

архитектурные компании со всего мира создают шедевры, которые радуют и вдохновляют посетителей, туристов и сотрудников своей неповторимостью.

Литература

1. ДБН 360-92** «Планування і забудова міських і сільських поселень» -- Україна: Держбуд, Київ, 2002
2. ДБН В.2.2-16-2005 «Культурно-видовищні та дозвілліві заклади» -- Україна: Держбуд, Київ, 2005
3. И.М. Безчастнов «Планетарии и массовые обсерватории» Москва: Строиздат, 1977
4. <https://realt.onliner.by/2014/07/21/infoversum>
5. <http://www.domostroynn.ru/statyi/mirovaya-arhitektura/shanhayskiy-planetariy-kitay>
6. <https://fancy-journal.com/puteshestviya/56-na-otdykh/18291-luchshie-planetarii-mira>

УДК 628.17

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ПРИХОВАНИХ ВИТОКІВ НА ЗОВНІШНІШНІХ МЕРЕЖАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Пасніченко Д.О. гр. ВВ-492.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Карпов І. П.

У статті наведений огляд методів пошуку та виявлення витоків на зовнішніх мережах водопостачання. Виконана перевірка пошуку витоків на мережах методом манометричної зйомки. Проведена порівняльна оцінка методів виявлення витоків.

Водопровідна мережа України – складний інженерний комплекс, який є одним з найважливіших у галузі господарювання, спрямований на підвищення рівня життя людей, благоустрою населених пунктів. Значна частина споруд цього комплексу відпрацювала нормативний термін і потребує оновлення. У зв'язку з цим, однією з проблем, що

виникла за період багаторічного використання систем є зношеність мереж. Усього в Україні 58,1 тис. км мереж водопостачання. Понад 35% (20,4 тис. км) з них є старими, з них: 22,1% (12,8 тис. км) мають зношеність 50-75%, 12,9% (7,6 тис. км) - зношеність 76-90% [1].

У даний час вода для населення коштує порівняно дорого, а тому її витік приводить до серйозних матеріальних збитків. Економічна ефективність визначення та усунення витоків на мережах водопостачання полягає в економії води, зниженні аварійності і скорочення вартості експлуатації мереж.

Витоки води з водопровідної мережі складаються з видимих витоків через водорозбірні колонки, ущільнення мережевої арматури, втрат води при аваріях і ремонті трубопроводів, арматури і споруд. На жаль, не всі витoki на мережах є видимими. За статистикою, близько 3,05 % витоків на мережах є прихованими [2].

Прихованими витоками називають ті, при яких втрати води, не виявляються виливом на поверхню або підтопленням підземних комунікацій і споруд. Труднощі виявлення витоків обумовлюють значні втрати води. Найскладніше визначити розмір прихованих витоків, який залежить від стану водопровідної мережі, віку, матеріалу труб, ґрунтових, кліматичних умов, ряду інших місцевих умов. Виникнення в стінках трубопроводів наскрізних отворів призводить до великих втрат води, що транспортується, наприклад, тільки через отвір діаметром 3 мм при тиску води в трубопроводі 5 кг / см² втрачається більше 13 куб. м води на добу [4].

Для зниження втрат ресурсів при транспортуванні важливо виявляти місце витoku води. Своєчасне виявлення витоків і вжиття заходів щодо їх усунення, дозволяє запобігати аварійним ситуаціям на мережі і знизити витрати на її експлуатацію. При визначенні прихованих витоків на водопровідних мережах одночасно виявляються несанкціоновані підключення і безоплатне споживання (розкрадання) води, ліквідація яких дозволяє отримати додаткову економію води. Для вирішення цього завдання доцільно використовувати комплекс засобів неруйнівного контролю, заснованих на різних фізичних методах, які адаптуються під умови контролю.

В даний час існує безліч різних методів пошуку витоків, а саме [2]:

1. **Гідравлічні методи**[2]: візуальний контроль води в гідрантах[2]; манометричний контроль тиску води в гідрантах при закритті ділянки мережі[2]; виявлення витoku за

допомогою гідравлічного преса[2]; виявлення витоків та визначення його розміру за допомогою приладу Панкевича[4];

2. **Акустичні методи:** акустичний[2]; кореляційно-акустичний[2]; виявлення витоків за допомогою мікрофона ГОКА-10[2]; застосування реєстраторів шумів витоків (системи моніторингу водопровідної мережі)[6]. Як правило, використовуються всі три види акустичних витокошукачів, що дозволяє спочатку визначити ділянку з передбачуваним пошкодженням, а потім локалізувати його;
3. **Інші методи** [2]: виявлення місця пошкодження трубопроводу за допомогою приладів телевізійної діагностики – робототехнічних комплексів або промислових ендоскопів (при знятті показників тиску води) [2]; обстеження водопровідних мереж на наявність витоків із застосуванням газу-індикатора (гелію, суміші водню і азоту) [5]; виявлення витоків за допомогою контрольного водоміра [6]; визначення дефектів сталевих трубопроводів магнітним полем або ультразвуковим скануванням [6].

