

67-72-104/2
14.05.2021

Голові разової спеціалізованої ради ДФ 35.052.063
у Національному університеті "Львівська політехніка"

д.т.н., професору

Чернюку В. В.

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Мисака Ігоря Васильовича

на тему ***"Гідравлічне моделювання мереж дощового водовідведення***

за наявності регулювання стоку",

виконаної на здобуття наукового ступеня **доктора філософії**

за спеціальністю 192 – *Будівництво та цивільна інженерія*,

галузь знань 19 – *Архітектура та будівництво*

Актуальність теми дисертації. Надійність роботи систем дощового водовідведення, їх здатність справлятися з піковими гідравлічними навантаженнями є важливою складовою забезпечення нормального функціонування інфраструктури населених пунктів, а також істотно впливають на екологічний стан довкілля.

Максимальні навантаження на водовідвідну мережу під час сильних дощів становлять загрозу для нормального функціонування каналізаційної мережі та очисних споруд, підвищуються ризики переповнення мережі та підтоплення забудованої території, різко зростає ймовірність погіршення якості очищення поверхневого стоку або його суміші з господарсько-побутовими та виробничими стічними водами.

На сьогоднішній день немає єдиного, загальновизнаного методу моделювання гідрографів дощового стоку з урбанізованих територій. Більшість відомих математичних моделей моделювання дощового стоку використовують значні спрощення, що зумовлено обмеженим використанням можливостей сучасних інформаційних систем, або ж базуються на даних конкретних емпіричних досліджень, які мають вузький діапазон застосування.

Удосконалення та доповнення моделей побудови гідрографів дощових стічних вод, які б максимально коректно описували топографічні, кліматичні та фізичні особливості басейна каналізування, є особливо актуальним з урахуванням сучасних тенденцій урбанізації та кліматичних змін.

Тематика дисертаційної роботи відповідає положенням Закону України "Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки" від 11.07.2001 р. № 2623-III (зі змінами від 29.01.2021р. № 1162-IX), Закону України "Про загальнодержавну цільову програму розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року" від 24.05.2012 р. № 4836-VI, Закону України "Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року" від 28.02.2019 р. № 2697-VIII.

Склад і структура дисертаційної роботи. Дисертація Мисака І.В. представлена в об'ємі 220 сторінок основного тексту, включаючи 57 рисунків і 12 таблиць, та в семи додатках, що містять акт про використання результатів роботи у навчальному процесі та акт впровадження у виробництво. Перелік використаних літературних джерел налічує 193 найменування.

Висновок про повноту опублікування основних положень дисертації. Основні наукові положення, методи і результати досліджень за темою дисертаційної роботи опубліковано у 15 наукових працях, у тому числі в 1 статті у науковому виданні, що входить до бази Scopus, у 3 статтях у наукових фахових виданнях України, у 1 розділі колективної монографії та в 10 публікаціях у матеріалах вітчизняних і міжнародних конференцій.

Відсутність (наявність) порушень академічної доброчесності. У тексті дисертаційної роботи не виявлено порушень академічної доброчесності. Посилання на використання ідей, результатів, графічного матеріалу чи тексту інших авторів є коректними.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертаційній роботі, є логічними і науково-обґрунтованими; вони базуються на значному обсязі результатів теоретичних досліджень та даних чисельних і

фізичних експериментів. Достовірність та адекватність результатів підтверджується застосуванням добре апробованих наукових методів і методик проведення чисельних та фізичних експериментів, а також відтворюваністю експериментальних результатів, їх подібністю до результатів інших аналогічних досліджень.

Ступінь новизни результатів дисертаційного дослідження.

У дисертаційній роботі:

1. Розроблено удосконалений тривимірний секторний метод чисельного розрахунку гідрографів дощових стічних вод з урбанізованих басейнів стоку довільної конфігурації та висотної схеми.
2. Удосконалено математичну модель та відповідний метод гідравлічного розрахунку гідрографів дощового стоку, що узагальнено враховують регулювальний вплив вище розташованих ємнісних споруд систем дощового водовідведення.
3. Отримано узагальнений усереднений безрозмірний гідрограф стоку, що враховує регулювальний вплив спеціальних ємнісних споруд систем дощового водовідведення; три характерні етапи цього гідрографа описано функціями експоненційного типу.

Наукове та практичне значення отриманих результатів та рекомендації щодо їх використання.

