

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Боднара Тараса Сергійовича

«Локалізація прихованих витоків на магістральних водоводах

і зонних водопровідних мережах»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

Структура та обсяг дисертації

Дисертаційне дослідження включає вступ, чотири розділи, узагальнені висновки та додатки. Загальний обсяг становить 164 сторінки, у тому числі 60 рисунків і 29 таблиць. Список використаних джерел містить 89 найменувань і поданий на 9 сторінках; представлені також три додатки на 4 сторінках. У вступній частині окреслено актуальність обраної тематики, сформульовано мету і завдання роботи, визначено об'єкт і предмет дослідження, а також наведено ключові положення, на яких базується дисертаційна робота. Представлено наукову новизну, практичне значення одержаних результатів та вказано особистий внесок здобувача.

Актуальність теми

Приховані витoki є вагомим джерелом загальних втрат у системах водопостачання, а їх масштаб безпосередньо пов'язаний зі станом, матеріалом та віком трубопроводів. Комунальні підприємства, які обслуговують водогони, витрачають значні ресурси, як часові, так і фінансові, на виявлення таких витоків, оскільки здебільшого для цього необхідне спеціалізоване обладнання. У дисертації поставлено та вирішено наукову задачу створення статистично-гидравлічного методу локалізації прихованих витоків, що дозволяє підвищити точність виявлення місця витoku за мінімальних витрат ресурсів та часу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Тематика дисертаційного дослідження узгоджується з положеннями Закону

України "Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки" від 11.07.2001 р. №2623-III (із змінами), а також Закону України "Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року" від 28.02.2019 р. №2697-VIII. Робота виконувалася в межах наукового напрямку кафедри гідротехніки та водної інженерії НУ "Львівська політехніка": "Гідравліка, інженерна гідрологія, енергоефективне та раціональне водокористування".

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є потоки води у магістральних та зонних водопровідних мережах за наявності витоків або несанкціонованих відборів води. Предметом дослідження є методи виявлення та локалізації прихованих витоків у напірних водогонах, що ґрунтуються на гідравлічних підходах.

Методи досліджень

У роботі застосовано комплексний підхід, що об'єднує теоретичні, чисельні та натурні експериментальні методи гідравлічних досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів

У дисертації розроблено статистично-гідравлічний метод локалізації прихованих витоків або несанкціонованих відборів води з напірних систем водопостачання, який може бути впроваджений як на ділянках магістральних водоводів, так і зонних водопровідних мереж. Удосконалено методику оцінювання ймовірності виникнення множинних витоків на окремій ділянці мережі. Отримано функціональні залежності систематичної похибки запропонованого методу від таких параметрів як відносне розташування та відносна витрата витоку, діаметр трубопроводу, площа свища, а також надлишковий тиск на ділянці.

Публікації. Основні наукові положення, методи і результати досліджень за темою дисертаційної роботи опубліковано у 7 наукових публікаціях, у тому числі: одна стаття у науковому виданні, що індексується в Scopus кuartилію Q3,

одна стаття у науковому фаховому виданні України, та 5 публікацій у матеріалах міжнародних конференцій.

Короткий аналіз змісту дисертації

Розділ 1. Методи та засоби виявлення прихованих витоків з напірних водопровідних мереж (стор. 25 – 64).

Розділ обсягом 40 сторінок містить такі пункти: "Приховані витoki в балансах систем водопостачання"; "Методи пошуку та локалізації прихованих витоків"; "Системи, прилади та обладнання для виявлення прихованих витоків".

Особливу увагу приділено гідравлічним методам локалізації витоків, серед яких розглянуто метод гідравлічного градієнта, як найпростіший та найбільш релевантний. Утім, цей метод недостатньо точний без додаткових інструментів і чутливий до зовнішніх чинників, як і більшість інших методів, що вимагають застосування спеціалізованого обладнання.

Розділ 2. Методика виконання дисертаційних досліджень (стор. 65 – 83).

Для реалізації поставлених цілей застосовано теоретичні та експериментальні підходи, зокрема розроблені моделі, які базуються на відповідному теоретичному аналізі. Надійність результатів підтверджено даними чисельного моделювання та фізичних експериментів.

Розділ 3. Теоретичне моделювання гідравлічних явищ у водопровідних мережах за наявності прихованих витоків (стор. 84–132).

У розділі комплексно проаналізовано гідравлічні особливості витоків у водопроводах. Досліджено застосування методу гідравлічного градієнта та запропонованого статистично-гідравлічного методу. Введено та проаналізовано оптимізаційну функцію F_{opt} . Виявлено, що на похибку в методі гідравлічного градієнта головним чином впливає похибка вимірювання тиску. Отримано функціональні залежності приведеної похибки локалізації за статистично-гідравлічним методом залежно від основних визначальних параметрів, а саме відносної координати та відносної витрати витoku, діаметра трубопроводу,

площі свища та надлишкового тиску на ділянці. Також виконано порівняння формул для обчислення коефіцієнтів гідравлічного тертя й оцінено ймовірність виникнення багатоаварійності для типових умов в Україні, зокрема у Львові.

