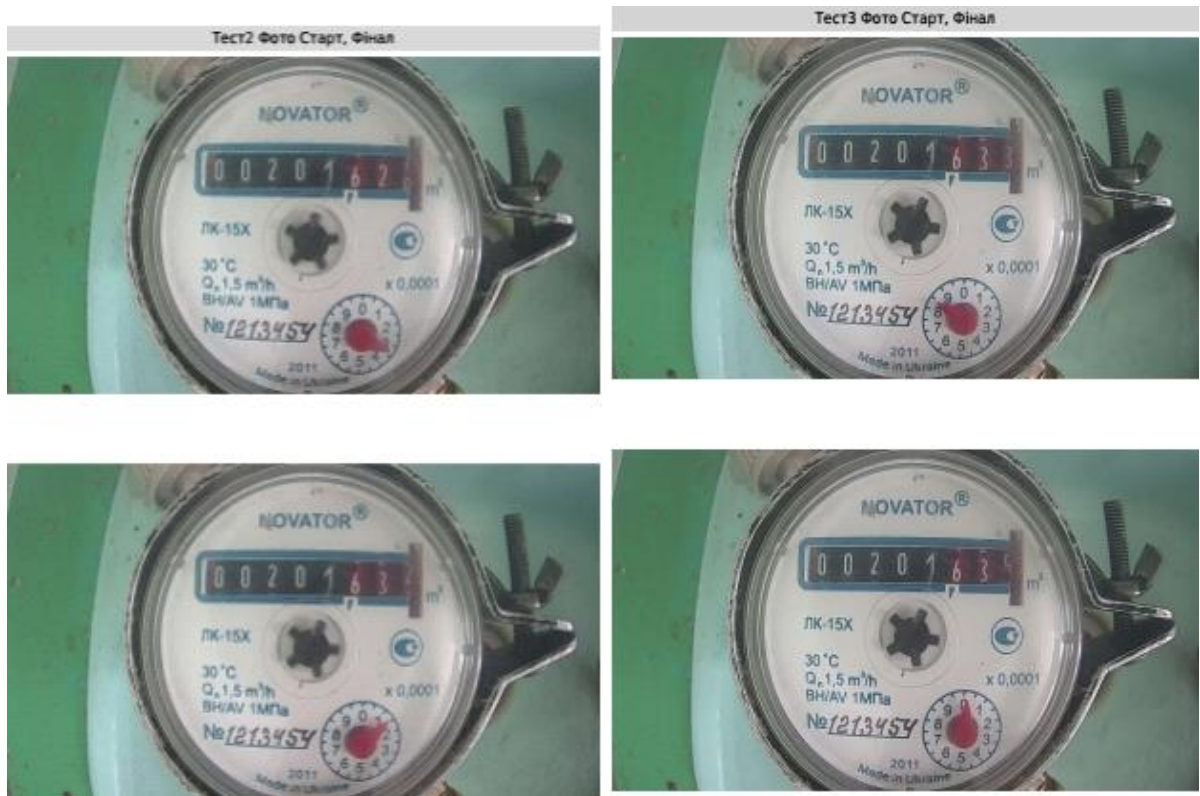


Рисунок 3.11 – Интерфейс 8



Рисунок 3.12 – Фото лічильника води



Продовження рис. 3.12

Отримуємо такі характеристики лічильника води:

Державне підприємство "Сумський регіональний науково-виробничий  
центр стандартизації, метрології та сертифікації"  
м. Суми, ХАРКІВСЬКА вул., 101  
Свідоцтво про уповноваження № П-52-2019 від 20.12.2019 р.

Протокол ID K1/21.01.21/0002
Результат Годен
Дата Повірки 21.01.21

Відомості щодо домовласника та дані випробувань

ПІП	ТЕСТ 1 Згідно вимогам
Адреса	Клас В д.Хол кв.
Тип лічильника	ЛК-15Х
Рік лічильника	2011
Клас лічильника	DN15 Клас В, Хол.
Номер лічильника	1213454
Виробник	ДП "Новатор", м. Хмельницький
Початкові показники	201
Тест1 Стартові	612.77
Тест1 Фінальні	622.13
Тест1 Об'єм, л	9.36
Тест1 Еталон, л	9.011
Тест1 Похибка, %	3.873
Тест2 Стартові	627.33
Тест2 Фінальні	632.15
Тест2 Об'єм, л	4.82
Тест2 Еталон, л	4.689
Тест2 Похибка, %	2.794
Тест3 Стартові	632.85
Тест3 Фінальні	635.02
Тест3 Об'єм, л	2.17
Тест3 Еталон, л	2.147
Тест3 Похибка, %	1.061

Рисунок 3.13 – Варіант 3 Свідоцтва

За результатами вимірювань похибка не перевищує допустимої, отже лічильник води придатний.

