

Спеціалізована вчена рада
Д 26.059.02 у Національному
транспортному університеті
01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Цинки Анатолія Олександровича на тему "Удосконалення методу розрахунку розмивів на заплавах в зоні впливу мостових переходів", подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми

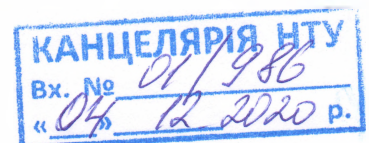
Актуальність теми дисертаційної роботи

Розвиток загальної структури автотранспортної мережі України, будівництво та реконструкція ділянок автомобільних доріг загального користування вимагають подальшого вдосконалювання методик розрахунку мостових переходів з урахуванням зміни кліматичних і гідрологічних умов. Мостові переходи в складі автомобільних доріг мають велике значення для забезпечення стійких, часто єдиних, транспортних зв'язків між населеними пунктами, і, незалежно від обсягів перевезень та інтенсивності руху, є соціально значимими спорудами.

Тема дисертаційної роботи є актуальною, направленою на розв'язування найважливіших завдань – підвищення якості та обґрунтованості проектних рішень мостових переходів шляхом розробки нового методу прогнозування деформацій на заплавах ділянках в зоні впливу цих споруд.

В галузі будівництва та експлуатації мостових переходів накопичено великий експериментальний матеріал з динаміки руслових процесів та відомо цілий ряд методів різної складності з визначення розмірів саме руслових деформацій на відміну від розмивів на заплавах. Існуючі на сучасному етапі методи розрахунку розмивів на заплавах ділянках річки не дозволяють в повній мірі враховувати такі особливості, як наявність рослинності, штучне стиснення, що вносять в течію мостові переходи в зоні їх впливу, відповідний перерозподіл швидкостей у потоці та зміну його транспортуючої здатності, і, як наслідок, - до небажаних деформацій самих заплав.

В дисертаційній роботі Цинки А.О. запропоновано один із можливих шляхів вирішення такого класу задач, яке ґрунтується на теорії неоднорідних потоків та дозволяє враховувати особливості руху завислих наносів та наявність зон з рослинністю на заплавах ділянках, опір відриву зерна ґрунту в придонній області, опір при обтіканні мостових опор. Розроблений метод розрахунку загального та максимального розмивів підмостових русел, які ґрунтуються на модельних формах рівнянь для зависених заплавних ділянок річок, дозволять визначити необхідні запаси для призначення генеральних розмірів мостових споруд. Для втілення поставленої мети в практичні рекомендації автор дисертаційної роботи ставив і розв'язав такі основні задачі:



- проаналізовано та враховано силові фактори, які характеризуються силами опору при обтіканні рослинності та розмиву дрібнозернистих ґрунтів, місцевими силами опору при обтіканні мостових опор;
- для оцінки впливу заплавного потоку на споруди мостового переходу розроблено двовимірні математичні моделі переносу зависеного потоку з елементами рослинності та з урахуванням силових факторів;
- для розрахунку розмивів в зоні впливу мостових переходів розроблено метод, який ґрунтується на співвідношенні дійсної і нерозмивної швидкостей на заплаві, з відповідним формулюванням початкових та межових умов та з дотриманням умови нерозривності;
- проведено розрахунки загального та максимального розмивів на ділянці рівнинної річки у зоні впливу мостового переходу за розробленими відповідними методиками.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Слід зазначити, що наведені в дисертаційній роботі результати досліджень теоретичного та прикладного характеру отримано згідно з тематикою науково-дослідних робіт, що виконувались кафедрою транспортного будівництва та управління майном Національного транспортного університету та Державним підприємством «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна»: «Удосконалення системи управління станом автомобільних доріг та методів їх оцінки», № РК 0116U002491; «Виконати аналіз та розробити зміну до ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво», № РК 0117U001932; «Виконати аналіз та розробити пропозиції щодо удосконалення моделей оцінювання і прогнозування ресурсу мостів, що знаходяться в експлуатації», № РК 0118U000775; «Виконати аналіз вимог європейських норм на проектування мостів та розробити пропозиції щодо удосконалення вітчизняних будівельних норм на проектування мостів і труб», № РК 0118U000765.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій забезпечується узгодженістю фізичної і математичної моделей територіального перерозподілу заплав, формування концентрації наносів в характерних зонах річкових потоків, з урахуванням впливу мостових переходів.

