

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
Бубели Андрія Володимировича на тему
**«Методологія проектування поперечних дренажів мілкого закладання з
оцінкою якісного стану автомобільної дороги»,**
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми

Актуальність теми дисертаційної роботи

У процесі експлуатації автомобільних доріг порушується цілісність покриття та узбіч, що обумовлено постійним впливом атмосферних опадів, ґрунтових вод та температурних коливань, особливо на перезволожених ділянках, в результаті чого відбувається розвиток деформацій та руйнувань дорожньої конструкції. Теорія та методи регулювання водно-теплового режиму дорожньої конструкції, який впливає на її транспортно-експлуатаційний стан, потребують суттєвого розвитку в зв'язку з дією багаторазових навантажень, особливо від великовагових транспортних засобів, з наявністю надлишкової води у весняний період та під час відлив. Це обумовлює актуальність теми дисертаційної роботи щодо влаштування дренажів мілкого закладання на характерних ділянках доріг: у виїмках, нульових відмітках, невисоких насипах, угнутих в поздовжньому профілі та з поздовжнім похилом більшим за поперечний. Зміна транспортно-експлуатаційного стану на цих ділянках стала основою для розробки багаторівневої кваліметричної моделі, яка враховує показники фізичного та функціонального зносу, зокрема, наявність дренажних споруд. Їх оптимальна кількість обумовлює обсяги вимірювань та обчислень при отриманні комплексного показника якісного стану.

Недосконалість існуючих методів розрахунку параметрів дренажів мілкого закладання призводить до того, що у практиці використовують підходи, переважно засновані на формулах емпіричного характеру. Запропоновані формули досить обмежені, мають низьку ступінь точності, далеко не завжди відповідають сучасним вимогам проектування дренажних споруд. Деякі з них, покладені за основу методик для розрахунку дренажних конструкцій, мають порівняно вузький діапазон зміни проектних параметрів, що не відповідає складному процесу міграції вологи, який відбувається в шарах основи дорожнього одягу.



Проблема водовідведення з дорожньої конструкції ґрунтуються не тільки на методах проектування, а також на технологічних особливостях влаштування дренажів під впливом дії дорожніх машин. Запропоновані в роботі методи досліджень напружено-деформованого стану дорожньої конструкції з трубчастими отворами на етапі будівництва представляють цю проблему з іншого ракурсу.

Безперервна взаємодія транспортних засобів з дорожньою конструкцією, особливо нетиповою, яка послаблена трубчастими отворами, у процесі експлуатації також призводить до утворення непомітних деформацій в основі дорожнього одягу, робочій зоні земляного полотна і надалі до руйнування трубчастих дрен.

Запропоновані у дисертації результати експериментальних досліджень дозволяють проаналізувати роботу дренажних конструкцій: спостерігати за формуванням фільтраційного потоку, визначати інтенсивність водовідведення, і вирішувати актуальну, важливу проблему щодо ефективності їх роботи як підземних споруд..

Актуальність теми дисертаційної роботи підтверджується тим, що вона очікувана практикою. Розроблені методи і результати числових та експериментальних досліджень знайшли підтвердження у інженерному проектуванні. Робота виконувалася згідно з тематикою актуальних науково-дослідних робіт, що проводились кафедрою транспортного будівництва та управління майном Національного транспортного університету: «Розробити аналітичну систему технічної експертизи та грошової оцінки автомобільної дороги як складової матеріально-технічної бази дорожнього господарства», № держреєстрації НДР 0117U002326, 2017 – 2018 рр. та планами науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт Державного агентства автомобільних доріг України «Укравтодор», в рамках виконання господарсько-договірних науково-дослідних робіт: «Розробити методичні рекомендації з проведення вартісної оцінки автомобільних доріг і споруд на них» (ДерждорНДІ, договір № 294/15-16 від 23.09.2016 р.), «Виконати аналіз та розробити альбом типових проектних рішень земляного полотна автомобільних доріг загального користування» (державний реєстраційний № 0117U001962), «Провести дослідження процесів дренування поверхневих вод на моделях дорожньої конструкції з дренажами мілкого закладання та розробити методичні рекомендації з вибору оптимальних конструкцій дренажів мілкого закладання для дорожньо-кліматичних зон України» (державний реєстраційний № 0118U000722), «Виконати аналіз та розробити національний стандарт щодо проектування і влаштування споруд поверхневого водовідведення та альбом типових рішень таких споруд для автомобільних доріг загального користування» (державний реєстраційний № 0118U000723), «Провести експериментальні дослідження процесів вологопроникності укосів земляного полотна та розробити пакет технологічних документів для проектування та влаштування конструкцій укріплення укосів земляного полотна на автомобільних дорогах загального користування» (державний реєстраційний № 0120U103312), «Провести

експериментальні дослідження процесів вологопровідності ґрунтів земляного полотна та розробити методику з визначення коефіцієнта вологопровідності ґрунтів та відповідну розрахунково-аналітичну систему» (державний реєстраційний № 0120U103311).