б) а) Встановлюєм в горизонтальному положенні лічильник води VLX 1.5 (2001 року) відповідно вимог монтажу циферблатом вгору та проводим

проливку відповідно до класу точності В. Вимірювання проводим у відповідних діапазонах та експлуатаційної інструкції відповідно до її вимог:



Рисунок 3.14 – Интерфейс 9

Отримуємо такі характеристики лічильника води:

Державне підприємство "Сумський регіональний науково-виробничий  
центр стандартизації, метрології та сертифікації"  
м. Суми, ХАРКІВСЬКА вул., 101

Свідоцтво про уповноваження № П-52-2019 від 20.12.2019 р.

Протокол ID K1/14.01.21/0002
Результат Гіден
Дата Повірки 14.01.21

Відомості щодо домовласника та дані випробувань

ПІП	Тест N 2 Згідно вимогам монтажу
Адреса	Суми Донская д.15 кв.
Тип лічильника	VLX 1.5
Рік лічильника	2001
Клас лічильника	DN15 Класс В, Хол.
Номер лічильника	08345098 01
Виробник	Фірма "Premex-INA.s". Словачія
Початкові показники	345
Тест1 Стартові	632.8
Тест1 Фінальні	643.11
Тест1 Об'єм, л	10.31
Тест1 Еталон, л	10.754
Тест1 Похибка, %	4.127
Тест2 Стартові	645.21
Тест2 Фінальні	650.51
Тест2 Об'єм, л	5.3
Тест2 Еталон, л	5.524
Тест2 Похибка, %	4.049
Тест3 Стартові	651.03
Тест3 Фінальні	653.38
Тест3 Об'єм, л	2.35
Тест3 Еталон, л	2.622
Тест3 Похибка, %	10.361

Рисунок 3.15 – Варіант 4 Свідоцтва

За результатами вимірювань похибка не перевищує допустимої, отже лічильник води придатний.

3.2.4 Пролівка лічильника води по класу точності Б, з частковим зміненням кутом нахилу(45) з різними роками виготовлення

а) Встановлюємо в горизонтальному положенні лічильник води ЛК-15Х (2011 року) з нахилом циферблату під кутом 45 градусів, що не відповідає вимогам монтажувиробника відповідно класу точності В. Проводим пролівку у відповідних діапазонах вимірювання та експлуатаційної інструкції відповідно до її вимог:



Рисунок 3.16 – Фото лічильника води



Державне підприємство "Сумський регіональний науково-виробничий  
центр стандартизації, метрології та сертифікації"  
м. Суми, ХАРКІВСЬКА вул., 101

Свідоцтво про уповноваження № П-52-2019 від 20.12.2019 р.

Протокол ID K1/21.01.21/0003/Д
Результат Не годен
Дата Повірки 21.01.21

Відомості щодо домовласника та дані випробувань

ПІП	ТЕСТ 2 Під кутом 45°
Адреса	Клас В д.Хол кв.
Тип лічильника	ЛК-15Х
Рік лічильника	2011
Клас лічильника	DN15 Класс В, Хол.
Номер лічильника	1213454
Виробник	ДП "Новатор", м. Хмельницький
Початкові показники	201
Тест1 Стартові	637.86
Тест1 Фінальні	646.73
Тест1 Об'єм, л	8.87
Тест1 Еталон, л	8.633
Тест1 Похибка, %	2.744
Тест2 Стартові	667.46
Тест2 Фінальні	671.71
Тест2 Об'єм, л	4.25
Тест2 Еталон, л	4.235
Тест2 Похибка, %	0.355
Тест3 Стартові	672.78
Тест3 Фінальні	673.78
Тест3 Об'єм, л	1
Тест3 Еталон, л	2.181
Тест3 Похибка, %	54.149

Рисунок 3.17 – Варіант 5 Свідоцтва

Як вже видно з показників третього тесту , похибка перевищує допустиму в декілька разів .