Розділ 4. Техніко-економічні аспекти впровадження систем локалізації прихованих витоків (с. 133 – с.147).

Проведено перевірку ефективності запропонованого методу в реальних умовах, а саме на ділянках водогонів у м. Львів та м. Кам'янець-Подільський. Обґрунтовано економічний ефект від впровадження статистично-гідравлічного методу, зокрема через зниження витрат води завдяки швидшій ліквідації витоків, економії електроенергії на насосне обладнання, скорочення витрат на оплату праці персоналу та зменшення витрат на очищення води.

Одержані результати впроваджено в навчальному процесі на кафедрі гідротехніки та водної інженерії НУ "Львівська політехніка" у межах курсів "Експлуатація систем водопостачання та водовідведення" та "Інноваційні технології у гідротехнічному будівництві". Запропоновані методи передано для практичного використання ЛМКП "Львівводоканал" і КП "Міськтепловоденергія" (м. Кам'янець-Подільський) для виявлення прихованих витоків на водопровідних мережах цих підприємств.

Дискусійні запитання та зауваження

1. Літературний огляд – надто широкий. Розділ 1 займає 40 сторінок або близько 33 % основного тексту дисертації. Автору доцільно було б обмежитись детальним розглядом лише аналогічних методів та алгоритмів для дистанційної локалізації прихованих витоків з водопровідних мереж.

2. У теоретичній частині роботи зроблено спробу представити приведену похибку локалізації витоків за статистично-гідравлічним методом як функцію безрозмірних критеріїв та комплексів. Разом з тим, розв'язку в загальному вигляді в дисертації не представлено. У чисельному моделюванні (розділ 3) та при натурному впровадженні (розділ 4) у якості вхідних визначальних параметрів прийнято сукупність як безрозмірних величин, наприклад, відносна витрата витоків та відносна координата точки витоків, так і розмірних змінних,

таких як діаметр трубопроводу, площа свища та надлишковий тиск на ділянці.

3. У експериментальній частині роботи наведено результати чисельного комп'ютерного моделювання, а також натурної локалізації витоків для кількох характерних випадків, але немає даних щодо фізичного моделювання витоків у лабораторному масштабі.

4. У підрозділі 3.3 автором виконано оцінку похибок визначення коефіцієнта гідравлічного тертя за явною формулою Холанда (3.43) для ненових та нових сталевих, а також для пластикових труб. Чи можна поширювати отримані результати на труби з інших матеріалів, зокрема на чавунні труби, які поширені у водопровідних мережах?

5. Серед визначальних вхідних параметрів, розглянутих у підрозділі 3.4, відсутня еквівалента або відносна шорсткість труб. Чи впливає шорсткість на приведену похибку локалізації витоків за статистично-гідравлічним методом?

6. Для позначення координати точки витoku автор використовує по тексту дисертації різні позначення. У більшості випадків застосовується позначення X , разом з тим місцями зустрічається позначення x (наприклад, табл. 2.11, табл. 2.12), а також L_{leak} (наприклад, рис. 3.1, формули (3.1), (3.15)).

Загальний висновок

Дисертаційна робота Боднара Тараса Сергійовича «Локалізація прихованих витоків на магістральних водоводах і зонних водопровідних мережах» є цілісною та завершеною науковою працею, яку автор виконав самостійно. За структурою, обсягом та оформленням дисертація відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

У дисертаційній роботі розроблено удосконалений гідравлічний метод дистанційної локалізації прихованих витоків у мережах водопостачання з врахуванням статистичних закономірностей поведінки приведеної похибки такої локалізації залежно від класів точності вимірювальних приладів та відносної похибки визначальних вхідних параметрів.

Дисертація включає огляд відомих методів локалізації прихованих витоків, теоретичну частину з чисельним моделюванням та аналізом приведених похибок локалізації, а також результати натурних експериментальних досліджень з верифікацією розробленого дисертантом статистично-гідравлічного методу. Дисертація написана грамотно, сучасною українською мовою з використанням галузевої науково-технічної термінології. Графічні матеріали, наведені в дисертаційній роботі, доповнюють і посилюють текстову частину, та відповідають вимогам чинних стандартів.

Дисертація Боднара Тараса Сергійовича на тему «Локалізація прихованих витоків на магістральних водоводах і зонних водопровідних мережах» відповідає вимогам наказу Міністерства освіти та науки України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертацій» (із наступними змінами) та постанові Кабінету Міністрів України №44 від 12.01.2022 р. «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (із наступними змінами), а її автор, Боднар Тарас Сергійович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент,
професор кафедри «Гідротехнічного
будівництва та гідравліки»
Національного університету водного
господарства та природокористування,
д.т.н., проф.

Микола ХЛАПУК

