

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію **Бігун Ірини Володимирівни**
**”Гідравлічні методи регулювання роздачі рідини з напірних розподільних
трубопроводів”**, представлену в разову спеціалізовану вчену раду при
Національному університеті “Львівська політехніка” на здобуття наукового
ступеня доктора філософії з галузі знань 19 - Архітектура та будівництво за
спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія та спеціалізацією
05.23.16 – Гідравліка та інженерна гідрологія

Дисертація включає: зміст, прийняті позначення, вступ, п'ять розділів і висновки, що разом викладені на 132 сторінках, а також список використаної літератури зі 101 найменування та 3 додатків. Робота містить 67 рисунків і 6 таблиць. Повний її обсяг – 153 сторінки.

Короткий аналіз змісту дисертації

Вступна частина. На початку поданої до захисту дисертаційної роботи на 15 сторінках машинописного тексту поміщено її анотацію та список зі 17 праць, опублікованих здобувачкою за темою дисертації. Анотацію представлено українською й англійською мовами. Далі на 3 сторінках подано зміст роботи та умовні позначення на 2 сторінках і вступ до дисертації на 6 сторінках.

Вступ освітлює актуальність роботи, її зв'язок з науковими програмами, планами та темами. Відображено мету роботи, завдання досліджень, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувачки. Представлено інформацію про апробацію результатів дисертації.

Перший розділ містить аналіз сучасного стану проблеми зменшення нерівномірності роздачі рідини з напірних розподільних трубопроводів (РТ). Напірні РТ широко застосовуються у різних галузях техніки. Тому понад століття науковці шукають шляхів достовірного їх розрахунку та винайденню оптимальних конструкцій вузлів РТ. Перед ними стоїть складна задача зменшення нерівномірності шляхової роздачі рідини з РТ. Цього вирішення потребують більшість виробничих технологій, у яких застосовуються напірні РТ. Робились спроби аналітичного розв'язування цієї проблеми.

Утім, як виявлено, точного гідравлічного розрахунку напірних розподільних трубопроводів можна досягти тільки застосувавши теорію гідравліки змінної витрати, котра ґрунтується на диференціальних рівняннях. Здобувачка представила історичний розвиток гідравліки змінної витрати,

почавши із 1904 року від професора І. В. Мещерського. Він є засновником нового розділу теоретичної механіки. Опіраючись на цей розділ стали успішно розвиватися ракетодинаміка та гідравліка рідини змінної витрати. Ряд відомих вітчизняних вчених, серед яких професори Г. А. Петров (Харків), В. В. Смыслов, Ю. М. Константинов, О. А. Василенко, А. М. Кравчук, Д. О. Чернишев (Київ), І. І. Науменко (Рівне), В. Н. Коваленко і В. І. Бойко (Харків) пропонували різні методи інтегрування диференціального рівняння руху рідини змінної витрати. Проте усі ці методи придатні до застосовувати лише при прямих кутах від'єднання струменів від потоку в РТ. До того ж вони отримані за умови, що коефіцієнт гідравлічного тертя λ є незмінним уздовж РТ. В дійсності з роздаванням рідини уздовж РТ змінюються витрата рідини і режими руху в РТ і, відповідно, коефіцієнт гідравлічного тертя λ . Професор І. І. Науменко виявив, що за умови, коли $\lambda = const$, розрахунок РТ розбігається з даними експерименту на 40 %.

Проф. В. В. Чернюк (Львів) узагальнив диференціальне рівняння руху рідини змінної витрати, взявши $\lambda \neq const$ і кут відведення струменів у межах від 0° до 360° . Також він урахував гідродинамічні та фізичні характеристики потоку, який омиває РТ зовні.

На основі аналізу літературних джерел і попередніх розвідок здобувачки сформульована мета дисертаційної роботи та завдання досліджень.

