

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

ВІДГУК

Офіційного опонента на дисертаційну роботу
Цибульського Віталія Миколайовича

на тему «Удосконалення методу розрахунку жорсткого дорожнього одягу мостів з композитною арматурою», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.11 - автомобільні шляхи та аеродроми

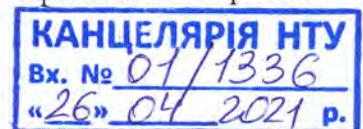
1. Актуальність теми дослідження. Згідно досліджень основними причинами деградації прогонових елементів мостів є корозія сталевих арматур, втрата об'єму робочої частини та незадовільний стан швів на опорах. Враховуючи наявність та активне використання інноваційних будівельних матеріалів, в тому числі і композитної FRP-арматури, для підсилення бетонних конструкцій та дорожнього одягу мостів, виникає потреба в удосконаленні методу розрахунку армованого дорожнього одягу. Завдяки використанню композитних матеріалів покращуються структурні властивості та збільшується довговічність бетонних елементів. Активне використання композитної арматури має переваги, такі як високу міцність, невелику вагу (особливо важливо при проектуванні конструкцій на слабких ґрунтах), але, по своїм фізико-механічним характеристикам вона відрізняється від металевих, що потребує ряду додаткових теоретичних та експериментальних досліджень.

Таким чином, актуальність даного наукового дослідження обумовлена необхідністю вирішення важливої задачі для науки та практики, яка полягає в удосконаленні методу розрахунку жорсткого дорожнього одягу мостів з композитною арматурою.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Приведене в дисертаційній роботі дослідження знайшло своє відображення в наукових темах, що виконувалися кафедрою опору матеріалів та машинознавства Національного транспортного університету – «Дослідження напружено- деформованого стану та розробка методів просторового розрахунку конструкцій композитної структури з ускладненими фізико-механічними властивостями» (д/б № 34 РК 0113U000294) та на замовлення Державного агентства автомобільних доріг України – «Розробити методичні рекомендації з проектування плит проїзної частини із залізобетонною незнімною опалубкою та відповідну розрахунково- аналітичну систему» (договір № 75-13 РК 0113U003711).

3. Мета і задачі дослідження. Метою дослідження в дисертаційній роботі Цибульського В.М. було удосконалення методу розрахунку армобетонних конструктивних елементів дорожнього одягу мостів шляхом врахування деформацій зсуву та напружень від обтиснення.

В контексті даної мети автором було поставлено та ефективно вирішено



наступні задачі:

- виконано аналіз причин руйнування конструктивних елементів та проїзної частини мостів;
- удосконалено метод розрахунку армобетонних конструктивних елементів проїзної частини мостів, що базується на узагальненні теоретичних досліджень, методів та моделей розрахунку шаруватих конструкцій з врахуванням напружень від обтиснення;
- розроблено модель та алгоритм розрахунку жорсткого дорожнього одягу мостів з композитною арматурою та виконано їх апробацію;
- виконано аналіз даних експериментальних досліджень щодо впливу деформацій зсуву на загальну міцність армобетонних конструктивних елементів прогонових будов мостів;
- розроблено практичні рекомендації для застосування удосконаленого методу розрахунку цементобетонного дорожнього одягу, армованого композитними матеріалами.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій. В дисертаційній роботі сформульовані висновки, наукові положення та рекомендації в достатній мірі обґрунтовані застосуванням фундаментальних теорій та методів, неklasичних теорій міцності, методів математичної статистики та статистичного аналізу, проведеними математичними експериментами, апробованих методів досліджень напружено-деформованого стану цементобетонних армованих конструкцій.

Достовірність теоретичних положень даного дослідження забезпечується чіткістю і коректністю постановки задач, поступового їх розкриття, обґрунтованим і коректним використанням математичних методів у поєднанні з комп'ютерним моделюванням.

Адекватність розрахунків компонентів напружено-деформованого стану конструкцій в рамках проведеного дослідження підтверджується достатньою збіжністю результатів з отриманими даними іншими авторами та дослідниками.

5. Наукова новизна отриманих результатів. У дисертаційній роботі автором отримано наступні результати, що мають вагому наукову новизну:

- на підставі теорії згину шаруватих конструкцій з врахування поперечних нормальних напружень від обтиснення удосконалено метод розрахунку армобетонних конструктивних елементів дорожнього одягу прогонових будов мостів;
- вперше розроблено модель розрахунку та алгоритм проектування дорожнього одягу армованого композитними матеріалами на різних типах прогонової будови мостів;
- отримав подальший розвиток метод розрахунку компонентів напружено-деформованого стану дорожнього одягу.