б) Встановлюємо в горизонтальному положенні лічильник води VLX 1.5 (2001 року) з нахилом циферблату під кутом 45 градусів , що не відповідає вимогам монтажу виробника відповідно класу точності В.

Проводим проливу у відповідних діапазонах вимірювання та експлуатаційної інструкції відповідно до її вимог:

Державне підприємство "Сумський регіональний науково-виробничий  
центр стандартизації, метрології та сертифікації"  
м. Суми, ХАРКІВСЬКА вул., 101

Свідоцтво про уповноваження № П-52-2019 від 20.12.2019 р.

Протокол ІД К1/14.01.21/0003/Д
Результат Не годен
Дата Повірки 14.01.21

Відомості щодо домовласника та дані випробувань

ПІП	Тест N 3 Під нахилом 45
Адреса	Суми Донская д.15 кв.
Тип лічильника	VLX 1.5
Рік лічильника	2001
Клас лічильника	DN15 Класс В, Хол.
Номер лічильника	08345098 01
Виробник	Фірма "Premex-INa.s". Словакія
Початкові показники	345
Тест1 Стартові	655.04
Тест1 Фінальні	665.69
Тест1 Об'єм, л	10.65
Тест1 Еталон, л	11.108
Тест1 Похибка, %	4.123
Тест2 Стартові	666.58
Тест2 Фінальні	671.31
Тест2 Об'єм, л	4.73
Тест2 Еталон, л	5.376
Тест2 Похибка, %	12.009
Тест3 Стартові	671.47
Тест3 Фінальні	671.67
Тест3 Об'єм, л	0.2
Тест3 Еталон, л	2.834
Тест3 Похибка, %	92.942