Модельну форму рівнянь для заплавного зависеного потоку отримано спираючись на припущення теорії мілкої води, на основі загального рівняння переносу неоднорідного потоку та рівняння нерозривності. В рівняннях переносу для узгодженості розподілу поля швидкості та гідродинамічного тиску було введено залежність, яка враховує основні особливості заплавних потоків та дозволяє проводити розв'язування рівнянь в зонах біля мостових опор.

Дискретні аналоги рівнянь отриманих моделей відкритого потоку для заплав реалізовано на основі скінчено-різницевого методу послідовних наближень. Для отримання відповідно однозначного розв'язку було обґрунтовано та сформульовано початкові граничні умови по всій числовій області. Визначення глибини розмиву на

заплавній ділянці проводилося на основі співвідношень дійсної та нерозмивної швидкостей.

Основні принципи проведеного дослідження обґрунтовуються достатньо задовільною збіжністю результатів числових розрахунків з результатами методів розрахунку розмивів інших авторів: це стосується динамічних характеристик (швидкостей, відміток вільної поверхні, відміток дна після розмиву).

Висновки, які представлено у кожному розділі, та загальні висновки по дисертаційній роботі достатньо повно і доцільно характеризують теоретичні та експериментальні результати досліджень, логічно відображають зміст роботи.

Достовірність отриманих у роботі результатів: підтверджено теоретичними дослідженнями, в основу яких закладено основні положення механіки неоднорідних середовищ, фізично обґрунтованими математичними моделями в комплексі з граничними умовами, співставленням числових рішень з результатами теоретичних та досліджень інших авторів, апробацією результатів роботи на різних рівнях.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що автором вперше отримано математичні моделі, які дозволяють досліджувати складні процеси швидкісної структури та руху наносів з урахуванням наявності елементів рослинності на заплавних ділянках річок, в зоні впливу мостових переходів:

- на основі загального рівняння переносу теорії неоднорідних потоків розроблено двовимірні модельні форми рівнянь усталеного руху для зависеного заплавного потоку з врахуванням сил опору відриву зерен ґрунту, при обтіканні рослинності та мостових опор;
- на основі відповідних математичних моделей розроблено методи розрахунку загального та максимального розмивів підмостових русел, які реалізовано на реальному об'єкті.

Практичне значення дисертації визначається тим, що автор достатньо у повному обсязі виконав аналіз процесів, які відбуваються на заплавах під час повені на зарослих ділянках річок, запропонував новий підхід щодо методу прогнозування загального та максимального розмивів в зоні впливу мостових переходів. В роботі показано ефективність запропонованого методу для розв'язування розглянутих класів задач. Отримані в роботі результати впроваджено на галузевому рівні, в організаціях, які входять у сферу управління Державної служби автомобільних доріг України (УКРАВТОДОР), а також використано в навчально-методичних комплексах дисциплін „Транспортні споруди на дорогах”, для студентів спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, ОП „Автомобільні дороги, дороги та вулиці населених пунктів” та „Розвідування і проектування мостових переходів і тунельних пересічень”, для студентів спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, ОП „Мости та транспортні тунелі”, при формуванні програм лекційних занять та в дипломному проектуванні.

Розроблені здобувачем моделі мають ряд переваг над існуючими методами розрахунку розмивів на заплавах: вони дозволять проводити багатофакторні числові експерименти з прогнозування розвитку деформацій в заплавних потоках на кожній

сходинці розрахункового паводку, призначати глибини закладання фундаментів опор мостів, обґрунтувати місце розташування та генеральні розміри мостових переходів. Практичну значимість отриманих результатів роботи підтверджено довідками про впровадження.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях

Основні положення дисертаційної роботи повною мірою викладено у 11 наукових працях, у тому числі: 5 у періодичних фахових виданнях, що входять до переліку МОН України (1 стаття у виданні, яке включене до наукометричної бази Scopus); 1 стаття у зарубіжних періодичних наукових виданнях; 3 у збірниках праць за матеріалами наукових конференцій; 1 стаття додатково відображає наукові результати дисертації (у періодичному фаховому виданні, що входить до переліку МОН України), а також апробовані на міжнародних науково-практичних конференціях, національній науково-технічній конференції та науковій конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та структурних підрозділів Національного транспортного університету.