6. Практичне значення дисертації. Отриманий автором метод розрахунку жорсткого дорожнього одягу мостів з композитною арматурою дає змогу при проектуванні дорожнього покриття моделювати напружено-деформований стан наближений до натурального з урахуванням типу прогонової

будови мосту та особливості її роботи.

Представлений автором удосконалений метод розрахунку автоматизовано на базі програмного комплексу Mathcad, що дає можливість отримати обґрунтовані конструктивні рішення щодо конструкції дорожнього покриття мостів з використанням різних матеріалів армування.

Практична реалізація результатів дослідження була здійснена при науково-технічному супроводі реконструкції автомобільної дороги загального користування державного значення М-14 Одеса - Мелітополь - Новоазовськ (на м. Таганрог) на ділянках з влаштуванням цементобетонного покриття: км 142+800 - км 158+500, км 159+500 - км 161+909 з шляхопроводом через залізницю (замовник ТОВ «Міжнародний проектний інститут») та км 158+500 - км 159+500 з транспортною розв'язкою в різних рівнях, км 171+000 - км 176+586 з надземним пішохідним переходом (замовник ТОВ «Інститут комплексного проектування об'єктів будівництва»).

Практичну значимість отриманих результатів роботи підтверджено відповідними довідками про впровадження в різних організаціях дорожньої галузі.

7. Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. Отримані автором результати теоретичних досліджень та аналітико-розрахункові порівняння з експериментальними, які виносяться на захист, відображені в 16 наукових працях, у тому числі в 5 статтях у фахових виданнях, що входять до переліку МОН України; в 2 статтях у зарубіжних періодичних наукових виданнях, які включені до міжнародної наукометричної бази; в розділі зарубіжної монографії; а також у 8 працях апробаційного характеру, в доповідях на міжнародних науково-практичних конференціях, науково-практичному семінарі ДП «ДерждорНДІ» та наукових конференціях професорсько-викладацького складу Національного транспортного університету. Також 1 стаття додатково відображає наукові результати дисертації (у періодичному фаховому виданні, що входить до переліку МОН України). За матеріалами дисертаційних досліджень отримано 6 охоронних документів (1 патент України, 5 свідоцтв України про реєстрацію авторського права).

8. Повнота реалізації результатів дисертаційного дослідження підтверджується розробкою методичних рекомендацій з проектування плит та дорожнього одягу проїзної частини мостів, які реалізовано в Державному агентстві автомобільних доріг України (Укравтодор), Комунальному підприємстві по ремонту і утриманню мостів і шляхів м. Києва «Київшляхміст», ТОВ «Науково-виробничому центрі «ДорбудТехнологія», ПП «Парк Нових Технологій», ТОВ «Торговий дім АРОН», ТОВ «Міжнародний проектний інститут», ТОВ «Інститут комплексного проектування об'єктів будівництва» та впроваджено у навчальний процес Національного транспортного університету для проведення занять зі студентами спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за усіма освітніми програмами.

9. Оцінка змісту дисертації в цілому. Зміст дисертації в цілому, її наукових положень, результатів та висновків викладено логічно, структуровано

та аргументовано на загальноприйнятій в наукових роботах мові. Посиланням на наукові праці інших авторів виконано коректно.

Дисертаційна робота Цибульського В.М. побудована за класичним принципом, викладена українською мовою, містить 132 сторінки основного тексту та складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел із 156 найменувань та трьох додатків.

У **вступі** автор навів актуальність теми досліджень, показав її зв'язок з відповідними науковими програмами, відобразив мету та задачі досліджень, наукову новизну та практичну цінність результатів роботи, відзначив особистий внесок та апробацію результатів.

Перший розділ присвячений аналізу причин руйнування та деградації залізобетонних конструктивних елементів мостів. Для вирішення проаналізованих проблем погіршення якісного стану елементів дорожнього одягу мостів автором запропоновано застосування неметалевої FRP-арматури. При цьому виконано дослідження зарубіжного та вітчизняного досвіду використання композитних матеріалів в дорожньому будівництві у якості підсилення цементобетонних конструкцій.

У **другому розділі** виконані теоретичні дослідження методів та моделей розрахунку шаруватих конструкцій дорожнього одягу як на мостах, так і окремо у вигляді шаруватих систем.

При дослідженні напружено-деформованого стану плита розглядалася як достатньо тонка оболонка великої кривизни, яка складається з різних шарів з своїми фізико-механічними характеристиками. При розробці удосконаленого методу розрахунку були введені гіпотези Кірхгофа та отримані вирази поперечних напружень, які дали можливість врахувати вплив деформацій зсуву.

Результатом дослідження стали рівняння рівноваги, які отримано варіаційним шляхом, граничні умови та загальна система розв'язуючих рівнянь. З систем диференціальних рівнянь отримано вираз уточненої функції прогину за довжиною балки для випадку синусоїдального навантаження.