Рисунок 3.18 – Варіант 6 Свідоцтва

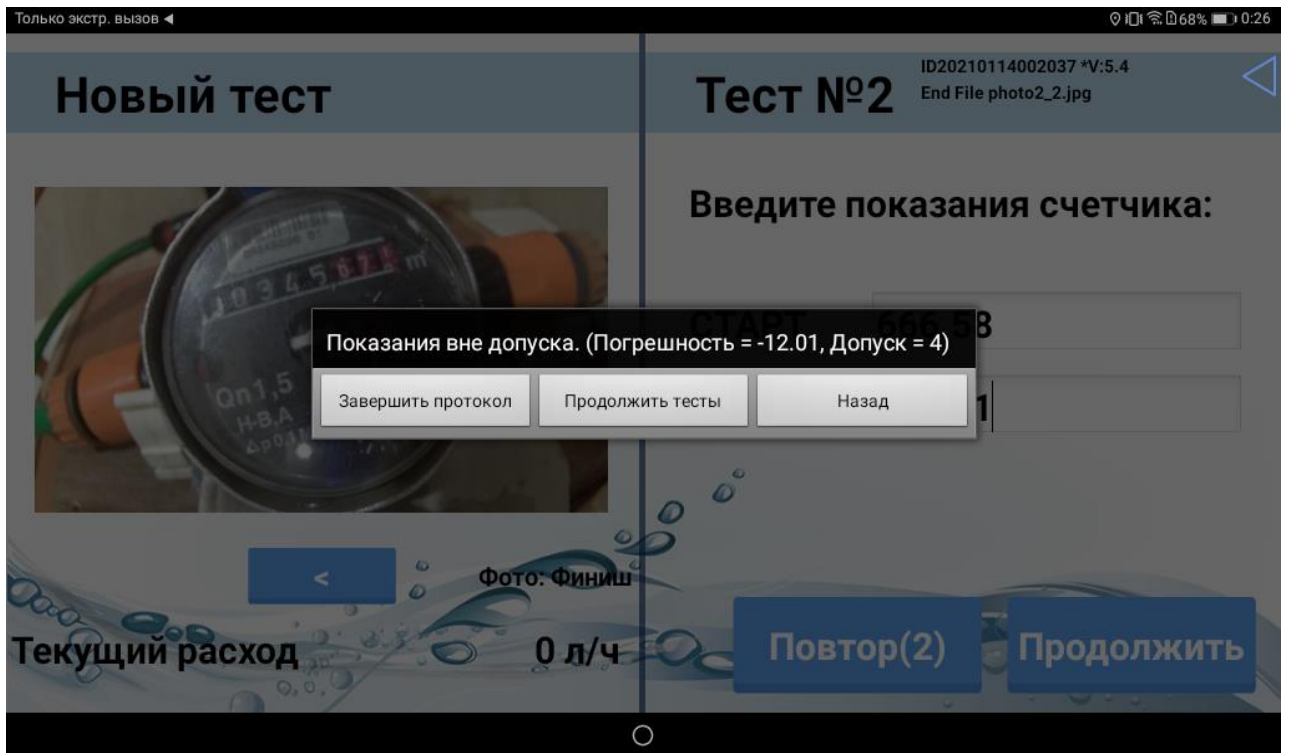


Рисунок 3.19 – Интерфейс программы

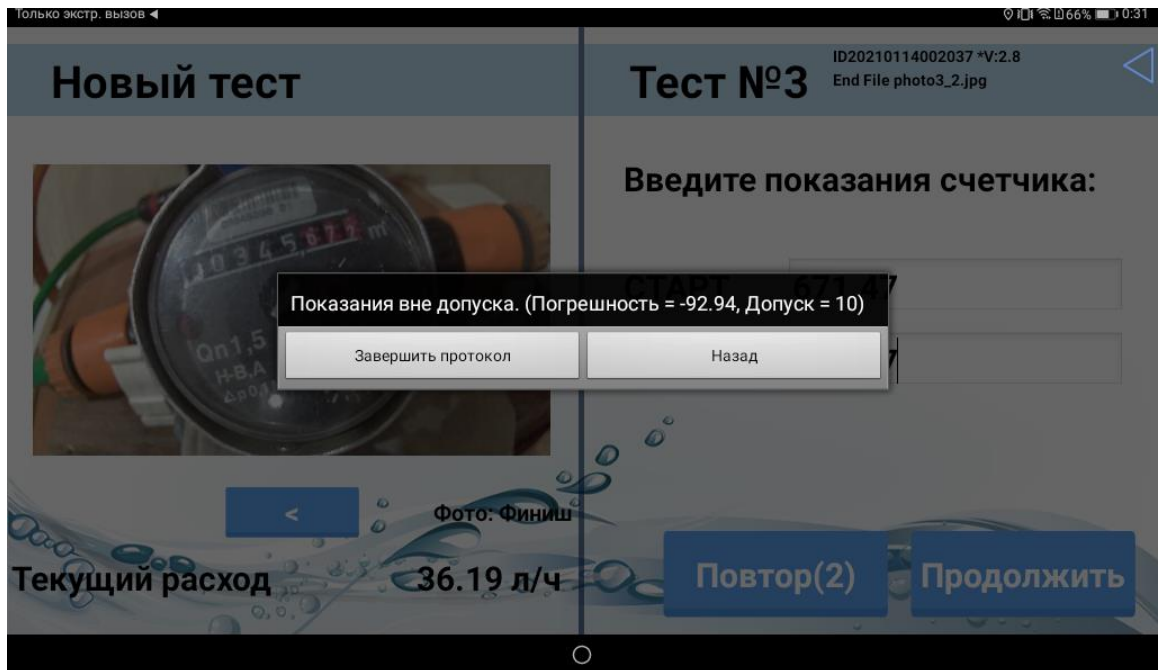


Рисунок 3.20 – Интерфейс програми

По показникам похибки другого тесту видно що лічильник води недораховує 12 % від об'єму води який був пролитий через нього та еталон.

3.2.5 Пролівка лічильників води по класу точності Б, з частковим зміненням кутом нахилу 90 градусів з різними роками виготовлення

а) Встановлюємо в горизонтальному положенні лічильник води ЛК-15Х (2011 року) з нахилом циферблату під кутом 90 градусів , що не відповідає вимогам монтажу виробника відповідно класу точності В. Проводим пролівку у відповідних діапазонах вимірювання та експлуатаційної інструкції відповідно до її вимог:

Державне підприємство "Сумський регіональний науково-виробничий  
центр стандартизації, метрології та сертифікації"  
м. Суми, ХАРКІВСЬКА вул., 101  
Свідоцтво про уповноваження № П-52-2019 від 20.12.2019 р.