Однак перш ніж здійснювати пошук витоків води під землею, потрібно визначити, де саме знаходяться труби. Після цього виявити витік буде набагато легше.

Гідравлічні методи визначення витоків засновані на зміні гідравлічних характеристик (рівня води, тиску в трубопроводі) трубопроводів.

Для виявлення прихованих витоків із міської водопровідної мережі застосовують *манометричне вимірювання тисків*, для чого обирають певні точки на відстані, що не перевищує 1 км, одна від одної. На випробовуваній ділянці водопроводу всі домові вводи відключають засувками, які забезпечують герметичність. Тиски вимірюють зразковим манометром класу точності 0,4 за допомогою стендера, що встановлюється на пожежних гідрантах, або через спеціальні штуцери, врізані у трубопровід [2]. За відсутності пожежного гідранта для вимірювання напору можна використовувати водомірні вузли на вводах до будинків, де для тимчасового встановлення манометра використовують штуцер контрольного крана. Ділянку відключають від водопровідної мережі засувками, причому останньою відключають засувку з боку живлення ділянки. Перед закриванням та після закривання останньої засувки фіксують покази манометра.

Тиск бажано вимірювати одночасно в кількох точках міської мережі. Якщо це неможливо зробити, вимірювання виконують послідовно протягом 2 – 3 годин. У разі відсутності витоків покази не змінюються, а в разі наявності – різко знижуються.

Аналізуючи вільні напори, необхідно пам'ятати, що різке падіння напору спричиняється також зменшенням поперечного перерізу труб внаслідок корозійних відкладень на стінках трубопроводу або наявністю певних неврахованих витрат води на досліджуваній ділянці трубопроводу. Це дає змогу одночасно з виявленням прихованих витоків виявляти також інші недоліки в роботі мережі.

На ділянках, де помічаються різкі невинуваті зниження напору, повторно виконують визначення з меншими відстанями між точками вимірювань. Це дає змогу наблизитися безпосередньо до пошкоджених місць трубопроводів. Зазначений спосіб виявлення ділянок витоків простий і ефективний. Спосіб характеризується низькою чутливістю і малою точністю (в частині визначення місць витоків і несанкціонованих приєднань) в умовах динамічного водоспоживання, особливо при великій протяжності мережі[1].

Виявлення витоків та визначення його розміру за допомогою приладу Панкевича [1].

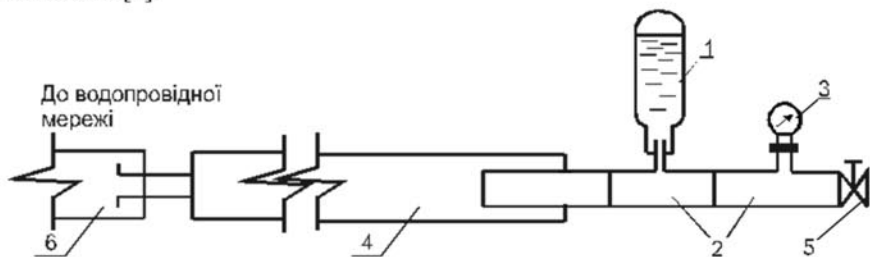


Рис. 1. Схема приладу інженера Панкевича

Прилад складається з балона 1, двох трійників 2, манометра 3, гнучкого шлангу 4, краника 5 і накидної гайки підключення 6.

Принцип дії приладу ґрунтується на зміні (падінні) тиску в балоні за наявності витоків на ділянці мережі (засувки, що відключають випробовувану ділянку, обов'язково повинні бути справними).

Послідовність роботи приладу:

1. Перевіряють щільність перекривання засувками випробовуваної ділянки мережі.
2. Прилад підключають до випробовуваної ділянки.

3. Ділянку мережі з приладом ставлять під тиск, фіксуєючи показання манометра.