Оцінка змісту дисертації

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 149 найменувань та трьох додатків. Основний текст викладено на 135 сторінках, який ілюструється 22 рисунками і містить 9 таблиць.

У **вступі** автором обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими програмами, сформульовані мета та задачі дослідження, наукова новизна та практичне значення, представлено особистий внесок, апробація результатів, публікації, загальний обсяг і структура роботи.

У **першому розділі** розглянуто основні принципи призначення генеральних розмірів споруд мостових переходів, проведено аналіз стану поставлених задач. Розглянуто процес формування заплавного потоку під час паводку в зоні впливу мостової споруди, а також існуючі схеми досліджень заплавних ділянок з рослинністю. Специфіку руху зважених наносів проаналізовано на основі експериментальних досліджень річкових двофазних потоків. Наведено особливості розмивних процесів на заплавах та методи розрахунку нерозмивних швидкостей для визначення деформацій на цих ділянках річок.

В цілому представлений огляд стану питання на сучасному етапі підтвердив поставлені задачі дослідження, сформульовані автором.

У **другому розділі** наведено основні принципи та етапи математичного моделювання рівнянь переносу зависеного відкритого потоку з елементами рослинності для заплавних ділянок річок. За основу взяті рівняння динаміки реальної рідини в „напруженнях”, або рівняння Нав'є-Стокса, перетворені методом послідовного просторового і за часом усереднювання, який є більш практичний та наочний.

Враховуючи структуру заплавних ділянок річок, проаналізовано сили опору, що впливають на течію потоку та швидкісне поле, зокрема сила зчеплення, та сила

опору рослинності. Для відповідних силових факторів отримано співвідношення, які було використано як складові в модельних рівняннях переносу.

Припущення щодо мализни глибини води в порівнянні з горизонтальними розмірами в штучно стиснутих потоках, що відповідає теорії мілкої води, дозволило розглянути розподіл середніх за глибиною швидкостей в двовимірній постановці. Не малозначним є розв'язок задачі про розподіл гідродинамічного тиску, введення у модельні рівняння відповідного виразу дозволило узгодити поле глибин з розподілом швидкості в потоці.

Величину максимального розмиву здобувач запропонував визначати за рахунок впливу місцевої сили опору при обтіканні мостових опор. Таким чином, в роботі повністю враховано механізм розвитку деформацій в зоні впливу мостових опор. Це дозволило отримати основні рівняння переносу для характерної зони заплавного потоку.

У **третьому розділі** розроблено метод реалізації запропонованих математичних моделей, дискретні аналоги яких наведено як у декартових координатах, так і в перетворених. Це спрощує можливість їх використання на ділянках річок зі складною конфігурацією рельєфу, обумовленою наявністю споруд мостового переходу.

Фізичний зміст розглядуваної задачі особливо чітко представлений при формулюванні початкових та межових умов, які дозволяють обґрунтувати зону впливу мостового переходу, враховують взаємодію відкритого потоку з твердими границями. Зміну зони впливу мостового переходу відповідно до кожної сходинки паводку враховано в удосконаленому методі розрахунку деформацій на заплавах. Глибину розмиву уточнено співвідношенням дійсної та нерозмивної швидкостей, з дотриманням умови нерозривності.

Місцеве порушення структури потоку при обтіканні мостової опори визначено під час реалізації відповідних дискретних аналогів розроблених модельних рівнянь.

Послідовність рішення за розробленим методом є правильною основою для розробленого програмного забезпечення.

У **четвертому розділі** проведено два розрахунки розмивів на заплавних ділянках річки Сіверський Донець біля с. Брусівка на автомобільній дорозі Т-05-14, км 83+575, Донецька область (Україна). Перший розрахунок виконано на основі методики прогнозування розвитку загальних деформацій на заплавах, другий – за розробленою методикою визначення параметру максимального розмиву в створі мосту. Представлено зони розподілу розмивів та відповідно відміток дна на ділянках заплав. Наведено результати числових розрахунків, які було виконано на замовлення проектного інституту Укрдїпродор, та порівняльний аналіз зі спрощеними інженерними методами на мостовому переході через р. Сіверський Донець.

Таким чином, в дисертаційній роботі запропоновано достатньо надійний метод розрахунку розмивів на заплавах в зоні впливу мостових переходів, який дозволяє практично розв'язувати задачі під час їх проектування; а саме - призначати глибину закладання мостових опор на заплавних ділянках.