Представлені в дисертаційній роботі методи проектування поперечних дренажів мілкого закладання з урахуванням оцінки якісного стану дороги, призначені для вирішення головних задач щодо вибору типу труб, технологічних режимів їх влаштування та вибору оптимальних конструкцій.

Для втілення цієї мети в практику, автор дисертаційної роботи поставив та зумів розв'язати вісім задач:

- спираючись на аналіз існуючих теоретичних та експериментальних досліджень щодо методів регулювання водно-теплового режиму земляного полотна, з урахуванням транспортно-експлуатаційного стану ділянок дороги, обґрунтував напрямок та методологію досліджень;
- на основі методів кваліметрії, розробив модель якісного стану перезваженої ділянки автомобільної дороги з дренажними конструкціями;
- ґрунтуючись на рівняння нерівномірного руху фільтраційного потоку, удосконалив метод розрахунку параметрів поперечних дренажів мілкого закладання;
- для встановлення параметрів технологічних рішень за методом скінченних елементів дослідив напружено-деформований стан дорожньої конструкції з поперечним трубчастим дренажем мілкого закладання на етапі влаштування дренувальних шарів з різних типів матеріалів;
- враховуючи міцнісні характеристики, розробив числові тривимірні моделі дорожньої конструкції з поперечним трубчастим дренажем мілкого закладання, для прогнозування напружено-деформованого стану у процесі експлуатації;
- взявши за основу результати числових досліджень, провів лабораторні експерименти щодо роботи поперечних дренажів мілкого закладання, що дало можливість встановити умови формування фільтраційного потоку та визначити інтенсивність його водовідведення;
- враховуючи конструктивні параметри дренажних конструкцій мілкого закладання, дослідив вплив вібрації від дії транспортних засобів на її роботу;
- приймав участь у розробці галузевої методики вибору оптимальних конструкцій дренажів мілкого закладання з урахуванням встановлених закономірностей впливу різних факторів на інтенсивність їх водовідведення.

Як видно з дисертаційної роботи, автореферату і публікацій, що додаються, всі задачі вирішенні успішно. На мій погляд, основна ідея, мета і задачі дослідження сформульовані чітко і коректно.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій

1. Запропонована, для розв'язування сформульованої наукової проблеми, нова модель якісного стану ділянки автомобільної дороги неоднорідного потоку, що поділяється на дві групи показників фізичного та функціонального зносу, обґрунтована аналізом існуючих теоретичних та натурних досліджень щодо зміни транспортно-експлуатаційного стану дороги. Статистична істотність коефіцієнта конкордації $K_{кон} = 0,9944$ перевіряється критерієм Пірсона, який підтверджує достовірність отриманих результатів для використання в подальших дослідженнях.

2. Запропонований у роботі комплекс залежностей для визначення параметрів поперечних дренажів мілкого закладання: відстані між дренажними прорізями, часу водовідведення, обґрунтований детальним аналізом за експериментальними та теоретичними дослідженнями багатьох авторів щодо формування фільтраційного потоку у дренувальному шарі та реалізацією граничних рівнянь. Новий метод є достатньо обґрунтованим порівняльним аналізом результатів числового розрахунку з результатами, отриманими за методиками інших авторів на реальних ділянках автомобільних доріг.

3. Розроблені тривимірні моделі дорожніх конструкцій з трубчастим дренажем на етапі влаштування дренувального шару та на етапі їх експлуатації відповідають реальним дорожнім конструкціям на ділянках доріг, які працюють в умовах перезволоження та підлягають відповідному впливу ущільнюючих та великовагових транспортних засобів.

4. Отримані результати експериментальних досліджень на установці дорожньої конструкції з поперечним дренажем мілкого закладання, обґрунтовані відповідністю її параметрів дорозі III-ї категорії, натурним умовам проведення досліджень та числових розрахунків з результатами інших авторів. Значення коефіцієнтів парної кореляції 0,93–0,99 свідчить про дуже тісний зв'язок між досліджуваними факторами (кількістю відведеного води і часом її відведення).