4. Засувки закривають. Манометром вимірюють зниження (падиння) тиску, а секундоміром – час, протягом якого тиск падає на 0,5 – 1 атм.

5. Витік води визначають за рівнянням:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = P_3 \times V_3 = \text{const}$$

де: P_1 – атмосферний тиск, $P_1 = 1$ атм;

P_2 – манометричний тиск, що відповідає тиску в мережі й вимірюється манометром, атм;

P_3 – манометричний тиск, що відповідає зниженню тиску в мережі, атм;
 V_1, V_2, V_3 – об'єм повітря в балоні за тиску відповідного атмосферному, мережевому та зниженому, м³.

Істотним недоліком в цих методах є необхідність відключення ділянок мережі трубопроводу, що робить їх не оперативними і трудомісткими у виконанні.

Акустичні методи. В даний час, пошук витоків, здійснюється більш точними - акустичними методами [3]. При цьому завдання знаходження витоків з водопроводів вирішуються шляхом локалізації місця найбільшої інтенсивності акустичного «шуму», що з'являється при різкій зміні тиску в місці пошкодження трубопроводу.

Чим більше різниця тисків всередині трубопроводу і поза ним, тим більше інтенсивність звукових коливань. Метод акустичного знаходження місць пошкоджень трубопроводу розділяється на 2 способи: слуховий або акустичний і кореляційний.

При акустичному способі, знаходиться місце найбільшої величини звукових коливань на поверхні землі, пов'язаних з витоким [3]. Звукові коливання ґрунту перетворюються датчиками сейсмічного типу в електричний струм, який потім посилюється, фільтрується від сторонніх шумів і його значення відображається на дисплеї. Крім цього посилений електричний струм перетворюється в звукові коливання в головних навушниках.

Основним недоліком акустичного методу є виявлення всіх шумів, що іноді не дозволяє відрізнити шум витоків від стороннього шуму. Більш точний, швидкий і ефективний кореляційний метод в певних випадках не вказує пошкодження, а саме: поліетиленові труби, гумові ущільнення розтрубів труб з ПВХ та з високоміцного чавуну з кулеподібним графітом. Також при роботі з малими рівнями витоків або

з великими довжинами ділянок трубопроводів величина рівня шуму може бути менше порога чутливості і акустичного і кореляційного приладів[6].

Акустичні методи моніторингу водомереж є сучасними, перспективними методами виявлення прихованих витоків. Але ефективність даних методів може бути максимальною тільки в разі постійного прослуховування ділянок мережі, тобто при можливості періодичного порівняння, через певні періоди часу, рівня шуму і частотної характеристики трубопроводу.

Дані системи дозволяють виявити аварію на ранній стадії, внаслідок чого зменшуються витрати на відновлення аварійної ділянки трубопроводу, а також звільнити персонал водопровідних служб від нічної зміни, що обумовлює актуальність їх використання з економічної точки зору.

Література

1. Боротьба з витокami та втратами води на міських водопроводах; ТЕМА 7. http://studopedia.com.ua/1_30781_viyavlennya-vtrat-u-vodoprovodniy-merezhi.html
2. А. Б. Косыгин , В. Н. Ханин , К. И. Государев , И. В. Фомина «Обнаружение скрытых утечек с использованием системы мониторинга водопроводной сети»; УДК 628.148.004.67
3. Повышение эффективности обнаружения утечек трубопроводов, уложенных в грунт;
<http://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-obnaruzheniya-utechek-truboprovodov-ulozhennykh-v-grunt>
4. Ю.А. Феофанов, «Способы определения мест повреждений и дефектных участков на водопроводных сетях» Кафедра водоснабжения, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, (Россия, Санкт-Петербург);
[Трубопровод.рф/статьи/все/2013/11/20/способы-определения-мест-повреждений-и-дефектных-у/](http://truboprovod.rf/статьи/все/2013/11/20/способы-определения-мест-повреждений-и-дефектных-у/)
5. Чупин В.Р., Душин А.С., Чупин Р.В. «Определение мест повреждений, утечек и несанкционированных отборов воды из системы водоснабжения» <https://elibrary.ru/item.asp?id=17749574>
6. Половинкин А.В., Чудеснов А.И.. «Методика и оборудование для эффективного поиска скрытых мест утечек воды в подземных трубопроводах», Москва, Россия. <http://www.kursovaya-referat.ru/docs/index-228022.html>