

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доктора технічних наук, професора, професора кафедри водопостачання та водовідведення Київського національного університету будівництва і архітектури Хомутецької Тетяни Петрівни

на дисертаційну роботу Куби Тетяни Василівни на тему
«Розробка пересувних комплексів забору і очищення води для забезпечення людей питною водою в умовах відсутності централізованого водопостачання»,

подану на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 19 – «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Актуальність теми дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Куби Тетяни Василівни присвячена вирішенню актуального науково-практичного завдання, пов'язаного із забезпеченням населення питною водою в умовах припинення, тривалого порушення або недієздатності централізованих систем водопостачання шляхом застосування пересувних комплексів забору та очищення води.

Актуальність обраного напрямку досліджень суттєво зросла в умовах воєнних дій в Україні, які супроводжуються пошкодженням водозабірних споруд, насосних станцій, водопровідних мереж, об'єктів водопідготовки та енергетичної інфраструктури. У таких умовах централізовані системи не завжди можуть забезпечувати необхідний рівень надійності водопостачання. Тому створення технічних засобів, здатних здійснювати забір води безпосередньо з доступних джерел, її підготовку до нормативних показників якості та подальшу роздачу є важливою складовою підвищення стійкості систем життєзабезпечення населених пунктів.

Слід позитивно відзначити, що авторка розглядає пересувний комплекс не лише як окрему водоочисну установку, а як елемент децентралізованої системи кризового водозабезпечення, яка об'єднує вибір джерела, забір води, її технологічну підготовку, накопичення, транспортування та розподіл між споживачами. Саме такий системний підхід відрізняє роботу від досліджень, орієнтованих переважно на окремі технологічні процеси очищення води.

Зазначена тематика є актуальною як для сучасної практики водопостачання України, так і для подальшого розвитку технічних та організаційних рішень із резервного й децентралізованого водозабезпечення.

Таким чином, вибір теми дисертаційного дослідження є обґрунтованим, своєчасним та має безпосереднє практичне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами

Дисертаційну роботу виконано відповідно до напрямку прикладних наукових досліджень КНУБА «Науково-консультаційні послуги з питань забезпечення безпеки та перспектив розвитку технологій водопостачання та водовідведення. Проведення семінарів». Тема і зміст дисертації узгоджується з пріоритетами науково-прикладних досліджень КНУБА у частині «Забезпечення споживачів якісною питною водою в умовах сучасних викликів» Державний реєстраційний номер 0122U200386.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Поставлена в дисертаційній роботі мета полягає у розробленні та науково-технічному обґрунтуванні універсальних пересувних комплексів забору й очищення води для забезпечення населення питною водою нормативної якості в умовах відсутності або порушення централізованого водопостачання та у формуванні методології їх застосування у складі децентралізованих систем водозабезпечення населених пунктів. Для її досягнення авторкою сформульовано взаємопов'язаний комплекс завдань, що охоплює технологічні, конструктивні, експериментальні, математичні, геоінформаційні та техніко-економічні аспекти.

Методична база дослідження є достатньо різноплановою і відповідає характеру поставлених завдань. Використано теоретичний аналіз та узагальнення наукових і нормативних джерел, експериментальні та натурні випробування, ризик-орієнтований і системний підходи, оцінювання ефективності окремих технологічних бар'єрів, розрахунково-статистичне моделювання, геоінформаційне моделювання в середовищі QGIS та розрахунково-аналітичні методи узгодження потреби у воді, продуктивності установок і логістики її доставки.

Технологічні рішення перевірено під час натурних випробувань пересувного комплексу на водах різного типу. Отримані результати використано для оцінки ефективності окремих стадій очищення, побудови статистичної моделі, її калібрування та визначення меж гарантованої роботи комплексу.

Достовірність основних результатів підтверджується створенням дослідного зразка, його практичною апробацією та використанням результатів дисертаційного дослідження при розробленні проектно-конструкторської документації.

У цілому основні наукові положення, висновки та рекомендації є логічно взаємопов'язаними, відповідають меті і завданням дослідження та достатньою мірою підтверджені теоретичними, експериментальними й розрахунковими результатами.

Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає насамперед у формуванні комплексного науково-технічного підходу до застосування пересувних водоочисних комплексів не як автономного обладнання з незмінною технологічною схемою, а як адаптивного елемента децентралізованої системи водозабезпечення.

