

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента,
доцента кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод
Харківського національного університету міського господарства
імені О. М. Бекетова

Гайдучка Олександра Григоровича

на дисертаційну роботу **Куба 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 дисертації

Дисертаційна робота Куби Тетяни Василівни присвячена актуальному науково-практичному завданню розроблення та обґрунтування пересувних комплексів забору й очищення води для забезпечення населення питною водою в умовах відсутності або порушення централізованого водопостачання.

Особливістю дослідження є розгляд пересувного комплексу не лише як автономної водоочисної установки, а як складової децентралізованої системи кризового водозабезпечення, що об'єднує вибір джерела, водозабір, технологічну підготовку води, контроль її якості, накопичення, транспортування і розподіл між споживачами. Така постановка завдання відповідає сучасному інженерному підходу, за якого ефективність водопідготовки повинна оцінюватися разом із надійністю, транспортабельністю, автономністю та можливістю швидкого розгортання обладнання.

Актуальності роботі надає орієнтація досліджень на змінну якість води доступних джерел. Запропонований авторкою перехід від незмінної технологічної схеми до багаторежимної системи з вибором режиму за ризик-профілем джерела є обґрунтованим і практично доцільним.

Таким чином, тема дисертації є своєчасною, має виражене наукове та практичне значення в умовах порушення централізованого водопостачання та зростаючих воєнних ризиків.

Ступінь обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Мета та завдання дисертації сформульовані послідовно і охоплюють технологічні, експериментальні, конструктивні, математичні, геоінформаційні та техніко-економічні аспекти розроблення та застосування пересувних комплексів забору й очищення води.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- науково обґрунтовано підхід до вибору багаторежимної технологічної схеми забору та очищення води з урахуванням ризик-профілю вихідної води, що дає змогу адаптувати роботу пересувного комплексу до різних типів джерел водопостачання за рахунок перемикання режимів;
- оцінено придатність пересувного комплексу до роботи в умовах надзвичайних ситуацій та воєнних дій, обґрунтовано вимоги до його автономності, транспортабельності, швидкого розгортання та контролю якості води;
- вдосконалено підхід до керування роботою пересувного комплексу в польових умовах шляхом формування системи контрольних точок і технологічних параметрів, що забезпечує вибір режиму очищення, коригування доз реагентів та контроль стабільності якості очищеної води;
- розроблено і науково обґрунтовано стадійну розрахунково-статистичну модель ефективності технологічних бар'єрів пересувного комплексу для оцінювання локальної й кумулятивної ефективності очищення та визначення допустимих меж якості вихідної води;
- отримала подальший розвиток геоінформаційна модель підбору та використання пересувних комплексів для визначення кількості установок, зон їх обслуговування та пунктів роздачі питної води.

Сукупність зазначених результатів формує завершений підхід, у якому технологія очищення, гідравлічні та експлуатаційні параметри установки, конструктивне виконання і організація її застосування розглядаються взаємопов'язано.

Технологічні рішення не обмежуються теоретичним обґрунтуванням. У роботі виконано лабораторно-польові та натурні дослідження послідовного очищення води, проаналізовано роботу механічних, напірних і сорбційних ступенів очищення, визначено контрольні точки технологічної схеми та параметри, за якими оператор може оцінювати стабільність процесу. Для узагальнення польових даних розроблено стадійну розрахунково-статистичну модель ефективності технологічних бар'єрів, що дозволяє оцінювати локальну і кумулятивну ефективність очищення, прогнозувати показники води після обробки, виконувати калібрування за експериментальними даними та встановлювати межі гарантованої роботи комплексу. У роботі обґрунтовано, що розрахункові можливості технології та гарантована область її застосування повинні розмежовуватися, а остання визначатися фактично підтвердженням діапазоном випробувань.

Достовірність отриманих результатів підтверджується створенням дослідного зразка, розробленням проєктно-конструкторської документації та практичною експлуатацією пересувних комплексів. Наведені в дисертації висновки загалом відповідають поставленим завданням і логічно впливають із виконаних досліджень.

Окремо слід відзначити практичну спрямованість геоінформаційної моделі, яка дає можливість перейти від оцінювання однієї установки до розрахунку системи водозабезпечення населеного пункту в умовах порушеного централізованого водопостачання.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності та оформлення

Дисертаційна робота написана українською мовою з використанням наукового стилю. Стиль викладення матеріалу, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує логічність та доступність сприйняття. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, списку публікацій здобувачки та шести додатків. Загальний обсяг дисертації з додатками 202 сторінки.

У першому розділі проведено аналіз сучасних підходів до кризового та децентралізованого водозабезпечення, міжнародних і національних вимог щодо мінімальної потреби у воді, стану та вразливості водопровідної інфраструктури в умовах воєнних дій. Розглянуто світову практику застосування мобільних систем очищення води.

Другий розділ містить основні технологічні та експериментальні результати. Проаналізовано можливі джерела і характер забруднення води, сформовано ризик-профіль, визначено систему польового контролю, розроблено багаторежимну технологічну схему та алгоритм вибору режиму.

У третьому розділі обґрунтовано конструктивне виконання дослідного зразка. Компонування технологічного обладнання виконано за принципом функціонального зонування та скорочення довжин внутрішніх комунікацій. Розглянуто системи водозбору, енергоживлення, освітлення, вентиляції, опалення та сервісного доступу. Сукупність прийнятих рішень забезпечує придатність установки до транспортування, розгортання та експлуатації в польових умовах.

