

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

ВОЛКОВА Владлена Миколайовича

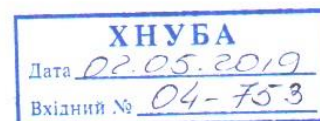
### «ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ШВИДКИХ ФІЛЬТРІВ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ДРЕНАЖНИХ СИСТЕМ»

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.23.04 – водопостачання, каналізація

Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 149 найменувань, 3 додатків. Загальний обсяг роботи – 148 сторінок, 49 рисунків і 5 таблиць.

#### **Актуальність теми дисертаційної роботи**

Значна частина населених пунктів України забезпечується водою з поверхневих джерел. Для таких систем водопостачання найчастіше передбачається двоступенева схема підготовки, де на стадії доочищення застосовуються швидкі фільтри із зернистим завантаженням. Унаслідок зарегульованості багатьох поверхневих джерел водопостачання основна частина навантаження при очищенні від тонкодисперсних завислих і колоїдних речовин припадає на фільтрувальні споруди. Затрати, пов'язані з експлуатацією цих споруд, складають значну частину в загальній вартості очищення. Дані затрати обумовлені необхідністю періодичної регенерації зернистого завантаження, що кольматується в процесі фільтрування. Для цієї операції витрачається велика кількість промивної води питної якості, яка подається хоч і нетривалий час, але з інтенсивністю, що в декілька разів перевищує подачу в режимі очищення. Одним із напрямків скорочення об'ємів промивної води є збільшення фільтроциклу споруди, а саме тривалості її роботи в режимі фільтрування. Отже актуальними є дослідження, спрямовані на обґрунтування конструктивних і технологічних удосконалень швидких фільтрів, що дозволяють збільшити їх брудоемність та зменшити експлуатаційні затрати.



## **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Робота виконана у відповідності з регіональною програмою «Екологічне оздоровлення басейну річки Сіверський Донець», а також в рамках господарсько-договірної науково-дослідної роботи №022/16 «Розробка та обґрунтування технічних та технологічних рішень для підвищення ефективності роботи швидких фільтрів» (№ державної реєстрації 0116U005553), та у відповідності з тематичним планом кафедри водопостачання, каналізації і гідравліки Харківського національного університету будівництва та архітектури, а саме в рамках науково-дослідної роботи «Удосконалення фільтрувальних споруд для підготовки питної води» (№ державної реєстрації 0118U003493).

### **Наукова новизна отриманих результатів**

1) науково обґрунтовано доцільність застосування дренажних систем з пористими волокнистими оболонками для доочищення з метою підвищення ефективності роботи фільтрувальних споруд;

2) удосконалено математичну модель процесу очищення малоконцентрованої суспензії при послідовному фільтруванні через зернисте та волокнисте завантаження: враховано особливості фільтрування у волокнистому середовищі та відведення частини потоку у нижні шари;

3) вперше розроблено математичну модель паралельного фільтрування малоконцентрованої суспензії через зернисте завантаження та пористі волокнисті оболонки вертикальних дренажних елементів.

### **Практичне значення отриманих результатів**

Розроблено ряд конструктивних та технологічних удосконалень, направлених на підвищення ефективності роботи швидкого фільтру, що включають:

- використання пористої волокнистої оболонки полімерних дренажів швидкого фільтру для доочищення води, яка пройшла через зернисту засипку;

- експлуатацію системи відведення частини потоку у нижні шари зернистого завантаження;

- організацію паралельного фільтрування через зернисте завантаження та пористі волокнисті оболонки вертикальних дренажних елементів.

Проведені заходи щодо модернізації створюють умови для збільшення тривалості фільтроциклу.

Автором розроблені рекомендації з розрахунку, проектування та експлуатації швидкого фільтра з дренажною системою удосконаленої конструкції, які дозволяють скоротити експлуатаційні затрати.

Слід відмітити цінність результатів дисертаційної роботи шляхом впровадження на очисних спорудах II підйому другого блоку Комплексу водопідготовки «Донець» відокремленого підрозділу Комунального підприємства «Харківводоканал», а також використання результатів досліджень в розробках ВАТ «Харківський Водоканалпроект», ТОВ «НПП ПРОМІНВЕСТПРОЕКТ».