До основних результатів, що мають наукову новизну, доцільно віднести:

- наукове обґрунтування підходу до вибору багаторежимної технологічної схеми забору й очищення води з урахуванням ризик-профілю джерела, що забезпечує адаптацію роботи комплексу до зміни показників вихідної води шляхом перемикання технологічних режимів;

- розроблення багатобар'єрної технологічної схеми пересувного комплексу;

- удосконалення підходу до експлуатаційного керування комплексом у польових умовах шляхом формування системи контрольних точок, контрольованих показників якості води та параметрів технологічного процесу;

- розроблення стадійної розрахунково-статистичної моделі ефективності технологічних бар'єрів, яка забезпечує можливість оцінювання внеску окремих стадій, прогнозування якості очищеної води, калібрування за результатами випробувань та встановлення меж допустимої якості вихідної води;

- подальший розвиток геоінформаційного підходу до планування децентралізованого водозабезпечення, що дозволяє перейти від просторового розподілу населення та пунктів роздачі до визначення розрахункової потреби у воді, зон обслуговування, необхідної кількості пересувних комплексів і параметрів транспортної логістики.

Сукупність отриманих результатів формує цілісний підхід, у якому технологія очищення води, конструкція пересувної установки та організація її застосування розглядаються взаємопов'язано.

Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення одержаних результатів полягає у створенні та апробації пересувного комплексу забору та очищення води продуктивністю 2 м³/год. Комплекс призначений для роботи при припиненні або обмеженні централізованого водопостачання і може забезпечувати наповнення водовозів, накопичувальних ємностей або безпосередню роздачу очищеної води споживачам.

Конструктивне виконання на базі утепленого причепа-фургона, автономне енергоживлення, системи опалення, вентиляції та видалення вологи підвищують автономність комплексу і створюють можливість його застосування у польових умовах протягом року.

Результати роботи використано при розробленні проектно-конструкторської документації ТОВ «Інститут Комунальної Інфраструктури» на «Комплекс водоочисний пересувний», практичну реалізацію здійснено на виробничих потужностях ТОВ «ІКІ» та ТОВ «НВО «Екософт». Виробнича експлуатація комплексів здійснювалася на КП «Зеленодольський міський водоканал» у межах співпраці з Міжнародним комітетом Червоного Хреста.

Розроблені в дисертації підходи можуть бути використані підприємствами питного водопостачання, органами місцевого самоврядування, службами цивільного захисту, гуманітарними організаціями та операторами критичної інфраструктури при підготовці планів резервного водозабезпечення населених пунктів.

Оцінка змісту та структури дисертаційної роботи

Дисертаційна робота має логічну структуру та складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, списку публікацій здобувачки та шести додатків. Обсяг основного тексту становить 143 сторінки та містить 23 рисунки й 41 таблицю, а список використаних джерел включає 194 найменування.

У першому розділі проведено аналіз еволюції світових підходів до кризового водозабезпечення, міжнародних і національних вимог щодо мінімального забезпечення населення водою, сучасного стану водопровідно-каналізаційної інфраструктури України та наслідків воєнних дій. Розглянуто світову практику застосування децентралізованих і мобільних систем, запропоновано класифікацію пересувних комплексів та сформульовано основні вимоги до їх автономності, транспортабельності, технологічної гнучкості, ремонтпридатності та оперативності розгортання.

Важливим результатом розділу є обґрунтування переходу від сприйняття аварійного підвозу води як короточасного заходу до формування керованих децентралізованих систем, здатних функціонувати протягом тривалого періоду порушення централізованого водопостачання.

У другому розділі проаналізовано можливі джерела та характер забруднення води в надзвичайних ситуаціях і під час воєнних дій, сформовано ризик-профіль джерела, визначено вихідні вимоги до польового контролю, розроблено багаторежимну технологічну схему й алгоритм вибору режиму роботи комплексу, здійснено польову апробацію запропонованих технологічних рішень.

Виконано розрахунок локальної та кумулятивної ефективності очищення, застосовано робастне узагальнення експериментальних результатів, розроблено розрахунково-статистичну модель, реалізовано процедуру її калібрування за наявними даними та визначено прийняті межі гарантованої роботи комплексу.

У третьому розділі наведено конструктивне обґрунтування дослідного зразка пересувного комплексу. Розглянуто вибір типорозміру і компонування обладнання на базі причепа-фургона, варіанти водозабірних засобів, системи енергоживлення, освітлення, вентиляції й опалення, а також основні конструктивно-технологічні параметри. Таким чином, результати технологічних досліджень доведені до рівня технічно реалізованого об'єкта, придатного до практичного використання.

Четвертий розділ присвячено геоінформаційному та математичному плануванню застосування пересувних комплексів у складі децентралізованої системи. У розділі поєднано просторові дані про населення, джерела води, пункти роздачі, транспортні маршрути та наявні резервні засоби водопостачання з інженерними розрахунками потреби у воді й необхідної продуктивності системи. Геоінформаційна модель дозволяє визначати зони обслуговування пунктів роздачі та переводити демографічні й просторові дані у кількісні параметри водозабезпечення, що дає змогу здійснити перехід від розгляду окремої пересувної установки до системного планування її використання у масштабі населеного пункту.