Третій розділ містить розроблену модель та алгоритм застосування удосконаленого розрахунку цементобетонного дорожнього одягу армованого композитними матеріалами на основі шаруватих систем.

В результаті проведених розрахунків автором отримано коефіцієнт співвідношення прогинів проїзної частини мосту за уточненим методом та за класичним розрахунком. Величина отриманого коефіцієнта підтверджує доцільність врахування деформацій зсуву при проектуванні плит прогонових будов мостів.

На базі отриманого алгоритму виконано математичний експеримент розрахунку армобетонних конструктивних елементів, посилені композитною арматурою в програмному комплексі Mathcad. За отриманими результатами зроблено практичний висновок щодо умов роботи конструкції із плитою та аналіз НДС при різних умовах роботи елементів.

У **четвертому розділі** виконано аналіз даних лабораторних досліджень плит проїзної частини мостів, армованих різною арматурою, та здійснено

порівняння з даними, отриманими в результаті випробовування реального мосту, проїзна частина якого містить композитну арматуру.

Розрахунок компонентів напружено-деформованого стану плит та дорожнього одягу за удосконаленим методом було співставлено з експериментальними дослідженнями та виконаними у програмному комплексі Ansys, що дозволило визначити адекватність розробленого методу.

Наведені рекомендації по залишковому ресурсу плити з використанням композитів у порівнянні із звичайним сталевим армуванням, які розраховано в Аналітично-експертній системі управління мостами (АЕСУМ).

10. Зміст автореферату відповідає змісту дисертації, повністю відтворює її основні положення та в достатній мірі відображає основні наукові й практичні результати, які отримані автором особисто. Автореферат оформлений відповідно до вимог п.13 «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого постановою кабінетів Міністрів України №567 від 24 липня 2013 р. (у редакції від 15.07.2020 р.).

Зауваження по змісту та суті дисертаційної роботи.

1. У таблиці 1.1 першого розділу бажано було б навести значення коефіцієнту Пуассона для різних композитних арматур.
2. У другому розділі при розробці загальної системи розв'язуючих рівнянь виявлено, що розподіл моментів згину тотожній шарнірному закріпленню та зацимленню плити по контуру. При аналізі розрахункових схем наявність вільного краю плити в процесі експлуатації споруди є більш поширена, в роботі уточнений прогин та дослідження методу згину для даної умови опирання менш представлені.
3. У роботі чітко не прослідковані умови існуючої межі, після якої збільшення кількості волокна в композиті не забезпечує подальше покращення його властивостей. Також доцільно було б використати чисельні значення та моделювання вмісту волокон при відомій щільності (складових композитного матеріалу).
4. У третьому розділі бажано більш розширено навести викладення визначення граничного вертикального прогину прогонових будов. Залежності у формулі 3.37 недостатньо.
5. При практичному дослідженні НДС прогонових будов мосту у висновках до третього розділу зазначено, що робота суцільної конструкції має в 10 разів менші еквівалентні напруження в шарах, ніж покриття з вільним переміщенням. Твердження вірне, але в розділі наявно дані не наведені.
6. У четвертому розділі хотілось би розгорнутої закономірності типу армування на значення параметру інтенсивності відмов елементу.

Заключний висновок

1. Відзначені зауваження до дисертаційної роботи не ставлять під сумнів основні результати досліджень, носять дискусійний характер, і в більшості – є побажаннями для майбутніх наукових досліджень автора.

2. Дисертаційна робота Цибульського В.М. на тему «Удосконалення методу розрахунку жорсткого дорожнього одягу мостів з композитною арматурою» є завершеною науковою працею, яка містить наукову новизну та має теоретичне й практичне значення. У дисертаційній роботі отримано нові науково-обґрунтовані результати, що у сукупності вирішили поставлені задачі, а саме розроблення і апробація моделі та алгоритму удосконаленого розрахунку цементобетонного дорожнього одягу, армованого композитними матеріалами, на основі шаруватих систем

3. Отримані теоретичні результати дозволяють зробити висновок про відповідність дисертаційної роботи Цибульського В.М. паспорту спеціальності 05.22.11 – «автомобільні шляхи та аеродроми», зокрема, пункту 8 - Конструювання, розрахунок дорожніх і аеродромних покриттів та пункту 10 - Теорія і методи проектування штучних споруд на автомобільних шляхах.

4. Матеріал, наведений у дисертації, за актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, обсягом і глибиною досліджень відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 щодо кандидатських дисертацій, а її автор Цибульський Віталій Миколайович – заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.11 – «автомобільні шляхи та аеродроми».

Офіційний опонент,
Офіційний представник
СП «КРЕДО-ДІАЛОГ» - ТОВ в Україні
к. т. н, доцент



Н.В. Павленко