### **Обґрунтованість та достовірність результатів дослідження**

Наукові положення та висновки не викликають сумніву, оскільки підтверджені значним обсягом лабораторних досліджень із застосуванням методів планування експерименту та обробки емпіричних даних. Достовірність результатів теоретичних досліджень перевірена за допомогою методів математичної статистики шляхом зіставлення розрахункових та дослідних даних. Результати підтверджуються достатньою збіжністю.

### **Аналіз основного змісту дисертаційної роботи**

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та основні завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, наведено наукову новизну та практичну цінність, зазначено особистий внесок автора.

У першому розділі виконано аналіз існуючих рішень щодо підвищення брудоемності зернистих фільтрів і досвіду застосування фільтрів з волокнистих матеріалів. Зроблено висновок, що для удосконалення роботи швидких фільтрів доцільно застосовувати багатоступінчате фільтрування, реалізоване в одній споруді; використовувати для доочищення води після проходження зернистої засипки високоефективні волокнисті фільтрувальні матеріали; організувати експлуатацію зернистого завантаження за межами захисної дії. Необхідний результат отримується шляхом застосування пористих волокнистих оболонок полімерних дренажних систем для відсічі зависі у той момент, коли зернисте завантаження не забезпечує необхідний ступінь очищення. Але для цього необхідно обґрунтувати необхідні удосконалення полімерних дренажів та математичні моделі процесу одночасного фільтрування води, що містить завислі речовини, через зернисте та волокнисте завантаження.

У другому розділі представлені удосконалені математичні моделі послідовного фільтрування малокоцентрованої суспензії крізь шари зернистого та волокнистого завантаження, роботи швидкого фільтра з відведенням частини потоку у нижні шари зернистого завантаження та доочищенням на дренажній системі.

Наведено схему та принцип роботи конструкції швидкого фільтра з вертикальними дренажними елементами, пористі волокнисті оболонки яких паралельно з зернистим завантаженням використовуються для затримання зависі; представлена розроблена математична модель роботи даної споруди.

Автором вдосконалена математична модель послідовного фільтрування малокоцентрованої суспензії крізь шари зернистого та волокнистого завантаження, яка дозволяє спрогнозувати роботу швидкого фільтра, пористі волокнисті оболонки дренажної системи якого використовуються для доочищення, та обґрунтувати удосконалення, необхідні для підвищення ефективності.

Запропонована конструкція швидкого фільтра з вертикальними дренажними елементами, пористі волокнисті оболонки яких паралельно з зернистим завантаженням використовуються для затримання зависі, що дозволяє скоротити експлуатаційні затрати на очищення води фільтруванням.

Розроблена математична модель роботи швидкого фільтра з вертикальними дренажними елементами, яка дозволяє врахувати вплив основних параметрів даної споруди та визначити їх раціональні значення.

Удосконалена математична модель роботи швидкого фільтра з відведенням частини потоку у нижні шари зернистого завантаження та доочищенням на дренажній системі, яка дозволяє врахувати вплив конструктивних параметрів системи перепуску та основних характеристик зернистого й волокнистого фільтруючих середовищ.

У **третьому розділі** наведено результати теоретичних досліджень, що отримані за допомогою удосконалених і розроблених математичних моделей. Вивчено вплив параметрів зернистого та волокнистого завантажень (еквівалентного діаметру зерен або пор, пористості, товщини фільтруючого шару) на ефективність застосування дренажних систем для доочищення.

Згідно дисертаційних досліджень на ефективність роботи фільтрувальної споруди з вертикальними дренажними елементами значно впливає еквівалентний діаметр часток зернистого завантаження. Значення цього параметра має бути підібрано таким чином, щоб запобігти потрапляння забруднень у фільтрат. В результаті застосування вертикальних дренажних елементів збільшується площа фільтрації, що дає можливість перенести частину навантаження з очищення на пористі волокнисті оболонки. Виключення з процесу фільтрування неефективної нижньої зони споруди дозволяє зменшити додаткову кількість промивної води, необхідної для регенерації оболонки. Таким чином, в даному розділі висвітлено наступні результати:

1. Проведено чисельні дослідження, які дозволили вивчити вплив параметрів зернистого та волокнистого завантажень на ефективність застосування дренажних систем для доочищення. Це дало можливість виявити найбільш значимі фактори та визначити раціональні значення указаних параметрів.

