

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

Актуальність теми

Приховані витoki води належать до провідних чинників втрат у сучасних системах централізованого водопостачання, які, за даними світової та національної статистики, сягають значних величин і безпосередньо впливають на надійність, енергоефективність та економічну збалансованість роботи водогінних мереж. Інтенсивність розвитку витоків визначається конструктивними характеристиками, гідравлічним навантаженням, фізико-хімічними властивостями матеріалів труб, умовами їх експлуатації та ступенем зношеності. Практика комунальних служб свідчить, що пошук прихованих витоків потребує значних часових, фінансових і кадрових ресурсів, а застосування традиційних методів контролю часто супроводжується низькою ефективністю. Наявні технології ґрунтуються переважно на використанні дорогого спеціалізованого обладнання та потребують високої кваліфікації персоналу, що обмежує можливості їх широкого впровадження в умовах експлуатації водопровідних мереж більшості міст України.

З огляду на вищезазначене особливої наукової та практичної актуальності набуває розроблення нових підходів до виявлення та локалізації прихованих витоків, здатних забезпечити підвищену точність і оперативність визначення місця пошкодження трубопроводу за мінімальних витрат ресурсів. Для цього у дисертаційній роботі поставлено та вирішено наукове завдання розробки статистично-гідравлічного методу локалізації прихованих витоків, що

ґрунтується на поєднанні математичного моделювання, аналізу стохастичних характеристик гідравлічних режимів та оптимізації алгоритмів пошуку. Реалізація запропонованого підходу сприятиме підвищенню ефективності експлуатації водопровідних мереж, зменшенню технологічних втрат води та енергоресурсів, а також забезпеченню сталого розвитку систем міського водопостачання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Тематика дисертаційного дослідження відповідає положенням 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".

Структура та обсяг дисертації

Дисертаційне дослідження включає анотацію, перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень та термінів, вступ, чотири розділи, узагальнені висновки та два додатки. Загальний обсяг дисертації становить 163 сторінки, у тому числі 60 рисунків і 29 таблиць. Список використаних джерел містить 89 найменувань і представлений на 9 сторінках.

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 основного змісту дисертації

У вступній частині окреслено актуальність обраної тематики досліджень,

зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету і завдання досліджень, визначено об'єкт і предмет дослідження, наведено опис використаних методів досліджень, представлено наукову новизну, практичне значення одержаних результатів та вказано особистий внесок здобувача, інформацію про апробацію результатів роботи, наявні публікації, структуру та обсяг дисертації.

У першому розділі (стор. 25 – 64) розглянуто методи та засоби виявлення прихованих витоків з напірних водопровідних мереж. Особливий акцент зроблено на гідравлічних методах визначення місця витоків, серед яких розглянуто метод гідравлічного градієнта як найбільш простий та практично застосовний. Водночас його точність є обмеженою без використання допоміжних засобів, а результати суттєво залежать від зовнішніх факторів. Подібні недоліки характерні й для інших методів, що потребують залучення спеціалізованого обладнання. За результатами проведеного аналітичного огляду визначено мету та задачі досліджень.

У другому розділі наведено методiku виконання дисертаційних досліджень (стор. 65 – 83). Проведено планування експериментів, наведено опис похибок класів точності і типових приладів вимірювального обладнання, математичної обробки та статистичного аналізу результатів досліджень. Для досягнення визначених у роботі цілей використано як теоретичні, так і експериментальні підходи.

У третьому розділі (стор. 84–132) наведено результати теоретичного моделювання гідравлічних явищ у водопровідних мережах за наявності прихованих витоків. Проведено всебічний аналіз гідравлічних особливостей витоків із водопровідних мереж. Розглянуто застосування методу гідравлічного градієнта та запропонованого статистично-гідравлічного підходу. Введено до розгляду та проаналізовано оптимізаційну функцію, як пошукового аргумента за методом гідравлічного градієнта. Встановлено, що основним чинником похибки в методі гідравлічного градієнта є неточність вимірювання тиску. Визначено функціональні залежності зведеної похибки локалізації за

статистично-гідравлічним методом від ключових параметрів: відносної координати й витрати витоків, діаметра трубопроводу, площі витоків та надлишкового тиску на ділянці. Крім того, здійснено порівняння формул для розрахунку коефіцієнтів гідравлічного тертя та проведено оцінку ймовірності виникнення багатоаварійних ситуацій для типових умов.

У четвертому розділі (с. 133 – с.147) представлені техніко-економічні аспекти впровадження систем локалізації прихованих витоків. Було здійснено перевірку дієвості запропонованого методу в реальних умовах, зокрема на ділянках водопровідних мереж у м. Львів та м. Кам'янець-Подільський. Обґрунтовано економічний ефект від впровадження статистично-гідравлічного підходу, що полягає у зменшенні втрат води завдяки швидшому усуненню витоків та скороченні споживання електроенергії насосним обладнанням.

Отримані результати інтегровано в навчальний процес на кафедрі гідротехніки та водної інженерії НУ «Львівська політехніка» у межах курсів «Експлуатація систем водопостачання та водовідведення» та «Інноваційні технології у гідротехнічному будівництві». Крім того, розроблені методи передано для практичного використання ЛМКП «Львівводоканал» і КП «Міськтепловоденергія» м. Кам'янець-Подільський з метою виявлення прихованих витоків у їхніх водопровідних мережах.