5. Запропонована інженерна методика МР В.2.3-37641918-913:2020 «Методичні рекомендації з вибору оптимальних конструкцій дренажів мілкого закладання з урахуванням дорожньо-кліматичних зон України» підтверджена результатами лабораторних і числових експериментів. Методика відпрацьована на конкретних дорожніх конструкціях, показала свою високу ефективність, та впроваджена на галузевому рівні в організаціях та підприємствах управління Державного агентства автомобільних доріг України.

6. Висновки по кожному розділу дисертаційної роботи

В першому розділі автор обґрунтував актуальність, напрямок та методологію досліджень, спираючись на аналіз та узагальнення сучасних теоретичних і експериментальних підходів, методів розрахунку дренажних конструкцій мілкого закладання.

В другому розділі автор обґрунтував рівні та групи моделі якісного стану ділянки автомобільної дороги. Для усунення обмежень, які характерні при визначенні показників фізичного та функціонального зносу конструктивних елементів дороги, запропонував використовувати експертний метод. Високий ступінь узгодженості думок експертів підтверджив значенням коефіцієнта конкордації та відповідною надійністю вхідних даних до розробленої кваліметричної моделі.

На основі досліджень форми кривих вільної поверхні ґрутового потоку для ділянок з прямим та зворотнім похилом, отримав залежності з визначення відстані між дренажними прорізями та часу водовідведення з дренувального шару, розробив відповідний метод їх реалізації.

В третьому розділі обґрунтував необхідність проведення досліджень з визначення ефективності роботи дренажних конструкцій мілкого закладання на етапі будівництва під впливом дії дорожніх машин та на етапі експлуатації під дією великовагових транспортних засобів. На основі методу скінчених елементів, з урахуванням параметрів штампу вальця, пневмошини котка та розрахункового автомобіля, побудував тривимірні моделі дорожніх конструкцій. Обґрунтував вибір міцнісних характеристик трубчастих дрен, які забезпечують безвідмовну роботу дорожніх конструкцій з поперечними дренажами мілкого закладання на стадії експлуатації

В четвертому розділі автор провів дослідження на спеціальній моделюючій установці дорожньої конструкції з прозорою фронтальною стінкою, що дозволило дослідити процеси формування фільтраційного потоку на двох типах дренажних конструкцій в реальних несприятливих метеорологічних умовах. Проведене автором моделювання впливу вібрації від дії транспортних засобів на дорожню конструкцію, дозволило дослідити інтенсивність водовідведення поперечними дренажами мілкого закладання у відповідності до реальних умов експлуатації дороги. Отримані в роботі кореляційно-регресійні моделі мають гіперболічну структуру, що найбільш точно описує режими роботи дренажної установки. Висновок, щодо високої їх точності, підтверджується значенням середньої похибки апроксимації від 2,72 % до 12,35 %.

В п'ятому розділі обґрунтував та підтверджив затвердженням на галузевому рівні інженерної методики МР В.2.3-37641918-913:2020 «Методичні рекомендації з вибору оптимальних конструкцій дренажів мілкого закладання з урахуванням дорожньо-кліматичних зон України», яку рекомендовано до використання в проектних організаціях та установах Державного агентства автомобільних доріг України.

Обґрунтованість оптимальності дорожньої конструкції з дренажем мілкого закладання з найкращими техніко-технологічними характеристиками при мінімальній кошторисній вартості підтверджується високим значенням цільової функції – 0,76.

Достовірність отриманих у роботі результатів підтверджена теоретичними та експериментальними дослідженнями, в основу яких покладено методи математичного моделювання і формалізації опису процесу

міграції вологи у дренувальному шарі, а також базується на числовому експерименті напруженео-деформованого стану дорожньої конструкції, методі скінчених елементів, методах математичної статистики, методах кореляційно-регресійного аналізу, порівнянні з результатами досліджень інших авторів.

