

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Бігун Ірини Володимирівни «Гідравлічні методи регулювання роздачі рідини з напірних розподільних трубопроводів», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія за спеціалізацією 05.23.16 – Гідравліка та інженерна гідрологія

Дисертаційна робота складається з анотації, змісту, переліку умовних скорочень і позначень, вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 101 найменування на 14 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 153 сторінки і містить 6 таблиць та 67 рисунків. За темою дисертації опубліковано 17 наукових праць, з них: 5 статей у науково-метричних виданнях, які індексуються базою даних SKOPUS, у їх числі три статті в іноземних періодичних виданнях; 3 статті у наукових фахових виданнях України, зокрема 1 стаття в одноосібному авторстві дисертантки. Опубліковано 1 розділ у міжнародній монографії (Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Polska) та 7 статей у матеріалах міжнародних науково-технічних конференцій. Подано 1 заявку на отримання патенту на винахід. Особистий внесок здобувача в цих працях відповідає науковим положенням і практичним результатам представленої дисертаційної роботи.

Актуальність теми дисертації та її зв'язок із науковими програмами. Напірні розподільні трубопроводи (РТ) з дискретною шляховою роздачою рідини широко застосовуються в багатьох технічних системах. Однак довершених методів їх розрахунку немає. Тому, удосконалення методів гідравлічного розрахунку РТ є актуальною науковою проблемою та потребує врахування й усунення наявних недоліків при їх проектуванні.

Відомі методи розрахунку напірних розподільних трубопроводів, окрім методу, запропонованому у Львівській політехніці, отримані за умови, що гідравлічний коефіцієнт тертя незмінний уздовж розподільного трубопроводу. В дійсності, зі зменшенням витрати рідини уздовж РТ, змінюється і коефіцієнт гідравлічного тертя λ . Застосування усіх відомих методів розрахунку обмежується розподільними трубопроводами, струмені від яких відгалужуються лише під кутом β , рівним 90° .

Дисертаційна робота виконана згідно з пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки, визначеними в Законі України від 11.07.2001 р. № 2623-III (зі змінами від 29.01.2021 р.) Праця тісно пов'язана з

держбюджетною тематикою кафедри гідротехніки та водної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”. Дослідження проводились на замовлення Міністерства освіти і науки України в складі науково-дослідної роботи: “Зменшення нерівномірності шляхової роздачі рідини з напірних роз-подільних трубопроводів”, державний реєстраційний номер якої 0118U007051.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність. Наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи теоретично обґрунтовано. Зроблено оцінку достовірності отриманих результатів. Достовірність отриманих результатів підтверджується застосуванням загальних і спеціальних методів досліджень й даними експериментів.

Наукова новизна положень дисертації. Проведено теоретичний аналіз рівнянь для розрахунку напірних розподільних трубопроводів, які запропоновані проф. В. В. Чернюком у Львівській політехніці й ураховують усі геометричні характеристики розподільного трубопроводу та гідродинамічні параметри внутрішнього й зовнішнього потоків рідин. Рекомендовано уточнити розв’язок цих рівнянь шляхом вилучення з нього компоненти сили дії зовнішнього тиску, направленої під непрямым кутом до стінки розподільного трубопроводу для створення можливості застосування їх для гідравлічного розрахунку РТ при кутах β в діапазоні від 0° до 360° .

Практичне значення одержаних результатів. Вперше отримано значення коефіцієнта витрати вихідних циліндричних насадок з бічним, ортогональним до їхньої поздовжньої осі, входом струменя залежно від: кута відведення струменя від потоку в розподільному трубопроводі; ступеня стиснення струменя при вході у насадку; критерію Рейнольдса. Експериментально підтверджено можливість регулювання шляхової роздачі води з напірного РТ за допомогою змінювання значення кута β відведення струменів.