У **другому розділі** теоретично обґрунтовано методи зменшення нерівномірності шляхової роздачі рідини з напірних РТ. Професорами Кравчуком А. М. і Чернишевим Д. О. запропоновано формули для розрахунку РТ з прямими кутами відведення струменів. Проф. В. В. Чернюк запропонував формули для розрахунку РТ з кутами відгалуження струменів в діапазоні значень від 0° до 360° . Виявлено, що в методика В. В. Чернюка, при багатьох її перевагах, також придатна для застосування лише для РТ з прямими кутами відгалуження струменів. Встановлено, що причиною розбіжності результатів гідравлічного розрахунку РТ за рівняннями В. В. Чернюка та експериментальних даних, при непрямих кутах відгалуження струменів, є те, що він урахував у вихідному рівнянні дію сили зовнішнього тиску уздовж напрямку, який не ортогональний до внутрішньої стінки розподільного трубопроводу.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячений постановці експерименту. Обґрунтовано геометричні параметри та гідродинамічні характеристики досліджуваних РТ. Запроектовано та виготовлено два стенди.

Перший для встановлення значень коефіцієнта витрати вихідних циліндричних насадок з бічним входом струменів, другий - для дослідження шляхової роздачі рідини з напірних розподільних трубопроводів. Представлено методику проведення експериментів. Дослідні стенди запроектовано та виготовлено добротно на рівні заводських зразків.

У четвертому розділі наведені результати експериментальних досліджень вихідних циліндричних насадок з бічним входом струменів в насадку, залежно від впливу різних факторів, а також шляхової нерівномірності роздачі рідини з напірного РТ. Отримано інтегральні графічні залежності для значень коефіцієнта витрат цих насадок. Досліджено нерівномірність шляхової роздачі рідини з напірного РТ залежно від впливу низки факторів. Дано пояснення отриманих результатів.

Показано, що зміною кута β між напрямом течії потоку рідини в розподільному трубопроводі і напрямом руху струменя, котрий від'єднується від нього, можна істотно регулювати значення коефіцієнта витрати циліндричних насадок з бічним входом рідини та нерівномірність роздачі рідини уздовж напірних розподільних трубопроводів. Отримані результати матимуть істотне практичне значення.

У п'ятому розділі представлено ефективність результатів дисертаційних досліджень. Описано керування напірним потоком рідини зі змінною витратою, зокрема винайдений "Спосіб регулювання притоку рідини в напірний трубопровід-збирач і пристрій для його реалізації". Метою винаходу є запобігання роздачі рідини з напірного трубопроводу-збирача за наявності транзитної витрати рідини на його вході, де на початковій ділянці він працює у режимі розподільного трубопроводу, та забезпечувати притік рідини у трубопровід-збирач по усій його довжині.

У додатках наведені акти про використання та впровадження матеріалів дисертаційної роботи та список публікацій здобувачки.

Актуальність вибраної теми. Розробка методів гідравлічного розрахунку напірних розподільних трубопроводів має важливе значення для України і є актуальним напрямком наукових досліджень. Робота виконувалась за державною програмою Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки та тісно пов'язана з планами держбюджетної тематики кафедри гідротехніки та водної інженерії Національного університету "Львівська політехніка", що

розроблялись на замовлення Міністерства освіти і науки України в складі науково-дослідницької роботи кафедри.

Метою дисертаційної роботи є аналіз і перевірка відомих методів гідравлічного розрахунку нерівномірності роздачі рідини з напірних розподільних трубопроводів і надання рекомендацій для їх удосконалення.

Наукова новизна наукових положень дисертації достатньо обґрунтована. Вона включає теоретичний аналіз рівнянь для розрахунку напірних розподільних трубопроводів, які ураховують усі геометричні характеристики розподільного трубопроводу та гідродинамічні параметри внутрішнього й зовнішнього потоків рідин. Здобувачкою рекомендовано уточнити ці рівняння шляхом вилучення з них компоненти сили дії зовнішнього тиску, направленої під непрямым кутом до стінки розподільного трубопроводу. Вперше отримано залежності коефіцієнта витрати вихідних циліндричних насадок з бічним, ортогональним до їхньої поздовжньої осі, входом струменя з урахуванням кута відведення струменя, ступеня стиснення струменя та критерію Рейнольдса.

Практичне значення роботи. Отримані дисертанткою результати дослідження дозволяють уточнити метод гідравлічного розрахунку напірних розподільних трубопроводів у яких беруться до уваги усі їхні геометричні характеристики та гідродинамічні параметри потоків рідин, які течуть у розподільному трубопроводі та омивають його зовні.