Наукова новизна отриманих результатів міститься у самій постановці наукової проблеми, що ґрунтуються на новій методології проектування поперечних дренажів мілкого закладання на основі оцінки якісного стану перезволоженої ділянки автомобільної дороги. В ході розв'язку основних груп задач, що вказані вище, вперше:

- розроблена математична модель якісного стану ділянки автомобільної дороги на основі методів кваліметрії з урахуванням вагомості дренажних конструкцій;
- отримані системи рівнянь та залежностей для визначення відстані між дренажними прорізями та часу водовідведення з дренувальних шарів з урахуванням впливу зміни повздовжнього профілю дороги;
- побудовані тривимірні моделі нетипових дорожніх конструкцій з трубчастими дренами на стадії будівництва та експлуатації автомобільної дороги;
- отримано розподіл напружень та деформацій в дорожніх конструкціях з трубчастими дренами на основі числового моделювання за методом скінчених елементів під впливом ущільнюючих та транспортних засобів;
- змодельовано в лабораторних умовах дорожню конструкцію з поперечним дренажем мілкого закладання у відповідності до реальних умов її роботи та забезпеченням візуалізації фільтраційних процесів в дренувальних шарах;
- змодельовано установку імітації вібрації від великовагових транспортних засобів та досліджено її вплив на інтенсивність водовідведення дренажними конструкціями;
- удосконалено метод визначення оптимальної дренажної конструкції з поперечним дренажем мілкого закладання на основі двох груп критеріїв, кошторисної вартості та сукупності техніко-технологічних показників.

Значущість роботи для науки і практики полягає в тому, що здобувач запропонував визначення комплексного показника якісного стану ділянки автомобільної дороги з урахуванням вагомості дренажних систем; встановив технологічні режими ущільнення дренувальних шарів з наявністю трубчастих дрен в робочій зоні земляного полотна, обґрутував доцільність застосування дренажних труб з різних матеріалів; провів оцінку міцнісних характеристик дорожньої конструкції без та з трубчастою дrenoю під впливом великовагових транспортних засобів на основі числового моделювання за методом скінчених елементів; обґрутував вибір оптимальної дорожньої конструкції з поперечним дренажем мілкого закладання з урахуванням її кошторисної вартості.

Також відмічається суттєве **практичне значення** результатів роботи, яке, насамперед, міститься в інженерних методиках з проведення вартісної оцінки автомобільних доріг і споруд на них та вибору оптимальних конструкцій дренажів мілкого закладання з урахуванням дорожньо-кліматичних зон України (МР Д 1.2-37641918-884:2017 та МР В.2.3-37641918-913:2020), альбомах типових проектних рішень конструкцій земляного полотна та споруд поверхневого водовідведення (АД А.2.4-37641918-006:2018 та А В.2.4-37641918-011:2020), настанові з проектування та влаштування споруд поверхневого водовідведення та посібнику до неї (ДСТУ 9057:2020 та Посібник до ДСТУ 9057:2020).

Зазначені документи затверджені на галузевому рівні та знайшли практичне втілення в проектних рішеннях організацій, що входять у сферу управління Державного агентства автомобільних доріг України (УКРАВТОДОР) з будівництва, капітального ремонту та реконструкції автомобільних доріг. Апробація основних теоретичних і практичних результатів дисертації на підприємствах та в організаціях підтверджується відповідними актами про впровадження.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. Результати дисертаційної роботи досить повно викладені у авторефераті та у 41 науковій праці: 1 колективна монографія; 4 статті у закордонних виданнях, у тому числі 1 – одноосібна; 4 статті включені до міжнародних наукометрических баз Scopus; 14 статей опубліковано у фахових виданнях України, у тому числі 9 – одноосібних; 11 праць апробаційного характеру, у тому числі 9 – одноосібних; 2 статті, які додатково відображають наукові результати; 5 свідоцтв авторського права.

Робота відповідає сучасним вимогам МОН України для докторських дисертацій і є закінченою науковою працею.

Оцінка змісту дисертації

Мова, стиль та структура дисертації складають добре враження. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів та п'яти додатків.

У **вступі** обґрунтована актуальність роботи, визначено її спрямування та розкрита проблема, що підлягає розв'язуванню; сформульовані положення, які автор виносить на захист: мета та задачі досліджень, наукова новизна і практична цінність результатів роботи, та особистий внесок здобувача.

Представлені в дисертаційній роботі теорія та методи регулювання водно-теплового режиму дорожньої конструкції на основі теоретичних та експериментальних досліджень з врахуванням всього комплексу механічних, гідрравлічних та технологічних характеристик перезволожених ділянок доріг, призначені для вирішення головних задач проектування дренажних конструкцій: визначення відстані між дренажними прорізями, часу та інтенсивності водовідведення, типу дренувального шару, виду дренажних труб.

Для вирішення зазначеної науково-практичної проблеми автор поставив та зумів розв'язати ряд теоретичних та практичних задач, які ввійшли до складу інших розділів дисертаційної роботи.