Винайдено спосіб регулювання притоку рідини в напірний трубопровід-збирач, згідно з яким, за наявності транзитного потоку на вході у трубопровід-збирач, ділянку що працює у режимі розподільного трубопроводу, трансформують у режим збирання рідини. Результати наукової роботи Бігун І. В. застосовано у навчальному процесі Львівської політехніки при викладанні предметів «Засоби керування напірними потоками» і «Гідравліка та

протипожежне водопостачання». Методику регулювання притоку рідини в напірний трубопровід-збирач передано Басейновому управлінню водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну для впровадження у виробництво.

Короткий аналіз змісту дисертації.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, визначено мету та завдання роботи. Сформульовано об'єкт і предмет досліджень. Наведено основні положення, котрі лягли в основу наукових досліджень. Показано наукову новизну роботи, визначено практичну цінність результатів досліджень. Представлено особистий внесок здобувача.

Перший розділ «Проблема зменшення нерівномірності роздачі рідини з напірних розподільних трубопроводів», який викладено на 33 сторінках машинописного тексту, містить перелік галузей, у яких експлуатуються напірні розподільні трубопроводи. Наведено приклади їх застосування. Розглянуто відомі методи гідравлічного розрахунку РТ. Основну увагу зосереджено на методах, які ґрунтуються на розв'язуванні диференціального рівняння руху рідини зі змінною шляховою витратою. На основі літературного аналізу з урахуванням актуальності теми і господарських потреб України, визначені мета й задачі дисертаційних досліджень.

Другий розділ «Теоретичне обґрунтування методів зменшення нерівномірності шляхової роздачі рідини з напірних РТ» займає 15 сторінок. У ньому поставлено задачі теоретичних досліджень, подано теоретичний аналіз рівнянь, запропонованих в НУ «Львівська політехніка» для гідравлічного розрахунку напірних РТ. Критично розглянуто фактори, що впливають на роздачу рідини з напірних РТ. Результати розрахунку, отримані за формулами проф. В. В. Чернюка (Львів, НУ «Львівська політехніка»), порівняно з результатами розрахунків за формулами, запропонованими професорами А. М. Кравчуком і Д. О. Чернишевим (Київ, КНУБА). Рівняння А. М. Кравчука і Д. О. Чернишева складені для розрахунку РТ лише з прямими кутами β відведення струменів. Рівняння В. В. Чернюка виведені для РТ з кутами $\beta = 0^\circ \dots 360^\circ$. Однак встановлено, що вони дають достовірні результати розрахунку РТ лише при кутах відведення струменів $\beta = 90^\circ$.

Здобувачкою виявлено, що причиною розбіжності результатів гідравлічного розрахунку РТ за рівняннями В. В. Чернюка з даними експериментів, при непрямих кутах відгалуження струменів, є урахування у вихідному рівнянні дії сили зовнішнього тиску уздовж напрямку, що

неортогональний до внутрішньої стінки розподільного трубопроводу. Дисертантка показала доцільність нехтування силою зовнішнього тиску, направленою неперпендикулярно до внутрішньої стінки РТ.

Третій розділ займає 26 сторінок. У ньому описано методи досліджень. Подано планування експериментів і статистичну обробку їх результатів. Представлено технічні характеристики дослідних стендів і вимірювальної апаратури. Обґрунтовано достовірність отримуваних результатів. Використані експериментальні стенди та вимірювальна апаратура відповідають поставленим задачам із встановлення значень коефіцієнта витрати вихідних циліндричних насадок з бічним ортогональним до їхньої осі входом струменя, а також для дослідження нерівномірності шляхової роздачі рідини з напірних розподільних трубопроводів.

У **четвертому розділі**, який викладено на 18 сторінках, представлено результати проведених здобувачкою експериментальних досліджень. Наведено значення коефіцієнта витрати вихідних циліндричних насадок з бічним входом струменя для п'яти різних значень кута β відведення струменя та при п'яти значеннях відношення діаметра насадки до діаметра РТ при різних значеннях критерію Рейнольдса. Подано також результати дослідження нерівномірності шляхової роздачі рідини з напірного РТ залежно від впливу різних факторів. Результати досліджень інтерпретуються багатьма графічними залежностями.

