

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Мисака Ігоря Васильовича

"Гідравлічне моделювання мереж дощового водовідведення за наявності регулювання стоку",

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія,

галузь знань 19 – Архітектура та будівництво

Актуальність теми дисертації

Аналіз частоти затоплення дощовими стічними водами населених пунктів у багатьох країнах світу, вказує на те, що регулювання дощового стоку з урбанізованих територій є актуальною науково-технічною проблемою, особливо з врахуванням наявних глобальних змін клімату та трендів щодо підвищення ступеня урбанізації. Ефективність та надійність роботи систем дощового водовідведення з максимальним впровадженням заходів з регулювання дощового стоку, є основною передумовою, що дозволить уникнути переповнення водовідвідних мереж та підтоплення територій.

Тема дисертаційної роботи є актуальною з точки зору удосконалення методів гідравлічного моделювання максимального дощового стоку з урбанізованих територій за наявності регулювального впливу спеціальних споруд. Важливими аспектами роботи є теоретичні та систематичні експериментальні дослідження гідрографів стоку з окремих підбасейнів стоку, а також регулювальний вплив ємнісних споруд систем дощового водовідведення на гідрографи дощового стоку.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Тематика дисертаційної роботи відповідає положенням Закону України "Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки" від 11.07.2001 р. № 2623-III (зі змінами від 29.01.2021 р. № 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. Робота виконана у рамках наукового напрямку

кафедри гідротехніки та водної інженерії Національного університету "Львівська політехніка": "Гідравліка, інженерна гідрологія, енергоефективне та раціональне водокористування".

Наукова новизна одержаних результатів

У дисертаційній роботі вирішено ряд прикладних наукових завдань, що стосуються гідравліки водовідвідних мереж та споруд. Найбільш значимі елементи наукової новизни отриманих автором результатів:

– вперше розроблено математичну модель тривимірного секторного методу побудови гідрографів дощових стічних вод з урбанізованих підбасейнів стоку довільної конфігурації та висотної схеми з врахуванням топогеодезичних, кліматичних та фізичних параметрів підбасейнів (п.3.1–3.2, с. 97–107);

– удосконалено математичну модель та відповідний метод, що враховують регулювальний вплив на гідрографи дощового стоку ємнісних споруд систем дощового водовідведення (п.3.4–3.5, с. 111–116);

– за результатами експериментальних досліджень отримано узагальнений безрозмірний гідрограф стоку, що враховує регулювальний вплив ємнісних споруд систем дощового водовідведення (п.4.5, с. 140–143).

Практичне значення одержаних результатів

Найбільше практичне значення мають такі результати роботи:

– з використанням тривимірного секторного методу удосконалено методику гідравлічного розрахунку гідрографів дощового стоку з урбанізованих підбасейнів довільної конфігурації та довільної висотної схеми;

– удосконалено та експериментально верифіковано методику побудови гідрографів дощового стоку, що враховує регулювальний вплив ємнісних споруд системи дощового водовідведення;

– встановлено функціональний взаємозв'язок між частками загальних та ефективних водонепроникних покриттів, що базується на результатах масштабного натурного обстеження території м. Львова;

– апробовано метод знаходження максимальної добової висоти шару опадів, як функції періоду одноразового перевищення, шляхом статистичної обробки наявних довготермінових гідрометеорологічних даних для м. Львова.

Основні результати дисертаційної роботи використано підприємством ТзОВ "Цифрові Технології-Захід", що підтверджує акт №2 (додаток В) про впровадження наукових результатів дисертаційного дослідження від 05.02.2021 р. Практична значимість результатів роботи підтверджується

впровадженням їх у навчальний процес Національного університету "Львівська політехніка" при викладанні дисципліни "Мережі водовідведення" для студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія", спеціалізація "Водопостачання та водовідведення", що підтверджено відповідним актом № 1 (додаток Б).

Аналіз основного змісту роботи

Вступ містить усі обов'язкові елементи: обґрунтування актуальності теми дисертаційного дослідження, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, формулювання мети та завдань наукових досліджень, визначення об'єкту та предмету досліджень, опис використаних методів дослідження, формулювання наукової новизни та практичного значення одержаних результатів; детально описано особистий внесок здобувача, подано інформацію про апробацію результатів роботи, наявні публікації, структуру та обсяг дисертації.

У першому розділі "Методи гідрологічного та гідравлічного моделювання дощового стоку з урбанізованих територій" виконано систематичний огляд наукових праць, чинних нормативних документів та рекомендаційних матеріалів, що стосуються моделювання дощового стоку, гідравлічного розрахунку та проектування елементів систем дощового водовідведення, передових методів та найкращих світових експлуатаційних практик регулювання дощового стоку з урбанізованих територій.