Обґрунтованість та достовірність результатів досліджень

Обґрунтованість та достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується коректністю математичних постановок задач, використанням апробованих методів гідравлічного розрахунку трубопроводів, а також у використанні сучасних методик та обладнання для експериментального дослідження потоків води. При обробці експериментальних даних застосовано відомі статистичні методи, зокрема за значеннями коефіцієнтів детермінації та діапазонами відносних похибок залежностей варіації пошукових параметрів від варіації незалежних змінних.

Обґрунтованість висновків та рекомендацій забезпечується тим, що вони безпосередньо впливають із отриманих теоретичних та експериментальних результатів дисертаційної роботи. Вони ґрунтуються на порівняльному аналізі досліджуваних явищ та узгодженням отриманих результатів з роботами інших авторів.

Повнота викладу результатів досліджень в опублікованих працях

Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 7 наукових публікаціях, у тому числі: 1 стаття у науковому виданні, що входить до бази Scopus, 1 стаття у науковому фаховому виданні України та 5 публікаціях у матеріалах міжнародних конференцій.

Апробація результатів дисертаційного дослідження підтверджується виступами на 5 міжнародних наукових конференціях. Особистий внесок здобувача у публікаціях, надрукованих у співавторстві, детально розкритий у вступній частині дисертації (с. 22-23).

Наукова новизна одержаних результатів

- запропоновано статистично-гідравлічний метод локалізації прихованих витоків і несанкціонованих відборів води з напірних водопровідних мереж;
- отримано нові функціональні залежності систематичної похибки статистично-гідравлічного методу від ключових чинників, зокрема відносного розташування та інтенсивності витoku, діаметра трубопроводу, площі отвору пошкодження та значення надлишкового тиску;
- удосконалено метод оцінки ймовірності багатоаварійності на ділянках водопровідних мереж.

Практичне значення одержаних результатів

- обґрунтовано граничні межі доцільності застосування методу гідравлічного градієнта для виявлення прихованих витоків із трубопроводів;
- отримано кореляційні залежності для виправлення систематичних похибок, зумовлених особливостями статистично-гідравлічного методу;

– дано оцінку економічної ефективності виявлення прихованих витоків із водопровідних мереж статистично-гідравлічним методом;

– реалізація статистично-гідравлічного методу дозволяє скоротити час ліквідації витоків, зменшити втрати води, а також унизити затрати енергії на транспортування води.

Основні результати дисертаційного дослідження впроваджені в навчальний процес на кафедрі гідротехніки та водної інженерії НУ "Львівська політехніка", зокрема навчальні дисципліни "Експлуатація систем водопостачання та водовідведення" для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», а також «Інноваційні технології у гідротехнічному будівництві» для студентів спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології».

Розроблений у дисертації статистично-гідравлічний метод дистанційної локалізації прихованих витоків води апробовано на ЛМКП «Львівводоканал» та КП «Міськтепловоденергія» м. Кам'янець-Подільський для впровадження при пошуках прихованих витоків води.

Дискусійні положення та зауваження

1. Перший пункт завдань досліджень не відображено у загальних висновках дисертаційної роботи.
2. Другий пункт завдань досліджень стосується аналізу похибок локалізації витоків за *методом гідравлічного градієнта*, а загальні висновки орієнтовані виключно *на статистично-гідравлічний метод*.
3. Дано недостатнє обґрунтування необхідності та доцільності розробки статистично-гідравлічного методу локалізації прихованих витоків.
4. При плануванні експерименту (п. 2.1.2) не обґрунтовано вибір чотирьох впливових факторів (табл. 2.1). Незрозуміло, чому не розглянуто такі впливові фактори, як тиск у трубопроводі та висотне розташування по його трасі? Однак, у п. 2 висновків до 2-го розділу мова йде про 5 впливових факторів, із надлишковим тиском включно.

5. Із матеріалу п. 3.2 «Статистично-гідравлічний метод локалізації витоків» незрозуміло у чому статистична сутність запропонованого методу.
6. Визначення відносних похибок (п. 3.3) формул різних авторів відносно «еталонної» формули Колбрука-Вайта є спірним, оскільки вона отримана на основі експериментальних даних для рівномірної піщаної шорсткості, яка суттєво відрізняється від технічної шорсткості труб заводського виготовлення, для яких залежності $\lambda=f(Re; \Delta/d)$ мають інший характер.
7. У висновках доцільно вказувати номери отриманих аналітичних залежностей, які наведені у тексті відповідного розділу.
8. Із наведених даних п. 4.1 не зрозуміло яким чином отримано **«очікуване середнє значення координати витoku»**. Слід було б навести конкретні розрахункові дані. Незрозуміло, також на що вказує параметр N , тис. точок.

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 отримано нові наукові результати, що в сукупності дозволять підвищити надійність та ефективність роботи водопровідних мереж завдяки дистанційній локалізації прихованих витоків із урахуванням статистичних закономірностей змін впливових факторів. Робота в цілому сприяє вирішенню важливої науково-практичної задачі: удосконалення методів локалізації прихованих витоків води в напірних водопровідних мережах.

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.

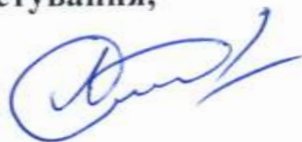
Офіційний опонент,

професор кафедри «Міського будівництва та господарства»

Національного університету водного

господарства та природокористування,

д.т.н., проф.



Олександр ТКАЧУК



Олександр ТКАЧУК