Протокол ID K1/21.01.21/0004
Результат Годен
Дата Повірки 21.01.21

Відомості щодо домовласника та дані випробувань

ПІП	ТЕСТ 3 Під кутом 90°
Адреса	Клас В д.Хол кв.
Тип лічильника	ЛК-15Х
Рік лічильника	2011
Клас лічильника	DN15 Класс В, Хол.
Номер лічильника	1213454
Виробник	ДП 'Новатор', м. Хмельницький
Початкові показники	201
Тест1 Стартові	680.17
Тест1 Фінальні	689.58
Тест1 Об'єм, л	9.41
Тест1 Еталон, л	9.058
Тест1 Похибка, %	3.89
Тест2 Стартові	712.26
Тест2 Фінальні	716.78
Тест2 Об'єм, л	4.52
Тест2 Еталон, л	4.43
Тест2 Похибка, %	2.026
Тест3 Стартові	718.25
Тест3 Фінальні	720.22
Тест3 Об'єм, л	1.97
Тест3 Еталон, л	2.149
Тест3 Похибка, %	8.322

Рисунок 3.21 –

По показникам похибки видно що ЗВТ відповідає вимогам , але показники похибки знаходяться на межі відхилення їх від встановлених норм.

б) Встановлюємо в горизонтальному положенні лічильник води VLX 1.5 (2001 року) з нахилом циферблату під кутом 90 градусів , що не відповідає вимогам монтажу виробника відповідно класу точності В. Проводим проливку у відповідних діапазонах вимірювання та експлуатаційної інструкції відповідно до її вимог:

Державне підприємство "Сумський регіональний науково-виробничий  
центр стандартизації, метрології та сертифікації"  
м. Суми, ХАРКІВСЬКА вул., 101

Свідоцтво про уповноваження № П-52-2019 від 20.12.2019 р.

Протокол ID K1/14.01.21/0004/Д
Результат Не годен
Дата Повірки 14.01.21

Відомості щодо домовласника та дані випробувань

ПІП	Тест N 4 Під нахилом 90
Адреса	Суми Донская д.15 кв.
Тип лічильника	VLX 1.5
Рік лічильника	2001
Клас лічильника	DN15 Класс В, Хол.
Номер лічильника	08345098 01
Виробник	Фірма "Premex-INA.s", Словачія
Початкові показники	345
Тест1 Стартові	673.5
Тест1 Фінальні	683.6
Тест1 Об'єм, л	10.1
Тест1 Еталон, л	10.539
Тест1 Похибка, %	4.167
Тест2 Стартові	684.56
Тест2 Фінальні	689.03
Тест2 Об'єм, л	4.47
Тест2 Еталон, л	5.301
Тест2 Похибка, %	15.683
Тест3 Стартові	689.21
Тест3 Фінальні	690.37
Тест3 Об'єм, л	1.16
Тест3 Еталон, л	2.593
Тест3 Похибка, %	55.256

Рисунок 3.21 –

За показниками похибки яка найбільше змінюється при змінненні нахилу циферблату в горизонтальному положенні ми бачемо що лічильники води починають недораховувати. Причиною такого наслідку певна річ це недотримання умов монтажу при горизонтальному положенні.

Для детального розгляду цієї причини розберемо по частинам лічильник який ми в попередніх замірах брали до уваги, а саме VLX 1.5 (2001 року).



Рисунок 3.22 – Деталі лічильника VLX 1.5

Оскільки при нахилу циферблату з нижньої точка опори, яка при неправильному встановленні, розподіляється з вісі крильчатки (рис.1. (4) ), яка забезпечуються часовими камінцями в кращому випадку, та (ри2 (8) ) також й на верхню. При цьому сила тертя збільшується, що призводить до уповільнення обертання лопатевої крильчатки. В подальшому використанні, на вісі виробляється еліпс на яку своєю площиною (підп'ятком) спирається сама крильчатка в якій також виробляється еліпс який можна відчуті навіть на дотик ( фото ).