У п'ятому розділі виконано техніко-економічну оцінку запропонованих рішень, визначено основні складові експлуатаційних витрат та проведено аналіз чутливості економічних показників. Наявність економічної складової є важливою, оскільки ефективність пересувних систем в умовах тривалої експлуатації визначається не тільки якістю очищеної води, а й витратами енергії, реагентів, витратних матеріалів, транспортування та технічного обслуговування.

Загальні висновки дисертації відповідають поставленим завданням і відображають основні результати дослідження. Авторкою сформульовано завершене науково-практичне рішення щодо створення та застосування пересувного комплексу для забезпечення населення питною водою в умовах децентралізованого, аварійного та кризового водозабезпечення.

Повнота оприлюднення основних результатів дисертації

Основні положення дисертаційної роботи достатньою мірою оприлюднені у наукових публікаціях здобувачки.

За темою дисертації опубліковано 7 наукових праць, з яких шість – у наукових фахових виданнях категорії «Б», одна стаття – у виданні, що індексується міжнародною наукометричною базою Scopus, та чотири тези доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях.

Тематика публікацій охоплює питання децентралізованого водопостачання, забезпечення стійкості водопостачання в умовах сучасних конфліктів та дослідження ефективності напірної фільтрації у складі пересувних комплексів.

Особистий внесок здобувачки у працях, виконаних у співавторстві, конкретизовано в дисертації та охоплює аналіз пересувних систем, формування критичних сценаріїв порушення водопостачання, опрацювання технологічних схем реагентної, фільтраційної та сорбційної обробки, визначення контрольованих параметрів і дослідження багатоступеневої фільтрації.

Отже, ступінь оприлюднення результатів відповідає змісту дисертаційного дослідження.

Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами аналізу представленої дисертаційної роботи її структура, посилання на використані джерела, наведення результатів спільних досліджень та визначення особистого внеску здобувачки відповідають загальним вимогам академічної доброчесності. Ознак привласнення чужих результатів або подання опублікованих даних без належного посилання під час рецензування не виявлено.

Дискусійні положення та зауваження

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу в цілому, вважаю за доцільне висловити такі зауваження та питання дискусійного характеру:

1. Класифікація пересувних комплексів за рівнем автономності, наведена на стор. 47, потребує певного уточнення, оскільки окремі ознаки характеризують функціональні можливості комплексів, а не безпосередньо рівні їх автономності.

2. На стор. 64 при описі гравітаційного режиму фільтрування наведено величину 12 л/год, яка характеризує витрату води, а не швидкість фільтрування. Відповідний параметр доцільно було б навести в одиницях швидкості фільтрування.

3. На аксонометричній схемі пересувного комплексу (рис. 2.11, стор. 77) для більшої інформативності слід було б розставити позначки з поясненнями на всіх ключових елементах технологічного обладнання.

4. На графіках рис. 2.13 і 2.14 (стор. 82) для зручності оцінювання результатів доцільно було б зобразити лінії допустимих ДСанПіН значень досліджуваних показників.

5. При формуванні табл. 2.6 на стор. 85 поряд із кількістю негативних переходів доцільно було б зазначити загальну кількість вимірювань за кожним показником, що зробило б представлення результатів більш інформативним.

6. У роботі прийнято 10-годинний добовий режим експлуатації пересувного комплексу. Не надано пояснень, чому робота комплексу обмежується лише 10-годинним терміном, і чи можливо у разі гострої необхідності збільшити цю тривалість, передбачаючи роботу операторів за змінами.

7. На рис. 3.2, б (стор. 106) наведено водозабірний блок із плаваючим всмоктувальним фільтром, однак недостатньо розкрито його конструктивне виконання, призначення та порядок обслуговування.

Наведені зауваження мають переважно дискусійний і рекомендаційний характер, окреслюють можливі напрями подальшого розвитку проведених досліджень та не зменшують наукової новизни, достовірності й практичного значення отриманих результатів.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Куби Тетяни Василівни «Розробка пересувних комплексів забору і очищення води для забезпечення людей питною водою в умовах відсутності централізованого водопостачання» є завершеною самостійною кваліфікаційною науковою працею, у якій вирішено актуальне науково-практичне завдання розроблення, науково-технічного обґрунтування та практичної апробації пересувних комплексів забору й очищення води та методології їх застосування у складі децентралізованих систем водозабезпечення.

За актуальністю теми, рівнем наукової новизни, обґрунтованістю отриманих результатів, їх практичною цінністю, змістом та завершеністю дисертаційна робота відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами), а її авторка **Куба Тетяна Василівна** заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 19 – Архітектура та будівництво за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Рецензент:

професор кафедри водопостачання та водовідведення
Київського національного університету будівництва і архітектури,
доктор технічних наук, професор

 Тетяна ХОМУТЕЦЬКА

«___» _____ 2026 р.