1. Удосконалено методику гідравлічного розрахунку точкових схем дощового водовідведення в частині, що стосується чисельного моделювання гідрографів стоку з урбанізованих басейнів стоку довільної конфігурації та довільної висотної схеми за наявності умови вільного стоку.
2. Удосконалено та експериментально верифіковано методику розрахунку гідрографів дощового стоку, що узагальнено враховує регулювальний вплив вищерозташованих ємнісних споруд системи дощового водовідведення.
3. Шляхом обробки і аналізу довготермінових гідрометеорологічних даних для м. Львова апробовано метод знаходження максимальної добової висоти шару опадів, як функції періоду одноразового перевищення.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ

У першому розділі розглянуто теоретичні та практичні аспекти моделювання гідрографів дощового з урбанізованих територій. Обґрунтовано, що достовірні результати моделювання складних дощових водовідвідних мереж з наявністю на них регулювальних споруд можна отримати лише за умови застосування багатофакторних фізично обґрунтованих моделей, що повинні бути реалізовані за допомогою апробованих числових методів і відповідних комп'ютерних програм.

У другому розділі описано методологію виконання наукових досліджень. Автором запроєктовано та змонтовано експериментальну установку, на якій виконано систематичні дослідження гідрографів дощового стоку з типових, малих, квадратних у плані басейнів стоку у діапазоні значень геометричного масштабу $C_L=10-30$ з різними значеннями повздовжнього та поперечного похилів поверхні. Оцінено величину похибки експериментального визначення максимальної витрати гідрографів стоку.

У третьому розділі обґрунтовано та детально розроблено математичну модель удосконаленого тривимірного секторного методу, що базується на відомому раніше секторному методі, і додатково дозволяє враховувати реальну конфігурацію та висотну схему басейнів стоку за рахунок автоматичного визначення у процесі чисельного розрахунку похилу, часу концентрації та елементарного гідрографа для кожного сектора. Виконано серію тестових чисельних експериментів, що дозволило порівняти основні параметри гідрографів стоку з типових квадратних у плані повністю водонепроникних басейнів стоку за допомогою тривимірного секторного методу з аналогічними результатами за секторним методом та за методом нелінійного резервуару.

Розроблено удосконалену математичну модель регулювального впливу на гідрографи дощового стоку ємнісних споруд систем дощового водовідведення, а також відповідну чисельну схему і алгоритм комп'ютерного розрахунку, що дозволяють розв'язувати пряму та зворотну задачі гідравлічного моделювання.

У четвертому розділі отримані експериментальні гідрографи стоку для квадратних в плані однорідних басейнів стоку з водонепроникними покриттями з урахуванням регульовального впливу окремих елементів системи додового водовідведення. Удосконалено методику експериментального визначення максимальної витрати дощового стоку, що полягає у апроксимаційній обробці діапазону експериментальних точок на кривій об'єму в околі точки максимуму. Експериментально показано, що розмір дощоприймальних отворів суттєво впливають на потік дощових стічних вод на вході у мережу водовідведення. Представленні експериментальні гідрографи у безрозмірних координатах.

У п'ятому розділі розглянуто науково-практичні питання застосування пропонувані методів моделювання дощового стоку з урбанізованих територій. На підставі натурних обстежень 348,5 га території у Франківському р-ні м. Львова підтверджено важливість врахування поділу загальних водонепроникних покриттів на ефективні та неприєднані водонепроникні покриття, а також отримано уточнену функціональну залежність між їх частками (5.4) на с. 154. А також, на основі аналізу даних гідрометеорологічних спостережень у м. Львові за період з 1945 р. по 2018р., виявлено тенденцію щодо збільшення частоти випадання дощів з екстремально-великими значеннями висоти шару, а також збільшення висоти річного шару опадів на 1,81 мм/рік. Встановлені залежності максимальної добової висоти шару опадів $(h_d)_{max}$ від періоду одноразового перевищення P при використанні моделі Вейбулла (5.13), та логістичної і степеневої моделі (5.15). Отримано залежність коефіцієнта регулювання максимальної витрати β_{max} як функції інтенсивності дощу (рис. 5.13, формула (5.22)) на с. 170-171.

Результати дисертаційної роботи знайшли практичне впровадження, про що свідчать акт про використання результатів роботи у навчальному процесі в Національному університеті "Львівська політехніка", а також акт впровадження у виробництво за результатами виконання господарсько-договірної роботи "Розрахункові об'ємні витрати поверхневих стічних вод та підземного стоку р. Полтва на вході Львівських КОС".

Загальні зауваження по роботі

1. При аналізі методу одиничного гідрографа та методу лінійного резервуара (пп. 1.2.1–1.2.2 на с. 38–40) не пояснено фізичну суть та не вказано розмірність коефіцієнта накопичення K , а також не описано, як саме цей коефіцієнт знаходять для конкретних басейнів стоку.