У четвертому розділі розроблено математичну та геоінформаційну модель планування застосування пересувних комплексів. Виконано сценарну апробацію на прикладі населених пунктів різного масштабу, що підтверджує можливість використання моделі для різних просторових умов.

У п'ятому розділі виконано економічну оцінку експлуатації комплексу та аналіз чутливості фінансових показників. Враховано витрати на

електроенергію, реагенти, витратні матеріали, обслуговування, персонал, мембранні елементи та інші складові. Для режимів із включенням зворотного осмосу враховано зменшення корисного виходу води, що дозволяє оцінювати продуктивність і питомі витрати.

Загальні висновки сформульовано відповідно до мети та завдань дослідження. Мова роботи є науковою і фаховою, застосована термінологія загалом відповідає предметній області водопідготовки, водопостачання та цивільної інженерії. Робота є завершеною за змістом і структурою.

Повнота оприлюднення результатів дисертації

Основні наукові результати дисертації достатньою мірою оприлюднені. За темою дисертаційної роботи опубліковано 7 наукових праць, із них шість у наукових фахових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України та одна стаття у науковому виданні, яка індексуються у міжнародній наукометричній базі Scopus. Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

Тематика публікацій відповідає основним положенням дисертації та охоплює децентралізоване водопостачання, стійкість систем у кризових умовах, пересувні комплекси та дослідження ефективності напірної фільтрації. Особистий внесок здобувачки у працях, виконаних у співавторстві, конкретизовано в тексті дисертації. Таким чином, основні наукові результати дисертаційної роботи достатньою мірою висвітлені у наукових публікаціях здобувачки.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу в цілому, вважаю за доцільне висловити наступні зауваження:

1. Потребує більш чіткого методичного обґрунтування вибір мінімального розрахункового обсягу води на одну особу. У першому розділі наведено міжнародні підходи, за якими потреба у воді залежить від фази надзвичайної ситуації, кліматичних умов, характеру споживання та тривалості кризового періоду. Водночас у подальших інженерних розрахунках використовується переважно значення 5 л/особу·добу. Доцільно чіткіше визначити критерії, за яких застосовується саме цей аварійний мінімум, та умови переходу до більших нормативних обсягів водозабезпечення.

2. Багаторежимний принцип роботи пересувного комплексу потребує більш однозначного формалізованого розмежування технологічних режимів. У роботі передбачено зміну набору активних бар'єрів залежно від якості вихідної води, однак для практичного застосування доцільно було б узагальнити у вигляді єдиної системи граничні значення показників, за яких здійснюється

перехід між базовим, посиленим та режимом із включенням мембранного бар'єра.

3. Обґрунтована в роботі продуктивність комплексу потребує додаткового пояснення з позицій можливості масштабування запропонованої технологічної схеми. Прийнята продуктивність відповідає конструктивним параметрам дослідного зразка та забезпечує транспортабельність установки, однак доцільно було б показати, які технологічні та конструктивні параметри стають визначальними при збільшенні продуктивності.

4. Поняття автономності пересувного комплексу у роботі переважно пов'язане з можливістю автономного енергоживлення, хоча фактична автономність установки має багатофакторний характер. Її тривалість також залежить від запасу пального, реагентів, промивної води, ресурсу сорбенту й мембран, наявності витратних матеріалів та можливості технічного обслуговування. Доцільно сформулювати узагальнений ресурсний баланс, за яким визначався б фактичний період автономної експлуатації комплексу без зовнішнього забезпечення.

5. Геоінформаційна модель достатньо детально визначає кількість комплексів, накопичувальних ємностей, водовозів та рейсів, однак потребує більш чіткого опису алгоритму реагування на дефіцит продуктивності в окремій зоні обслуговування.

6. У роботі послідовно розглянуто розміщення пунктів роздачі, оцінювання доступних джерел і засобів підготовки води та логістичне забезпечення її доставки, при цьому результати кожної задачі використовуються як вихідні дані для наступної (рис. 4.2). Доцільно визначити критерії, за якими приймається рішення про коригування схеми у разі невідповідності одного з елементів, а також встановити пріоритетність можливих рішень.

Вважаю, що висловлені зауваження мають переважно дискусійний і рекомендаційний характер, не знижують наукової новизни та практичної значущості одержаних результатів і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Дисертаційна робота Куби Тетяни Василівни «Розробка пересувних комплексів забору і очищення води для забезпечення людей питною водою в умовах відсутності централізованого водопостачання» є завершеним науковим дослідженням, у якому на належному теоретичному, експериментальному та інженерно-прикладному рівні розроблено й обґрунтовано підходи до застосування пересувних комплексів забору та очищення води як елементів

децентралізованих систем кризового забезпечення населення водою питної якості.

Структура дисертації є логічною та послідовною, відповідає поставленій меті й завданням дослідження. Сформульовані висновки належно обґрунтовані та ґрунтуються на результатах проведених теоретичних, експериментальних і розрахункових досліджень. Запропоновані технологічні, конструктивні та методичні рішення мають практичну спрямованість і можуть бути використані при подальшому розвитку систем резервного та децентралізованого забезпечення населення питною водою.

Дисертаційна робота за актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, обґрунтованістю результатів і повнотою їх оприлюднення 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.

Офіційний опонент:

доцент кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод
Харківського національного університету міського господарства
імені О. М. Бекетова,
кандидат технічних наук, доцент

Підпис засвідчую:



Гайду

Олександр ГАЙДУЧОК

«___» _____ 2026 р.

Оксана Вячеславна