

ВІДГУК

офіційного опонента,

завідувача кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
кандидата технічних наук, доцента Дорожка Євгена Вікторовича

на дисертацію **Карнакова Ігоря Анатолійовича**

**«Удосконалення методу оцінки напружено-деформованого стану
металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд»,**

подану на здобуття ступеня «доктор філософії»

зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,

галузі знань 19 – Архітектура та будівництво

**Актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок з науковими
темами, програмами та планами**

Із аналізу наданого матеріалу, у дисертаційній роботі Карнакова І. А. вирішується актуальна задача, а саме удосконалення методу з оцінки напружено-деформованого стану збірних металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд із врахуванням багатоваріантних факторів впливу: ступеню ущільнення ґрунтової засипки, висоти насипу над конструкціями, геометричних, фізико-механічних параметрів гофрованих конструкцій і основ дорожніх споруд.

Збірні металеві гофровані конструкції є перспективними конструкціями при будівництві нових транспортних споруд на автомобільних дорогах, підсилені залізобетонних дефектних труб, малих мостів. Крім цього тривала війна в Україні призвела до пошуку ефективних методів відновлення пошкодженої транспортної інфраструктури. Одним із методів відновлення несучої здатності пошкоджених транспортних споруд внаслідок бойових дій є застосування збірних металевих гофрованих конструкцій.

Автором встановлено, що відсутні комплексні дослідження впливу основ дорожніх споруд із збірних металевих гофрованих конструкцій споруд на їх напружено-деформований стан. Крім цього актуальними є задачі розробки

ефективних методів контролю ступеню ущільнення ґрунтової засипки дорожніх споруд із збірних металевих гофрованих конструкцій при їх спорудженні.

Також актуальними є дослідження, щодо оцінювання напружено-деформованого стану металевих гофрованих конструкцій дорожніх споруд із врахуванням багатоваріантних факторів впливу, таких як ступеню ущільнення ґрунтової засипки, висоти насипу над склепінням металевих конструкцій споруди та стану основ.

Проведені дослідження надають важливу інформацію про напружено-деформований стан збірних металевих гофрованих конструкцій дорожніх споруд із врахуванням умов навантаження автомобільним транспортом, впливом ступеню ущільнення ґрунтової засипки та висоти насипу над конструкціями та впливом модулю пружності основи для прогнозування поведінки цих конструкцій.

Дисертаційна робота виконана відповідно до тематики науково-дослідних робіт Національного транспортного університету (НТУ), а саме держбюджетних науково-дослідних робіт: «Провести дослідження та розробити національний стандарт щодо правил виконання і приймання робіт з будівництва тунелів згідно з ДБН В.2.3-27:2023 «Тунелі. Норми проектування» (№ 0123U104762)», «Визначити вимоги до процесів, що формують довговічність гідротехнічних споруд транспортного будівництва з дорожніх водопропускних труб» (№0122U001513)», «Провести дослідження та розробити методичні рекомендації з відновлення водопропускальних труб з металевих гофрованих конструкцій» (№0123U104761), а також в інтересах розвитку освітньої програми «Відновлення та будівництво штучних споруд на об'єктах національної транспортної системи».

Дисертаційна робота є актуальною, проведені автором дослідження пропонують практичні рішення та важливі теоретичні ідеї при оцінюванні напружено-деформованого стану збірних металевих гофрованих конструкцій дорожніх споруд, що дає можливість зробити значний внесок у сферу транспортного будівництва дорожніх споруд із збірних металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах нашої держави.

Ступінь обґрунтованості основних наукових положень і висновків, сформульованих у дисертації

У роботі автор достатньо змістовно визначив проблемні питання, які виникають при експлуатації дорожніх споруд із збірних металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах. Удосконалена теоретична модель оцінювання напружено-деформованого стану металевих гофрованих конструкцій дорожніх споруд із врахуванням геометричних параметрів конструкцій та фізико-механічних параметрів ґрунтової ущільнюючої засипки та основ споруд. Проведена значна робота по дослідженню впливу ступеню ущільнення ґрунтової засипки дорожніх споруд із металевих гофрованих конструкцій на напружено-деформований стан конструкцій, внаслідок чого окреслені напрямки наукових досліджень є обґрунтованими.

Висновки, які зробив автор, ґрунтовані на результатах теоретичних та експериментальних дослідженнях мають чіткі, зрозумілі формулювання.

Наукова новизна отриманих результатів

У роботі автора вперше отримано аналітичні залежності, які враховують конструктивні параметри, що дозволяють оцінювати напружено-деформований стан збірних металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд в експлуатаційних умовах.