2. Для різних режимів фільтрування (стала продуктивність, сталий напір та стала подача) проведено чисельні дослідження для випадків, коли на поверхні пористої волокнистої оболонки утворюється шар осаду та, коли відбувається поступове закупорювання її пор, які дозволяє обґрунтувати удосконалення конструкції дренажної системи й підвищити ефективність роботи споруди.

3. Обґрунтовано результативність застосування перепуску частини потоку в нижні шари зернистої засипки для підвищення ефективності роботи швидкого фільтра, в тому числі для споруди з удосконаленою дренажною системою та визначити раціональні значення основних конструктивних параметрів.

У четвертому розділі представлено результати експериментальних досліджень метою яких була перевірка адекватності розробленої математичної моделі процесів послідовного та паралельного фільтрування малоконцентрованої суспензії через зернисте та волокнисте завантаження, а також перевірка достовірності результатів теоретичних досліджень з визначення раціональних конструктивних та технологічних параметрів споруди.

В даному розділі представлено конструкцію експериментальної установки й методику проведення експерименту, що дозволяють вивчити вплив параметрів зернистого та волокнистого завантаження на процес фільтрування малоконцентрованої суспензії. Здійснено експериментальні дослідження, які підтвердили результативність розроблених рекомендацій щодо ефективності застосування доочищення на удосконаленій дренажній системі швидкого фільтру. Побудовано довірчі інтервали для розрахункових та дослідних даних, всі точки знаходяться в допустимих межах, що є свідченням достовірності досліджень.

В п'ятому розділі представлені розроблені рекомендації для проектування та експлуатації швидких фільтрів з удосконаленою дренажною системою. Ці рекомендації дозволяють підібрати найбільш відповідний режим та тип фільтрування, розрахувати раціональні параметри зернистого та волокнистого завантаження, а також системи перепуску частини витрати у нижні шари, що забезпечують максимальну ефективність роботи фільтрувальної споруди. Виконано техніко-економічне порівняння ефективності швидкого одношарового фільтра традиційної конструкції з роботою фільтрів удосконалених конструкцій, а саме з вертикальними дренажними елементами та відведенням частини потоку у нижні шари зернистого завантаження з доочищенням на горизонтальних дренажах, яке показало високу результативність запропонованих рішень.

Результати роботи впровадженні на спорудах другого підйому другого блоку Комплексу водопідготовки «Донець» відокремленого підрозділу Комунального підприємства «Харківводоканал» та використовуються в розробках ВАТ «Харківський Водоканалпроект», ТОВ «НПП ПРОМІНВЕСТПРОЕКТ».

### **Редакційний аналіз**

Дисертація та автореферат написані та оформлені у відповідності до вимог. Стиль викладення результатів дослідження, наукових положень, висновків та рекомендацій є доступним та чітким для сприйняття. Рисунок та таблиці в роботі досить читабельні, логічні й зрозумілі.

### **Відповідність тексту автореферату та дисертації**

Текст автореферату відповідає структурі, змісту та основним положенням, наведених в дисертації.

### **Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях**

Основні положення дисертації в повній мірі опубліковано в 22 наукових роботах, зокрема 7 – у спеціалізованих виданнях, регламентованих Міністерством

освіти і науки України та виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз, 2 – в інших виданнях, 12 – тези доповідей, 1 патент України на корисну модель.