2. У розділі 1 доцільно було б приділити більше уваги математичному опису процесів маршрутизації, що дозволяють моделювати нестационарні потоки дощових стічних вод у каналізаційних трубопроводах та колекторах.

3. Враховуючи, що при плануванні фізичного експерименту було застосовано спотворення вертикального геометричного масштабу фізичної моделі ($C_H = 1$, тобто $C_H \neq C_L$), чи не виникали невідповідності між локальними прискореннями в модельному потоці та відповідному натурному потоці?

4. Падіння вільного струменя крізь дощоприймальний отвір фізичної моделі в дощоприймальний резервуар з деякої висоти (рис. 2.1 та рис. 2.2 на с. 87–88) могло спричинити появу спотворень у показах електронної ваги, що використовувалася для реєстрації притоку в часі.

5. У п.3.2 нормативну інтенсивність дощу q_d визначали за формулою (3.12) (с.102) з посиланням на ДБН В.2.5-75:2103. Разом з тим, не враховували вплив на розрахункову інтенсивність дощу понижувального коефіцієнта m , який ДБН В.2.5-75:2103 рекомендує застосовувати при значеннях часу концентрації менше 10 хв.

6. З пояснення під рис. 3.5 (с.110) не зрозуміло, чи представлені на ньому узагальнені гідрографи стоку в безрозмірних змінних є автотельними за всіма вхідними параметрами, чи справедливі тільки для певних умов.

7. На зведеному графіку експериментальних гідрографів стоку, отриманих для висотної схеми №1 і представлених на рис. 4.6 (с.129), візуально помітно тенденцію щодо зміщення максимуму гідрографів у бік менших значень часу при збільшенні інтенсивності модельного дощу. У текстовому описі на цю особливість автор не звернув уваги і не пояснив її.

8. При отриманні для кліматичних умов м. Львова апроксимаційних рівнянь для розрахунку максимальної добової висоти шару опадів як функції періоду одноразового перевищення (табл. 5.6 на с. 168) проаналізовано дані по опадах за 1945–2018 роки. Разом з тим, вище показано тенденцію до збільшення частоти випадання дощів з особливо великою висотою шару. Чи враховують формули в табл. 5.6 цю тенденцію?

Наведені зауваження не є суттєвими і не знижують наукової цінності дисертаційної роботи, яка виконана на високому рівні, а її результати можуть мати практичне застосування для проектування систем дощового водовідведення.

Висновок про повноту опублікування основних положень дисертації. Основні наукові положення, методи і результати досліджень за темою дисертаційної роботи опубліковано у 15 наукових працях, у тому числі: одна стаття у науковому виданні, що індексується наукометричною базою Scopus, три статті у наукових фахових виданнях України, один розділ колективної монографії та 10 публікацій у матеріалах конференцій.

Відповідність дисертації вимогам МОН України. Дисертація Мисака Ігоря Васильовича "Гідравлічне моделювання мереж дощового водовідведення за наявності регулювання стоку" відповідає вимогам пп. 11, 12, 14 "Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії", затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 року №167. Матеріали дисертаційної роботи пройшли апробацію на 10 конференціях різного рівня, де доповідались основні положення та результати досліджень.

Ідентичність змісту анотацій та основних положень дисертації. Зміст анотацій українською та англійською мовами є ідентичним, відображає основні наукові положення дисертаційної роботи, а також містить необхідну інформацію, яка дає достатнє розуміння сутності виконаних теоретичних і експериментальних досліджень і отриманих результатів.

Відповідність дисертації спеціальності, за якою вона представляється до захисту. Дисертація Мисака І.В. на тему "Гідравлічне моделювання мереж дощового водовідведення за наявності регулювання стоку" відповідає науковому напрямку спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Загальний висновок.

Результати аналізу тексту дисертації та анотацій, а також опублікованих здобувачем праць, дають підстави для висновку про те, що дисертаційна робота *Мисака Ігоря Васильовича "Гідравлічне моделювання мереж дощового водовідведення за наявності регулювання стоку"*, є цілісним, завершеним та самостійним науковим дослідженням.

За рівнем наукової новизни отриманих результатів та їхнього практичного значення дисертаційна робота *"Гідравлічне моделювання мереж дощового водовідведення за наявності регулювання стоку"* відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. "Про затвердження вимог до оформлення дисертації" (зі змінами), Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167), а її автор, *Мисак Ігор Васильович*, заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерії, галузь знань 19 Архітектура та будівництво.

Офіційний опонент –

доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд

Національного транспортного університету,

кандидат технічних наук



І.В. Башкевич

Підпис к.т.н. Башкевич І. В. засвідчую:

Вчений секретар

Національного транспортного університету



О.І.Мельниченко