У **першому розділі** дисертант представив аналіз впливу зміни водно-теплового режиму на транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги з урахуванням кліматичних, конструктивно-матеріалознавчих, технологічних і транспортних факторів. Розглянув причини та процеси розвитку деформацій покриття, особливо, на перезволожених ділянках автомобільних доріг. Також навів переваги та недоліки існуючих методів розрахунку поперечних дренажів мілкого закладання. Проаналізував запропоновані іншими авторами методи розрахунку відстані між поперечними дренажними прорізями, часу вологонакопичення та водовідведення. Представив огляд польових спостережень експериментальних досліджень: розподіл місцевості на типи за характером зваження, визначення факторів, від яких залежить величина вибрання вологи ґрунтом та процеси фільтрації води в дренувальних шарах протягом річного циклу.

У **другому розділі** автор обґрутував підходи та методи визначення комплексного показника якісного стану ділянки автомобільної дороги (рис. 2.1). Розділив показники з визначення стану ділянки автомобільної дороги на дві основні групи: фізичний знос та функціональні показники, з урахуванням їх коефіцієнтів вагомості (рис. 2.5). Для побудови математичної моделі, на основі методу кваліметрії, сформулював вихідне рівняння (2.15), провів оцінку ступеня узгодженості думок експертів (табл.2.5), шляхом розрахунку коефіцієнта конкордації, що був підтверджений критерієм Пірсона (2.20)

Грунтуючись на основному диференційному рівнянні нерівномірного плавнозмінного руху рідини у відкритих руслах, на аналізі формування фільтраційного потоку та дослідженні форм кривих його вільної поверхні на ділянках з прямим та зворотнім поздовжнім похилом, у роботі отримано залежності для відстані між дренажними прорізями (2.47, 2.57–2.59, 2.68–2.72). Для визначення часу водовідведення дренажними конструкціями мілкого закладання отримана залежність з урахуванням часу водонасичення та типу матеріалу дренувального шару (2.100, 2.103).

Також у другому розділі автором наведено метод реалізації запропонованих залежностей та отримано значення відстані між дренажними прорізями та часу водовідведення для I-ї дорожньо-кліматичної зони України.

У **третьому розділі** роботи на основі методів проектування представлено моделі тривимірних дорожніх конструкцій з трубчастим дренажем мілкого закладання за методом скінченних елементів.

Вплив ущільнюючих засобів в процесі влаштування дренувальних шарів, зокрема, параметрів сліду вальця або пневмошини котка (табл. 3.5, 3.7), автором враховано при побудові моделей дорожньої конструкції з трубчастою дrenoю у тривимірних елементах (рис. 3.7, 3.9). Для визначення

технологічних режимів влаштування дренувальних шарів було проведено числові експериментальні дослідження при різних діапазонах значень їх модуля пружності (рис. 3.10) та двох типів дренажних труб з матеріалів різного походження (табл. 3.6).

Автором відображені особливості стану багатошарової дорожньої конструкції без та з трубчастою дrenoю під впливом навантажень від великовагових транспортних засобів. Запропоноване дослідження обумовлює можливість застосування певних видів та класів дренажних труб, для забезпечення надійної роботи дорожньої конструкції в умовах впливу наднормативних навантажень.

У четвертому розділі автором запропоновано широкий спектр результатів експериментальних досліджень на унікальній установці дорожньої конструкції з поперечним дренажем мілкого закладання (рис. 4.3). Конструктивні параметри установки відповідають дорозі III-ї категорії та дозволяють спостерігати за формуванням фільтраційного потоку безпосередньо в дренажній траншеї. З метою максимального наближення до реальних умов експлуатації ділянок доріг було побудовано установку імітації вібрації, яка забезпечувала параметр вібропереміщення, що виникає від руху великовагових транспортних засобів (рис. 4.8). За результатами проведених експериментальних досліджень було отримано визначальний параметр поперечних дренажів мілкого закладання – інтенсивність водовідведення для різних конструкцій дренажних траншей та різних типів дренувальних шарів (табл. 4.5, 4.11), отримано відповідні кореляційно-регресійні залежності (табл. 4.10). Побудовано графіки гіперболічного типу функції кількості відвedenня води від часу (рис 4.10).