### **Недоліки та зауваження по дисертаційній роботі**

1. Як у роботі визначалися коефіцієнти  $\alpha$  та  $\beta$  у формулі (2.5) на стор.33? Які саме параметри закладено у фізико-хімічні властивості зерен завантаження та суспензії? Яка між ними існує залежність?
2. Чому у формулі (2.6) стор.34 величина густини осаду  $\rho_{oc}$  прийнята як постійна величина? Чи проводилася оцінка зміни густини осаду  $\rho_{oc}$  з часом та висотою його шару?
3. На стор. 39 (ф.2.23) представлено залежність перепаду тиску (напору)  $\Delta p(t)$  від продуктивності очисних споруд, що залежить від не тільки від кольматації фільтруючого завантаження, але й від різниці рівнів води у спорудах, які розташовані до та після фільтру в технологічній схемі, а також втрат напору в комунікаціях між ними, що приймалися за гідравлічними розрахунками. Яким чином було враховано та оцінено тип та протяжність комунікацій при розрахунках рівнянь фільтрації (ф.2.24 та ф.2.25)? Яка величина у відсотковому співвідношенні коефіцієнтів  $\rho_0$  та  $\zeta$  як допоміжних параметрів, порівняно з основним параметром – втратами тиску на кольматацію завантаження?
4. На стор.54 та стор.67 за параметр виведення фільтра на промивку при утворенні шару осаду на поверхні пористої оболонки прийнято величину граничних втрат напору більше 3 м або погіршення якості фільтрату більше, ніж на 10% від початкової каламутності води. Для більш повної картини доцільно було навести робочий діапазон каламутності води  $S_0$ , яка може подаватися на розглядувані фільтри та вказати числові межі ефективності її очищення  $S_\phi$ . Чи будуть ці межі однаковими для традиційної та удосконаленої конструкцій?
5. В роботі досить часто вжито термін «рейтинг» фільтрації, під яким розуміється еквівалентний діаметр пор пористої перегородки. Яким чином визначався даний



параметр й згідно яких критеріїв чи міркувань для порівняння було прийнято 1,25 та 1,5 величини «рейтингу» фільтрації на рис. 3.1, 3.2 та 3.3?

6. На стор. 60 на рис. 3.6 представлено схему фільтра з зернистим завантаженням та багатошаровою пористою дренажною системою. При досягненні граничних втрат напору у споруді й виведенні фільтра на регенерацію чи здійснюється якісне повне очищення пористої перегородки та перегородки для доочищення? Зокрема, як унеможливити утворення застійних зон у нижній частині, де вертикальні дренажні елементи примикають до горизонтальних збірних колекторних трубопроводів (рис.2.4 на стор.48)?

7. В роботі наведено дані, що інтенсивність промивання в 6-10 разів більше інтенсивності фільтрування: як контролювалася ступінь кольматації завантаження фільтра експериментальної установки та встановлювалася інтенсивність промивання? Яка існує між ними залежність (для лабораторних умов)?

8. При техніко-економічній оцінці ефективності швидкого одношарового фільтра традиційної конструкції порівняно з роботою фільтрів удосконалених конструкцій, а саме з вертикальними дренажними елементами та відведенням частини потоку у нижні шари зернистого завантаження з доочищенням на горизонтальних дренажах. Зокрема, показано економічний ефект за рахунок зменшення затрати на очищення води, що включає витрати промивної води, збільшення кількості очищеної води у результаті простою фільтра під час промивки, та економія на вартості електроенергії, необхідної на перекачування промивної води. Однак, в другому варіанті не враховано витрати на елементи пористих волокнистих оболонок.

### **Загальний висновок по дисертаційній роботі**


В дисертації Волкова Владлена Миколайовича вирішене й науково обґрунтоване важливе завдання щодо ефективності застосування пористих волокнистих полімерних оболонок дренажних систем швидких фільтрів для скорочення експлуатаційних затрат при очищенні природних вод фільтруванням.

Зауваження та побажання по дисертаційній роботі не знижують її цінність та не впливають на загальну позитивну оцінку.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.23.04 – водопостачання, каналізація.

Дисертаційна робота Волкова Владлена Миколайовича «ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ШВИДКИХ ФІЛЬТРІВ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ДРЕНАЖНИХ СИСТЕМ» за спеціальністю 05.23.04 – водопостачання, каналізація, що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук є завершеною науковою працею, яка за актуальністю теми, практичним значенням, науковою новизною отриманих результатів на високому рівні повністю відповідає п.п. 9,11,12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінетів Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 щодо дисертацій, які подаються на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор Волков Владлен Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.04 – водопостачання, каналізація.

Офіційний опонент – старший науковий співробітник науково-дослідної частини Національного університету водного господарства та природокористування, кандидат технічних наук

  
С.О. Куницький

Підпис С.О. Куницького засвідчую:

Вчений секретар НУВГП



  
В.І. Давидчук