Рисунок 3.23 – Деталі лічильника VLX 1.5

При появі еліпсу на вісі на яку спирається крильчатка буде наперекос обертатися лопатева крильчатка що в свою чергу буде додавати додаткове тертя елементів лічильного механізму незважаючи на те що вони постійно знаходяться в рідині яка в свою чергу додає корозію металу. Ще одним фактом який може впливати на уповільнення обертання крильчатки це чутливість до нерозчинним взвесям у воді - піщинок. окалин, ір, тощо. Мало того що вони додають абразивний вплив на пластикові деталі - це приводе до пошкодження вузлів кріплення верхніх та нижніх осі крильчатки.



Рисунок 3.23 – Деталі лічильника VLX 1.5



### **3.3 Висновок**

Проаналізувавши всі виміри які були проведені в різних просторових орієнтаціях зі зміною нахилу циферблату, що не відповідає вимогам монтажу, та врахувавши різні роки випуску лічильників води, можна зробити висновок, що недотримання вимог монтажу призводить до невідповідності метрологічних характеристик лічильників води вимогам яким повинні вони відповідати, а саме ДСТУ 3580-97(ДСТУ EN 14154-1), відповідно за якими встановлюється його придатність чи непридатність до подальшого використання.

## ВИСНОВКИ

Проведені дослідження вказують на те, що:

- якість обліку кількості води у багатоквартирних будинках визначається точністю встановлених приладів, більшість яких є крильчатими;
- проблемами діючих вузлів квартирної обліку є встановлення лічильників води з порушенням рекомендацій виробника стосовно просторової орієнтації на трубопроводі; використання приладів за витрати, нижчої порогу чутливості; невиконання вимог щодо довжини прямих ділянок у вимірювальній системі до та після місця встановлення вимірювального приладу; що призводить до суттєвого недообліку споживаної води;
- основним шляхом удосконалення якості обліку води є підвищення точності вимірювання;
- основною проблемою, що стримує широке впровадження зазначених приладів є високі вартість та вимоги до якості підготовки води (що надзвичайно складно забезпечити, враховуючи стан мережевих трубопровідних систем України), чутливість до забруднень вимірюваного середовища.

Перспективою подальших досліджень є розроблення ефективної системи вибору компонентів вузла обліку із врахуванням реальних умов експлуатації та характеристик вимірюваного середовища.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Минаков А. А. Метрологические характеристики расходомеров: взаимосвязь, противоречия. Что важнее – точность или широкий диапазон измерений ? / А. А. Минаков, А. В. Чигинев // Новости теплоснабжения. – 2013. – № 5 (153).
2. Андреев И. П. Инвестиционная привлекательность и качество квартирно-домовых систем учета воды и теплоты // Новости теплоснабжения. – 2002. – № 10 (26). – С. 52 – 54.
3. Писарець Є. В. Удосконалення комерційного обліку витрати та кількості води у багатоквартирних будинках // 5-та науково-практична конференція «Методи та засоби неруйнівного контролю промислового обладнання», 24 – 25 листопада 2015 р., м. Івано-Франківськ, С. 98 – 99.
4. Писарець Є. В., Писарець А.В. Умови експлуатації вузлів обліку рідинних енергоносіїв // Збірник тез доповідей XV Міжнародної науково-технічної конференції «ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи», 17-18 травня 2016 р., м. Київ, ПБФ, НТУУ «КПІ», С. 189 – 190.
5. ISO 4064-1:2005 "Measurement of water flow in fully charged closed conduits - Meters for cold potable water and hot water. Part 1: Specifications" (ИСО 4064-1:2005 Измерение расхода воды в закрытых трубопроводах под полной нагрузкой. Счетчики холодной питьевой воды и горячей воды. Часть 1. Технические требования.
6. ISO 4064-2:2005 "Measurement of water flow in fully charged closed conduits – Meters for cold potable water and hot water – Part 2: Installation requirements" (ИСО 4064-2:2005 Измерение расхода воды в закрытых трубопроводах под полной нагрузкой. Счетчики холодной питьевой воды и горячей воды. Часть 2. Требования по установке.)
7. ДСТУ 3580-97 Лічильники холодної та гарячої води крильчасті. Загальні технічні вимоги. – К.: Держстандарт України, 1998. – 9 с.

