

## РЕЦЕНЗІЯ

рецензента на дисертаційну роботу

**Фасуляка Вадима Євгенійовича**

**“Гідравлічні розрахунки напірних трубопроводів-збирачів з дискретним входом рідини ”,**

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

з галузі знань 19 Архітектура та будівництво

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

**Актуальність теми дисертаційної роботи і її зв'язок з науковими програмами, темами.** Трубопроводи-збирачі, в яких реалізуються напірні потоки зі шляховим приєднанням маси застосовуються в багатьох галузях, наприклад: водопостачанні, тепlopостачанні, вентиляції, водовідведенні, водопониженні та інших напрямках техніки. Проте попри досить поширене застосування, потоки зі змінною шляховою витратою вивчені недостатньо. Існуючі методики базуються на низці спрощень. Неврахування геометричних параметрів трубопроводу-збирача і кінематичних характеристик течії рідини в ньому, може призвести до критичних помилок при розрахунку.

Подана на розгляд дисертаційна робота Фасуляка Вадима Євгенійовича у повній мірі вирішує поставлені вище запитання. Тема дисертаційної роботи є актуальною з точки зору вивчення особливостей розрахунку напірних трубопроводів-збирачів.

Робота виконувалась згідно Закону України "Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки" від 11.07.2001 р. № 2623-III (зі змінами від 29.01.2021 р. № 1162-IX). Праця тісно пов'язана з держбюджетною тематикою кафедри гідротехніки та водної інженерії (ГВІ) Національного університету “Львівська політехніка”. Дослідження провадились в складі науково-дослідної роботи: “Зменшення нерівномірності шляхової роздачі рідини з напірних розподільних трубопроводів”

**Ступінь новизни результатів дисертаційного дослідження.** Виведено розрахункові залежності для коефіцієнта гідравлічного тертя Дарсі та втрат напору для ламінарного режиму та трьох ділянок турбулентного режиму течії; для ламінарного режиму отримано рівняння для обчислення притоку рідини в ТЗ крізь отвори у стінці для змінного значення коефіцієнта Дарсі; отримано залежність для визначення повного робочого напору в напірному трубопроводі-збирачі; отримано залежність для визначення витрати в напірному трубопроводі-збирачі.

Винайдено «Спосіб регулювання припливу рідини в напірний трубопровід-збирач і пристрій для його реалізації» (Патент №128075 Україна МПК G05D 7/00, F17D 1/02, F17D 1/08, заявлено 16.05.2022, опубліковано 28.03.2024).

Матеріали дисертаційних досліджень впроваджено в навчальний процес кафедри гідротехніки та водної інженерії, передано ТОВ «ТЕО ІНЖИНІРИНГ» (м. Львів) та впроваджено при проведенні проектних робіт.

**Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Актуальність вибраної теми дисертаційної роботи обґрунтована в дисертаційній роботі у повній мірі і не викликає жодних сумнівів. Відповідність змісту анотації основним положенням дисертаційної роботи. Зміст анотації в повній мірі відображає основні положення, що представлені в дисертаційній роботі, відповідає її змісту, містить основні результати проведених досліджень і дає можливість в достатній мірі оцінити наукову новизну та практичну цінність. Стиль викладення матеріалу у дисертації та анотації відповідає загальноприйнятим нормам та є достатнім для однозначного сприйняття наведених положень.

**Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів, представлених у дисертаційній роботі.** Результати дисертаційної роботи отримано здобувачем особисто або за безпосередньої участі. Зокрема виконано аналіз сучасних методів гідравлічного розрахунку напірних

трубопроводів-збирачів. Змонтовано експериментальний стенд та проведено дослід. Зроблено математичну обробку й аналіз результатів експериментальних досліджень. Побудовано графічні експериментальні залежності. Описано та отримано патент на винахід “Спосіб регулювання притоку рідини в напірний трубопровід-збирач і пристрій для його реалізації”.

#### **Висновок про повноту опублікування основних положень дисертації.**

Результати дисертаційної роботи опубліковані у 12 наукових працях. Із них: 2 у науково-метричних виданнях, які індексуються базою даних SCOPUS; 2 у наукових фахових виданнях України; 7 у матеріалах міжнародних науково-технічних конференцій. Отримано 1 патент на винахід. Представлені в дисертаційній роботі результати повною мірою висвітлені в опублікованих працях у наукових та фахових виданнях і достатньо апробовані на міжнародних науково-практичних конференціях.

#### **Оцінка структури дисертації, мови та стилю викладання.**

Дисертацію викладено на 120 сторінках. Вона включає зміст, перелік умовних позначень, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел зі 101 найменування на 14 сторінках, 3 додатки. Робота містить 46 рисунків та 2 таблиці. Дисертаційна робота написана українською мовою з використанням сучасної наукової термінології. Викладення матеріалу дисертації є логічним і відповідає вимогам до наукових праць, а зміст роботи висвітлює основні результати наукових досліджень.

#### **ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ**

*У вступі* обґрунтовано вибір та актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Наведено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами та грантами, що свідчить про глибокий аналіз здобувачем вже існуючих напрацювань в напрямку наукового дослідження. Також зазначено відомості щодо публічної апробації матеріалів дисертації та оцінено особистий внесок здобувача.

*Перший розділ* присвячено огляду наукових джерел за темою дисертаційного дослідження. Описано сфери застосування напірних ТЗ.

Проведено аналіз основних методик розрахунку трубопроводів-збирачів. Виявлено, що найточнішим на даний час є диференціальне рівняння руху рідини зі змінною витратою. Проте у проаналізованих методиках застосовують деякі спрощення. Це у свою чергу значно знижує точність розрахунків.