Повнота опублікування та апробація основних результатів роботи. Результати дисертаційної роботи здобувачки опубліковані в 17 наукових працях. В т. ч.: 1 у міжнародній монографії (Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej); 5 у науково-метричних виданнях, які індексуються базою даних SKOPUS; 3 у наукових фахових виданнях України, зокрема 1 в одноосібному авторстві дисертантки; 7 у матеріалах міжнародних науково-технічних конференцій. Подано 1 заявку на отримання патенту на винахід. Робота апробована на дев'яти наукових конференціях різних рівнів, включаючи міжнародні.

Результати досліджень здобувача можуть знайти застосування у таких галузях науки і техніки:

- значення коефіцієнтів витрати циліндричних вихідних насадок з бічним входом струменя а також закономірність шляхової роздачі рідини з напірних розподільних трубопроводів – у технічній механіці рідин і газів;

• рекомендації зі зменшення нерівномірності шляхової роздачі рідини з напірних розподільних трубопроводів – знайдуть застосування в енергетиці; іригації; водопостачанні та водовідведенні; припливній вентиляції; сільськогосподарській авіації; хімічній, нафтохімічній та нафтовій галузях; машинобудуванні й ін.

Зауваження

Зауваження до вступу:

1. В останньому абзаці вступу на сторінці 27 дисертантка написала, що “робота містить 63 рисунки”. Насправді рисунків є 67.

Зауваження до розділу 1:

2. В оглядовому розділі 1 не проаналізовано інших диференціальних рівнянь руху рідини зі змінною шляховою витратою, окрім рівняння, запропонованого проф. Г. А. Петровим.

3. Не відзначено, чи згадана методика, запропонована проф. В. В. Чернюком, ураховує відмінності гідравлічного розрахунку довгих, середніх за довжиною та коротких розподільних трубопроводів.

Зауваження до розділу 2:

4. Диференціальне рівняння, отримане у 2017 році китайськими науковцями, доцільно було віднести до першого розділу.

5. Тоді, з урахуванням зауваження 1, у першому оглядовому розділі це диференціальне рівняння можна було проаналізувати докладніше.

Зауваження до розділу 3:

6. Схема першого стенду для встановлення значень коефіцієнта витрати вихідних насадок неповна. На ній не зображено помповий агрегат і трубопровідний контур для циркуляції води.

7. Не вказано якої марки застосовано циркуляційний насосний агрегат у другому стенді для дослідження шляхової роздачі рідини з напірних розподільних трубопроводів.

Зауваження до розділу 4:

8. Не наведено порівняння експериментальних і теоретичних залежностей, які описують нерівномірність шляхової роздачі води з РТ.

9. Пояснення фізичної суті залежностей значення коефіцієнта витрати насадок від співвідношення площ поперечних перерізів насадок і розподільного трубопроводу неповне.

Загальні висновки

В цілому дисертаційна робота справляє позитивне враження. Авторка виконала значний обсяг експериментальних і теоретичних досліджень, провела необхідні узагальнення, сформулювала висновки, запропонувала відповідні рекомендації. Здобувачка проявила ерудицію, продемонструвала уміння ставити та розв'язувати складні проблеми.

Зроблені зауваження не зменшують цінності опонованої дисертації, а навпаки, підкреслюють необхідність подальшої роботи у вибраному напрямку. Тема актуальна. Дисертація є закінченим науковим дослідженням. Вперше досліджено вихідні циліндричні насадки з бічним, ортогональним до поздовжньої осі насадки, входом рідини.

Дисертаційна робота “Гідравлічні методи регулювання роздачі рідини з напірних розподільних трубопроводів” відповідає діючим вимогам щодо дисертацій для здобуття наукового ступеня доктора філософії, а її авторка Бігун Ірина Володимирівна заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія за спеціалізацією 05.23.16 – Гідравліка та інженерна гідрологія.

Офіційний опонент,

проф. кафедри прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Національного технічного університету України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”,

доктор технічних наук, професор,

заслужений діяч науки і техніки України

19 серпня 2022 р.

Підпис О. М. Яхна *з а с в і д ч у ю:*