У дисертаційній роботі вперше отримані закономірності зміни поширення звукових хвиль у залежності від щільності ґрунтової засипки збірних металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд, що дозволяє оцінювати їх вплив на напружено-деформований стан;

У роботі удосконалено метод оцінки напружено-деформованого стану збірних металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд, що дозволяє проводити дослідження із врахуванням комплексу конструктивних параметрів та експлуатаційних навантажень при їх проектуванні.

Проведення комплексу досліджень дозволило автору отримати подальший розвиток таких методів, як: МСЕ для проведення розрахунку напружено-деформованого стану металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд;

оцінювання параметрів ущільнення ґрунтової засипки та основи; оцінювання ступеню ущільнення ґрунтової засипки за параметрами поширення звукової хвилі.

Практичне значення отриманих результатів

Отримані результати досліджень дозволили удосконалити метод оцінки напружено-деформованого стану збірних металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд за рахунок врахування їх конструктивних параметрів, що дозволило автору встановити параметри ступеню ущільнення ґрунтової засипки та основи збірних металевих гофрованих конструкцій та їх вплив на напружено-деформований стан споруд.

Автором запропоновано інженерний метод оцінювання впливу слабких основ на напружено-деформований стан збірних металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд із врахуванням конструктивних параметрів.

Результати роботи автора використані при розробці нормативного документу ДБН В.2.3-27:2023 «Тунелі. Норми проектування» (Наказ від 18.08.2023 р. № 729) та при виконанні держбюджетних тем: «Визначити вимоги до процесів, що формують довговічність гідротехнічних споруд транспортного будівництва з дорожніх водопропускних труб»; «Провести дослідження та розробити методичні рекомендації з відновлення водопропускальних труб з металевих гофрованих конструкцій».

Дослідження автора сприяє накопиченню знань, що дозволило теоретичні та практичні положення, які наведено у дисертаційній роботі впровадити у навчальний процес Національного транспортного університету за спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія та 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології.

Аналіз основного змісту дисертаційної роботи

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів основної частини, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг – 215 сторінки, з них 152 сторінки основного тексту, 109 рисунків, 17 таблиць, список використаних джерел з 188 назв на 23 сторінках.

У вступі автор окреслив основні проблемні питання, які розглянуті у

дисертації, визначив мету роботи, сформулював завдання досліджень, встановив об'єкт та предмет досліджень, описав методи досліджень, які були використані, визначив наукову новизну отриманих результатів, надав відомості про зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, відомості про апробацію матеріалів дисертації.

В розділі 1 автор достатньо широко провів ґрунтовний аналіз переваг застосування збірних металевих гофрованих конструкцій у транспортному будівництві та аналіз існуючих методів оцінювання їх напружено-деформованого стану. Що дозволи встановити напрям подальших наукових досліджень.

У розділі 2 автор навів удосконалений метод оцінювання напружено-деформованого стану транспортних споруд із врахуванням геометричних та фізико-механічних параметрів металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд. Також провів багатоваріантні дослідження напружень та величини пластичного шарніру, які виникають у металевих гофрованих конструкціях тунельного шляхопроводу із врахуванням ступеня ущільнення ґрунтової засипки та висоти засипки над склепінням металевих гофрованих конструкцій. Також у розділі 2 наведено розрахунок напружено-деформованого стану водопропускної труби із збірних металевих гофрованих конструкцій із врахуванням геометричних параметрів поперечного перетину труби та товщина металевого гофрованого листа конструкції.

У розділі 3 автором розроблено метод експериментального дослідження ступеню ущільнення ґрунтової засипки при будівництві транспортних споруд із збірних металевих гофрованих конструкцій із застосуванням сучасних інерційних технологіях. Автор довів, що за швидкістю руху хвилі у ґрунті ущільнюючої засипки можна проводити оцінювання якості ущільнення засипки споруд при їх будівництві.

У розділі 4 автором проведено оцінювання напружено-деформованого стану збірних металевих гофрованих конструкцій труби із врахуванням фізико-механічних параметрів ґрунтів основи. Встановлено, що при підвищенні модулю пружності ґрунту основи труби зменшуються вертикальні деформації металевих

конструкцій, однак підвищуються осьові сили в металевих конструкціях труби та горизонтальні деформації металевих конструкцій труби.

У розділі 5 представлені практичні рекомендації із підсилення основ транспортних споруд із збірних металевих гофрованих конструкцій в умовах залягання слабких ґрунтів, а також рекомендації із підвищення несучої здатності пошкоджених залізобетонних транспортних споруд методом застосування збірних металевих гофрованих конструкцій. Також автор навів метод оцінки гідравлічного опору та витрат металевих гофрованих труб у залежності від середньої швидкості руху води в гофрованих трубах.