8. Квартирный лічильник води Новатор ЛК-15Х-01 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://novator-tm.com/index.php?id=counters-lk-15>
9. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества: [Справочник] / П. П. Кремлевский. – Л.: Машиностроение, 1989.
10. Хансуваров К. И. Техника измерения давления, расхода количества и уровня жидкости, газа и пара / К. И. Хансуваров, В. Г. Цейтлин. - М.: Изд-во стандартов, 1990. – 287 с.
11. Квартирный лічильник води Gross ETR-UA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://gross.ua/schetchiki\\_dlja\\_vody/gross/grossschjotchiki\\_dlja\\_vody\\_etr-ua/](http://gross.ua/schetchiki_dlja_vody/gross/grossschjotchiki_dlja_vody_etr-ua/)
12. Квартирный лічильник води КВМ-U-X [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://kvm.com.ua/ru/produkcija/odnostrujnie\\_schetchiki.html](http://kvm.com.ua/ru/produkcija/odnostrujnie_schetchiki.html)
13. Квартирный лічильник води ЕТМ КВ-1,5 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.etm.lutsk.ukrpack.net/PRIBOR7/V\\_KV-1.HTM](http://www.etm.lutsk.ukrpack.net/PRIBOR7/V_KV-1.HTM)
14. Квартирный лічильник води Sensus Residia Jet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.in-prem.com.ua/files/pdf/pr\\_residiajet.p](http://www.in-prem.com.ua/files/pdf/pr_residiajet.p)
15. Минаков А. А. Естественные ограничения метрологических характеристик преобразователей расхода воды, накладываемых методом измерений. / Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции «Энергоресурсосбережение. Диагностика-2006», 2006 г., г. Димитровград, С. 100-105.
16. Загально будинковий крильчастий лічильник Новатор ЛК-40Х [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://novatortm.com/index.php?id=counters-lk-25>
17. Загальнобудинковий крильчастий лічильник Gross МТК-UA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://gross.ua/schetchiki\\_dlja\\_vody/gross/grossschjotchiki\\_dlja\\_vody\\_mtk-ua/](http://gross.ua/schetchiki_dlja_vody/gross/grossschjotchiki_dlja_vody_mtk-ua/)
18. Загальнобудинковий крильчастий лічильник КВМ-U-X [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://kvm.com.ua/ru/produkcija/mnogostrujnie\\_schetchiki.html](http://kvm.com.ua/ru/produkcija/mnogostrujnie_schetchiki.html)

19. Загальнобудинковий об'ємний лічильник Sensus «620» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.inprem.com.ua/files/pdf/pr\\_620.pdf](http://www.inprem.com.ua/files/pdf/pr_620.pdf)
20. Загальнобудинковий електромагнітний лічильник Sensus «iPerl» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.inprem.com.ua/files/pdf/iPERL.pdf>
21. Улитин С.Н. Этапы энергосберегающих мероприятий. Путь от теплосчетчика к автоматизированному тепловому узлу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rosteplo.ru>
22. Анисимов Д. Л. Приборы учета тепла: маркетинг против метрологии // Новости теплоснабжения. – 2007. – № 25 (78).
23. Кавригин С. Б. Диапазон 1000... Так все-таки он достижим? // Новости теплоснабжения.
24. (EN 14154-1:2007, IDT) ДСТУ EN 14154-1:2015.-режим доступу:<http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page>
25. МОЗМ МР 49 -1-2000 Международная рекомендация. Счетчики воды, предназначенные для измерения холодной питьевой воды. Часть 1. Метрологические и технические требования
26. Коробко І. В., Писарець Є. В., Писарець А. В. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, УкраїнаЕ-mail: i.korobko@kpi.ua
27. ДСТУ 2708:2006 Повірка засобів вимірювальної техніки Організація та порядок проведення
28. Монтаж лічильника води своїми руками [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.electrodom-1.com.ua>
29. Опис до патенту на корисну модель № заявки u 2014 04775 від 11.082014 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.novator-tm.com>

30 Технічні характеристики лічильника виробництва заводу групи Sensus E-T 1.5 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.pribor-servis.com.ua>

31. Метрологические классы и предел погрешностей измерений счетчиков холодной и горячей воды. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.elmisto.com.ua>

32 Устройство счетчика воды. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lucheeotoplenie.ru>