У другому розділі описано методологію наукових досліджень. Обґрунтовано удосконалену методику експериментального дослідження гідрографів стоку дощових вод з однорідних у плані урбанізованих басейнів стоку. Обґрунтовано систему масштабних коефіцієнтів досліджуваних фізичних величин у діапазоні значень геометричного масштабу $C_L=10-30$ з різними значеннями повздовжнього та поперечного уклонів модельного підбасейна стоку. Детально описано експериментальну установку – фізичну модель водонепроникого урбанізованого підбасейна стоку, а також методику виконання експериментальних досліджень, обробки результатів досліджень та оцінки їх достовірності, зокрема обґрунтовані максимально можливі відносні похибки визначення основних досліджуваних параметрів.

У третьому розділі обґрунтовано та розроблено удосконалений тривимірний секторний метод для моделювання гідрографів поверхневого стоку, що дозволяє врахувати реальну конфігурацію та висотну схему підбасейна стоку за рахунок автоматичного визначення уклонів для кожного сектора поверхні. Розроблено математичну модель регулювального впливу на

гідрографи дощового стоку ємнісних споруд систем дощового водовідведення та відповідну чисельну схему і алгоритм комп'ютерного розрахунку, що дозволяють розв'язувати пряму та зворотну задачі гідравлічного моделювання.

У **четвертому розділі** отримано та проаналізовано експериментальні гідрографи стоку з однорідних, квадратних у плані підбасейнів стоку для трьох різних висотних схем із різними співвідношеннями поздовжнього та поперечного уклонів. Удосконалено методику експериментального визначення максимальної витрати дощового стоку, що полягає у апроксимаційній обробці діапазону експериментальних точок на кривій об'єму в околі точки максимуму. Узагальненням експериментальних гідрографів отримано універсальний безрозмірний гідрограф стоку, три характерні етапи якого апроксимовано функціями експоненційного типу: простою експоненційною залежністю для 1-го етапу (рівняння (4.8) на с. 142); рівнянням моделі водяної пари – для етапу № 2 та рівнянням Річардса – для етапу №3 (відповідно рівняння (4.9) та (4.10) на с. 143).

У **п'ятому розділі** на підставі обробки результатів натурних обстежень території площею 348,5 га у Франківському р-ні м. Львова розвинуто концепцію ефективних водонепроникних покриттів, а також отримано уточнену залежність (5.4) на с. 154 між частками загальних і ефективних водонепроникних покриттів. Аналіз даних гідрометеорологічних спостережень у м. Львові за період з 1945 р. по 2018 р. дозволив виявити тенденцію щодо збільшення частоти випадання дощів з екстремально-великими значеннями висоти шару опадів. З використанням моделі Вейбулла, а також логістичної і степеневі моделі, отримано емпіричні залежності максимальної добової висоти шару опадів у м. Львові як функції періоду одноразового перевищення. Отримано лінійну залежність коефіцієнта регулювання максимальної витрати β_{\max} від інтенсивності розрахункового дощу (рівняння (5.22) на с. 170), яка може бути використана для практичного моделювання гідрографів стоку та гідравлічного розрахунку максимальних секундних витрат дощових стічних вод з малих, повністю водонепроникних, урбанізованих підбасейнів стоку.

Обґрунтованість та достовірність результатів досліджень

Обґрунтованість та достовірність результатів теоретичних досліджень автора базуються на використанні загальноновизнаних та апробованих методів гідравлічного розрахунку напірних та безнапірних течій в трубопровідних мережах та спеціальних спорудах, а також у використанні сучасних методик та обладнання для експериментального дослідження потоків рідин. При обробці

експериментальних даних застосовано добре апробовані статистичні методи, зокрема кореляційно-регресійний аналіз.

Оцінка публікацій автора

За тематикою дисертаційної роботи загалом опубліковано 15 наукових праць, у тому числі: 1 стаття у науковому виданні, що входить до бази Scopus, 3 статті у наукових фахових виданнях України, 1 розділ колективної монографії та 10 публікацій у матеріалах вітчизняних і міжнародних конференцій, що підтверджує достатньо широку апробацію результатів роботи.

Редакційний аналіз

Дисертаційна робота написана грамотно, з використанням сучасних наукових і технічних термінів. Рисунки, графіки та формули оформлені відповідно до чинних стандартів, є чіткими та зрозумілими; для кращого сприйняття складних графічних залежностей вдало використано технічні засоби, зокрема, виноски, надписи, рівняння регресії. У цілому оформлення представленої роботи відповідає вимогам до дисертаційних робіт.