Зміст **автореферату** ідентичний основним положенням дисертаційної роботи. Автореферат оформлено відповідно до вимог п. 13 «Порядку присудження наукових

ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. (у редакції від 06.09.2016 р.).

Зауваження по дисертації

1. В авторефераті (с. 1) і в тексті дисертаційної роботи використано словосполучення «...прогнозування **пропускної здатності**». У випадку, коли свідомо мають на увазі кількісну характеристику (наприклад, в гідравліці – витрату води, витрату наносів тощо), то тут слід використовувати словосполучення «...**пропускна спроможність**» оскільки термін «**спроможність**» отримано від дієслова «**могти**», що означає «**наскільки**», тобто кількісну характеристику досліджуваного параметра. «**Пропускна здатність**» походить від слова «здатний (здатні)» створювати що-небудь і означає якісну характеристику. Таке пояснення відноситься і до аналогічної словосполучення «...**транспортувальна спроможність**».
2. Дисертант стверджує що «...можна замінити натурні і експериментальні дослідження «ефективним математичним моделюванням». В свою чергу математичне моделювання дозволяє глибше проникнути в суть окремих явищ. Однак, результати натурних і лабораторних досліджень є найціннішим матеріалом для оцінки реальної роботи споруд і тільки вони можуть розкрити фізику явища, і тим самим доповнювати результати математичного моделювання. Таке поєднання різних видів дослідження забезпечує найдостовірніший результат щодо прогнозування роботи споруди та деформацій на заплavnих ділянках мостових переходів.
3. Автором не досить чітко розділено розрахункову область на дві частини в зоні впливу мостового переходу на річковий потік. В підрозділі 4.3, табл. 4.4, не наведено межі розрахункової області, де проводиться розрахунок максимального розмиву з урахуванням сили опору при обтіканні мостових опор. Варто було б більш детально описати особливості цієї зони.
4. В межах створу мостового переходу, в попередньо зазначеній зоні, істотними є геометрична форма опори та шорсткість її поверхні. Тобто модель автора може тільки наближено описати процес місцевого розмиву. Можливо, біля опор мосту треба згущувати розрахункову сітку, але автор це у роботі не описав.
5. На рис. 4.1, а) і б) на графіках не показано назви осей координат.
6. До 102 сторінки дисертації в тексті згадуються дамби, але не зрозуміло про які дамби іде мова? І тільки починаючи зі сторінки 102 зазначаємо, що мова іде про струмененапрямні дамби, які є складовою частиною мостового переходу (міст, підхідні насипи, регуляційні споруди, куди можуть входити і мостові струмененапрямні дамби).
7. Неповністю визначені границі застосування розроблених математичних моделей. Доцільно було б вказати діапазон числа Рейнольдса, в межах якого можна проводити розрахунки за запропонованими моделями.
8. В тексті дисертації є друкарські помилки.

Заключний висновок

1. Зауваження, які наведено вище, не знижують в цілому загальної позитивної оцінки дисертації, що розглядається.
2. У дисертаційній роботі на тему “Удосконалення методу розрахунку розмивів на заплавах в зоні впливу мостових переходів” отримано нові наукові результати, що полягають в розробленні методу прогнозування деформацій на заплавах ділянках річки в зоні впливу мостових переходів, які ґрунтуються на положеннях механіки неоднорідних середовищ. Використання результатів досліджень на практиці дає можливість більш обґрунтовано визначати величини загального та максимального розмивів для призначення глибини закладання мостових опор на заплавах, що в кінцевому результаті підвищує надійність та довговічність цих споруд.
3. Отримані теоретичні результати дозволяють зробити висновок про відповідність дисертаційної роботи Цинки А.О. паспорту спеціальності 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми, зокрема, пункту 4 напрямків досліджень „Розвідування та проектування переходів через великі і малі водотоки”.
4. Дисертація є закінченою науковою роботою і відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 (зі змінами і доповненнями) щодо кандидатських дисертацій, а її автор Цинка Анатолій Олександрович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми.

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри гідротехнічного
будівництва та гідравліки Національного
університету водного господарства
та природокористування



Л.А. Шинкарук

Підпис к.т.н. Шинкарука Л.А. засвідчую
Учений секретар

А.А. Подлевський