*У другому розділі* диференціал втрат напору на подолання тертя вздовж трубопроводу-збирача виражено через дві змінних загальний робочий напір і незалежну змінну відстань. Отримано співвідношення для ламінарного режиму течії рідини, який реалізується на початковій ділянці, а також для трьох ділянок турбулентного режиму течії: гідравлічно гладких труб, перехідного та гідравлічно шорстких труб, котрі розташовані одна за одною.

Опираючись на диференціальне рівняння напірного руху рідини зі змінною витратою уздовж потоку, отримано розрахункові залежності для обчислення притоку рідини в трубопровід-збирач крізь отвори у його стінці для ламінарних потоків при змінному значенні коефіцієнта Дарсі. Також, за цих умов, виведено математичну залежність для розрахунку повного робочого напору потоку рідини в трубопроводі-збирачі.

*У розділі 3* проведено планування багатофакторного експерименту. Для експериментального визначення коефіцієнта витрати досліджено вхідні циліндричні насадки з ортогональним бічним приєднанням струменя. Описано експериментальний стенд з допомогою якого проводиться дослідження шляхового надходження рідини в напірний ТЗ, котрий змонтований у футлярі, Робота стенду можлива при режимах наявності та відсутності транзитного потоку води в трубопровід-збирач. Описано методику проведення дослідів та обробки отриманих результатів. Проведено розрахунок сумарної похибки вимірювань при проведенні досліджень на експериментальному стенді. Встановлено, що вона не перевищує нормативних меж інженерних розрахунків.

*У четвертому розділі* проаналізовано експериментальні дослідження напірних ТЗ. Побудовано графіки для теоретичних залежностей та експериментальних результатів для повного робочого напору та витрати вздовж трубопроводу, а також крізь насадки. Проведено порівняння з існуючими методиками розрахунку.

*У п'ятому розділі* визначено ефективність результатів дослідження, описано винахід «Спосіб регулювання припливу рідини в напірний трубопровід-збирач і пристрій для його реалізації». Наведено результати впровадження у навчальний процес та виробництво.

*У висновках* наведено основні результати роботи. Достовірність наукових і практичних результатів підтверджуються узгодженістю теоретичних напрацювань з експериментальними даними отриманих упродовж досліджень. Одержані результати пройшли апробацію через публікації в фахових виданнях та публічних конференціях. Отримані автором висновки обґрунтовані теоретичними викладами та практичною реалізацією в експериментальній частині роботи, що свідчить про достатній рівень компетенції та професійної кваліфікації здобувача.

### **Загальні зауваження по роботі**

Дисертаційна робота містить декілька дискусійних положень і викликає певні зауваження:

1. У підрозділі 1.1 розглянуто системи вентиляції як один із видів трубопроводів-збирачів. Чи доцільно використовувати отримані у дослідженнях залежності для розрахунку систем вентиляції?

2. У підрозділі 1.3 вартувало б систематизувати експериментальні дослідження за галузями, а також за хронологією досліджень.

3. У підсумках до розділу 2 вартувало б вказати, що отримання залежностей для витрати і повного робочого напору для турбулентного режиму течії є перспективою подальших досліджень.

4. У підрозділі 3.3 в описі стенду для дослідження шляхового притоку

води до напірних трубопроводів-збирачів вказано, що передбачається витратомір для визначення транзитної витрати, хоча дослідження були проведені лише для режиму, коли  $Q_{tr}=0$ .

5. Коефіцієнт витрати вхідної насадки наведено лише для кута приєднання струменя  $\beta_{T3} = 0^\circ$ . Чи проводились такі дослідження для інших кутів?

6. У розділі 4 вартувало б навести зведені графіки для порівняння теоретичних, експериментальних та існуючих методик для повного робочого напору та витрати.

7. У підрозділі 5.3 необхідно ширше описати соціальний ефект від правильного розрахунку напірних трубопроводів збирачів у системах водопостачання, водовідведення та дренажу.

Вказані вище зауваження, побажання і пропозиції не впливають на загальне позитивне ставлення до дисертаційної роботи, не зменшують її наукової новизни та практичної значимості. Представлення наукової роботи до захисту є можливим, а зауваження разом із побажаннями можуть бути предметом подальших досліджень автора.

**Відповідність дисертації спеціальності, за якою вона представляється до захисту.** Дисертація **Фасуляка В.Є.** на тему «Гідравлічні розрахунки напірних трубопроводів-збирачів з дискретним входом рідини» відповідає спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія.

#### **Загальні висновки**

Дисертаційна робота Фасуляка Вадима Євгенійовича «Гідравлічні розрахунки напірних трубопроводів-збирачів з дискретним входом рідини», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» є самостійно завершеною науковою працею, яка містить низку нових, актуальних та достовірних результатів, що свідчать про її складність, систематичність та

важливе значення. У роботі вирішується важливе завдання гідравлічного розрахунку напірних трубопроводів-збирачів.

Дисертаційна робота Фасуляка Вадима Євгенійовича "Гідравлічні розрахунки напірних трубопроводів-збирачів з дискретним входом рідини" відповідає вимогам наказу Міністерства освіти та науки України № 40 від 12.01.2017 р. "Про затвердження Вимог до оформлення дисертації" (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" (зі наступними змінами), а її автор, Фасуляк Вадим Євгенійович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія.

Рецензент, доцент кафедри

"Гідротехніки та водної інженерії"

Національного університету

"Львівська політехніка"

к.т.н., доц.

Орест ВЕРБОВСЬКИЙ

Підпис к.т.н., доц. Вербовського О.В.

засвідчую:

Вчений секретар

Національного університету

"Львівська політехніка"



Роман БРИЛИНСЬКИЙ