Дискусійні положення та зауваження

1. Використаний дисертантом метод гідравлічного моделювання мереж дощового водовідведення за умови рівності критеріїв Фруда і Рейнольдса та використання афінного моделювання є надзвичайно складним. Для вирішення поставленої задачі автор дисертації використовував ряд суттєвих спрощень стосовно похилу дна моделі, коефіцієнта Шезі, жорсткості дна тощо. Ці спрощення дозволили отримати нові важливі результати, що є досягненням дисертанта. В цьому відношенні необхідно рекомендувати дисертанту на цьому не зупинятися, а на майбутніх етапах наукової діяльності зробити необхідні уточнення з врахуванням фактичних даних роботи діючих об'єктів.

2. У п. 1.3.2 "Рівняння мілкої води" на с.45–47 недостатньо пояснено шляхи отримання гідрографів стоку, виходячи з диференціальних рівнянь руху.

3. У розділі 1 доцільно було б проаналізувати особливості моделювання гідрографів дощового стоку не тільки в програмному комплексі SWMM, але і в інших аналогічних програмах, згаданих у п. 1.5 (с. 66–68).

4. У п. 2.3 на с. 79–84 детально не показано, як саме спотворення лінійних розмірів модельного дощоприймача (у табл. 2.1 на с. 84 $C_{\omega} \neq C^2_L$) впливає на час поверхневої концентрації на фізичній моделі підбасейна стоку.

5. У п.3.5 при виконанні чисельного моделювання регульовального впливу емнісних споруд на гідрографи стоку значення коефіцієнта заповнення вільної

ємкості мережі прийнято постійним і рівним $\beta = 0,65$ (рис. 3.7–3.9 на с.115–116), тоді як у п. 5.3 автором отримано більш складну залежність для описання другого етапу типових гідрографів стоку з водонепроникних підбасейнів стоку.

6. На рис. 4.2 (с. 122) наведено графік залежності коефіцієнта стоку з модельного підбасейна від інтенсивності модельного дощу, проте значення коефіцієнта стоку залежить не тільки від інтенсивності, але і від тривалості розрахункового дощу.

7. Експериментальні гідрографи стоку в розмірних координатах, наведені на рис. 4.7–4.17 (с.130–137), є переважно однотипними та подібними між собою; варто було розмістити більшість із цих гідрографів у додатках.

8. У п.5.4. автор рекомендує використовувати емпіричну степеневу залежність (5.4) між частками ефективних та загальних водонепроникних покриттів, отриману для 30 житлових кварталів міста Львова, при розробленні гідравлічних моделей систем дощового водовідведення в інших містах України. Чи виконувалася оцінка можливої похибки при такому використанні?

Наведені вище зауваження стосуються окремих моментів дисертаційної роботи та не знижують наукову і практичну цінність результатів роботи та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Мисака Ігоря Васильовича "Гідравлічне моделювання мереж дощового водовідведення за наявності регулювання стоку" є цілісною і завершеною науковою працею. У роботі отримано нові наукові результати, що в сукупності дозволять підвищити достовірність моделювання дощового стоку з урбанізованих територій, у тому числі з врахуванням реальних висотних схем басейнів стоку, а також регулювального впливу окремих елементів та споруд системи водовідведення. Робота в цілому сприяє вирішенню важливої науково-практичної задачі: забезпечення надійності систем водовідведення в умовах постійного зростання тенденцій до урбанізації територій та з врахуванням глобальних кліматичних змін.

Позитивною рисою розглядуваної дисертаційної роботи є те, що вона виконана у контексті результатів наукової школи Національного університету «Львівська політехніка», пов'язаною з проблемою відведення поверхневого стоку з урбанізованих територій.

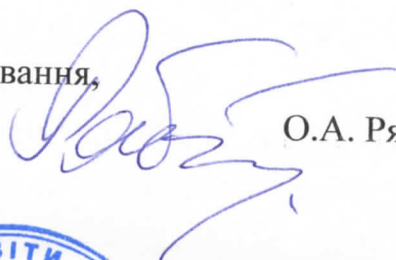
Дисертаційна робота Мисака Ігоря Васильовича "Гідравлічне моделювання мереж дощового водовідведення за наявності регулювання стоку" відповідає вимогам, передбаченим пунктом 10 "Порядку проведення

експерименту з присудження ступеня доктора філософії" (Постанова Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 р. № 167).

Вищенаведене дає підстави зробити висновок, що автор дисертації "Гідравлічне моделювання мереж дощового водовідведення за наявності регулювання стоку" Мисак Ігор Васильович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри гідроенергетики,
теплоенергетики та гідравлічних машин
Національного університету
водного господарства та природокористування,
доктор технічних наук, професор



О.А. Рябенко

Підпис д.т.н., проф. Рябенка О.А. засвідчую:

Вчений секретар
Національного університету
водного господарства та природокористування



А.А. Подлевський