П'ятому розділу «Ефективність результатів досліджень» відведено 13 сторінок. У цьому розділі описано винайдений спосіб трансформації ділянки роз-подільного трубопроводу, котра реалізується на початку трубопроводу-збирача, за наявності транзитної витрати на його вході, у ділянку трубопроводу-збирача. Також відображено ефективність результатів дисертаційних досліджень, зокрема економічну, соціальну, екологічну, технічну. Показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Подано інформацію про впровадження результатів роботи та перспективи подальших досліджень.

Загальні **висновки** дисертаційної роботи розкривають основні наукові результати та їх практичне застосування.

Відповідність дисертації встановленим вимогам. За структурою, обсягом і оформленням дисертація відповідає вимогам, які пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Зауваження до дисертації.

Зауваження до розділу 1.

1. Не вказано з яких літературних джерел взято схеми, поміщені на рис.1.1, 1.5, 1.8, 1.9.

2. У підрозділі 1.2 описано нерівномірність роздачі рідини уздовж довгих напірних РТ. Однак, не згадано про особливості роздачі рідини з середніх за довжиною і коротких РТ.

Зауваження до розділу 2.

3. Нумерація рівняння (1.20) і формула (1.21), що наведені у розділі 1, повторно використані у розділі 2.

4. Порівняння з результатами експериментів зроблено лише для двох методів гідравлічного розрахунку напірних РТ, хоча таких методів є більше.

Зауваження до розділу 3.

5. На рис. 3.5 повторно використано конструктивний елемент, наведений на рис. 3.4. Це зовнішній вигляд фрагменту РТ з досліджуваною насадкою, який кріпиться усередині напірного бака.

Зауваження до розділу 4.

6. На рис. 4.11 і 4.12 не вказано розміри дослідженого розподільного трубопровода, а саме діаметри РТ й насадок, а також відношення площ їхніх поперечних перерізів.

7. Не пояснено фізичну причину складної форми (з двома максимумами й одним мінімумом) функціональних залежностей коефіцієнта μ витрати вихідних циліндричних насадок залежно від відношення площ поперечних перерізів насадки та РТ $(d/D)^2$, що зображені на рис. 4.10.

Загальні висновки.

Дисертаційна робота Бігун І. В. є завершеною науковою роботою, яка виконана авторкою самостійно. Праця містить аргументовану пропозицію до вдосконалення методу гідравлічного розрахунку напірних розподільних трубопроводів, який ґрунтується на розв'язанні диференціального рівняння руху рідини зі змінною шляховою витратою рідини. Теоретичні розробки підтверджені результатами експериментальних досліджень. Виконано ґрунтовні експериментальні дослідження роботи вихідних циліндричних насадок з бічним, ортогональним до осі насадки, входом струменя.

За сукупністю наявних ознак можна зробити висновок, що подана до захисту дисертаційна робота Бігун Ірини Володимирівни «Гідравлічні методи

регулювання роздачі рідини з напірних розподільних трубопроводів» на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія за спеціалізацією 05.23.16 – Гідравліка та інженерна гідрологія відповідає профілю разової спеціалізованої вченої ради і паспорту спеціальності 05.23.16 – Гідравліка та інженерна гідрологія згідно з напрямом досліджень, а її авторка, Бігун Ірина Володимирівна, заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія зі спеціалізації 05.23.16 – Гідравліка та інженерна гідрологія.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри гідроенергетики,
теплоенергетики та гідравлічних машин
Національного університету водного
господарства та природокористування
доктор технічних наук, професор,
23.08.2022 р.

Рябенко О. А.

Підпис Рябенка О. А. *засвідчую:*

Вчений секретар Ради
Національного університету водного
господарства та природокористування



Сасюк З.К.