У висновках чітко та у відповідності до поставлених задач сформульовані результати проведеної роботи та надані конкретні рекомендації.

Повнота викладення основних результатів дисертаційної роботи у фахових виданнях

Автор дисертації продемонстрував високу публікаційну активність, опублікувавши результати свого дослідження у провідних фахових виданнях галузі. Головні положення дисертації знайшли своє відображення у 17 наукових праць, у тому числі 3 монографії, 1 стаття у наукометричній базі Scopus, 5 статей у періодичних фахових виданнях, що входять до переліку МОН України; 1 стаття у зарубіжному періодичному виданні; 6 праць у збірниках праць за матеріалами конференцій та 1 нормативний документ.

Матеріали дисертаційної роботи викладалися на таких наукових заходах: Міжнародній конференції «Впровадження інноваційних матеріалів і технологій при проектуванні, будівництві та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури в рамках програми «Велике будівництво», м. Київ, 24-25 листопада 2022 року.; 14-тій Міжнародній науково-практичній конференції студентів та молодих вчених «Сучасні транспортні технології» Львів, 2022 р.; Всеукраїнській науковій конференції здобувачів освіти і молодих учених «Відбудова транспортної інфраструктури України», м. Київ, 21 червня 2023 р.; Міжнародній науково-технічній конференції «Гідротехнічне і транспортне будівництво», м. Одеса, 30-31 травня 2024; 16-тій Міжнародній науково-практичній конференції студентів та молодих вчених «Сучасні

транспортні технології», м. Львів, 2024 р. та науковому семінарі кафедри «Мости, тунелі та гідротехнічні споруди», 2025 р.

Зауваження по роботі

Проаналізувавши здобутки дисертаційної роботи Карнакова І. А., слід також надати зауваження, які носять дискусійний характер і не знижують рівень наукової новизни та практичної значимості отриманих результатів:

1. Автор у першому розділі, обґрунтовуючи перспективи застосування збірних металевих гофрованих конструкцій у транспортному будівництві зазначає, що такі конструкції володіють суттєвими перевагами над бетонними чи залізобетонними спорудами. Слід більш детально навести основні переваги будівництва транспортних споруд із металевих гофрованих конструкцій над бетонними чи залізобетонними спорудами.

2. В другому розділі автор наводить багатоваріантні результати розрахунків напружень та величини пластичного шарніру, які виникають у збірних металевих гофрованих конструкціях у залежності від їх геометричних параметрів та навантажень від транспортних засобів. Однак автор не наводить критеріїв за якими перевіряється несуча здатність таких конструкцій.

3. Із тексту дисертації не зрозуміло яким чином визначається модуль деформації ґрунтової засипки транспортних споруд із збірних металевих гофрованих конструкцій у залежності від ступеню ущільнення ґрунту засипки, що має подальший вплив на напружено-деформований стан металевих конструкцій. Потребує додаткових пояснень автора.

4. В скінченно-елементній моделі (рис. 4.5, стор. 128) під час визначення напружено-деформованого стану транспортної споруди із збірних металевих гофрованих конструкцій, судячи із рис. 4.5, металеві конструкції змодельовані пластинами, а ґрунтова ущільнююча засипка – об'ємними елементами. Чи не спостерігалися проблеми в розрахунку при використанні таких елементів?

Загальний висновок

Дисертаційна робота Карнакова Ігоря Анатолійовича на тему «Удосконалення методу оцінки напружено-деформованого стану металевих

гофрованих конструкцій транспортних споруд» є закінченим самостійним дослідженням, в якому отримані нові наукові результати, що в сукупності дозволили досягти поставленої мети удосконалення методу з оцінки напружено-деформованого стану збірних металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд із врахуванням багатоваріантних факторів впливу: ступеню ущільнення ґрунтової засипки, висоти насипу над конструкціями, геометричних та фізико-механічних параметрів гофрованих конструкцій та основ металевих гофрованих конструкцій споруд.

За актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю та практичним значенням здобутих результатів дисертаційна робота повною мірою відповідає змісту спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» й напряму наукових досліджень освітньо-наукової програми «Будівництво та цивільна інженерія» Національного транспортного університету, а також вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Автор дисертаційної роботи, **Карнаков Ігор Анатолійовича**, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент,

завідувач кафедри проектування доріг,
геодезії і землеустрою, Харківський національний
автомобільно-дорожній університет
Міністерства освіти і науки України,
кандидат технічних наук, доцент

Євген ДОРОЖКО

ПІД КС
ЗАСВІДЧУЮ ВЧЕННЯ
СЕКРЕТ Р ХНАДУ