Важливим результатом є також аналіз роботи піщаних дренувальних шарів, які переважно влаштовують на автомобільних дорогах України, і розглядають як конструкцію, яка працює за принципом осушенння, а згідно спостережень автора – тільки за принципом поглинання. Достовірність отриманих автором результатів експериментальних досліджень підтверджується шляхом їх порівняння з результатами розрахунку за аналітичним методом, отриманим на основі теоретичних розробок О.Я. Тулаєва.

У п'ятому розділі, спираючись на основні принципи проектування дренажів, запропоновано метод визначення оптимальної дорожньої конструкції з поперечним дренажем мілкого закладання на основі двох груп факторів: кошторисної вартості та техніко-технологічних параметрів. У відповідності до цього, автором було визначено оптимальну дорожню конструкцію з восьми запропонованих (табл. 5.4, 5.9) на основі мінімізації цільової функції. Грунтуючись на запропонованих методах регулювання дорожньої конструкції способом дренування (п. 5.3), було розроблено методику, яку впроваджено на галузевому рівні.

Дослідження режиму водовідведення дорожньої конструкції проводилися експериментальним шляхом (рис. 5.1). Визначено умови зміни

вологості ґрунту земляного полотна, що впливають на процес водовідведення при зливових опадах 5 % забезпеченості.

Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертаційної роботи. Отримані результати теоретичних та експериментальних досліджень дозволяють зробити висновок про відповідність дисертаційної роботи Бубели А.В. спеціальності 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми, зокрема, пункту «Теоретичні основи і методи проектування, реконструкції, експлуатації автомобільних шляхів та аеродромів».

Зауваження по дисертациї

1. У п. 1.2 аналіз досліджень щодо ефективності роботи міліоративних дренажів не є обов'язковим, оскільки надалі в роботі автор не використовує зазначені результати.
2. У п. 1.2 наведено стадії водно-теплового режиму земляного полотна, які є загальновідомими.
3. Аналіз літературних джерел у п. 2.1, на наш погляд, є недостатнім, оскільки немає посилань на роботи Азгалльдова Г.Г. з досліджуваної теми, який займався розробкою теоретичних основ кваліметрії.
4. Пункт 2.5 перенасичений подробицями математичних викладок, його доцільно було б перенести в додаток.
5. У п. 3.2, для проведення числових експериментальних досліджень, доцільно було б обґрунтувати використання ПРК SCAD у порівнянні з такими інструментаріями, як «ANSYS», «Midas» та «Ліра – САПР».
6. З метою уточнення технологічних режимів влаштування дренувальних шарів, варто було б у п. 3.3 та 3.4 розширити перелік параметрів гладковальцевих та пневмокотків.
7. У п. 3.5 (рис. 3.10) недостатньо обґрунтовано зміну товщини дренувального шару в процесі його ущільнення.
8. У п. 3.6 варто було б представити результати числових експериментальних досліджень напружено-деформованого стану на дорожній конструкції з трубчастим поперечним дренажем мілкого закладання на дорогах I-ї категорії, на яких спостерігається найбільша інтенсивність великовагових транспортних засобів.
9. При проведенні експериментальних досліджень недостатньо приділено уваги впливу геосинтетичних матеріалів на роботу та параметри поперечного дренажу мілкого закладання п. 4.1 та 4.2.
10. Додаток А перевантажено занадто великою кількістю однотипних розрахунків на рисунках, які важко проаналізувати.

Заключний висновок

1. Зауваження, які наведено вище, не знижують в цілому загальної позитивної оцінки дисертації, яка розглядається.
2. Дисертаційна робота Бубели А.В. на тему «Методологія проектування поперечних дренажів мілкого закладання з оцінкою якісного стану

автомобільної дороги» являє собою закінчене наукове дослідження, містить теоретичні основи та розв'язування актуальної і практичної проблеми регулювання водно-теплового режиму дорожньої конструкції, дозволяє проводити відповідне обґрунтування проектних рішень дренажів мілкого закладання на основі нових, запропонованих: моделі якісного стану ділянки автомобільної дороги, залежностей для визначення відстані між поперечними дренажними прорізями та часу водовідведення дренажними конструкціями, методів їх реалізації, моделей тривимірних дорожніх конструкцій з трубчастим дренажем мілкого закладання за методом скінчених елементів, результатів експериментальних досліджень інтенсивності водовідведення на установці дорожньої конструкції з поперечним дренажем мілкого закладання в умовах, наблизених до реальних, методу визначення оптимальної дорожньої конструкції з поперечним дренажем мілкого закладання.

3. Представлений у дисертації матеріал по актуальності, науковій та практичній цінності, об'єму і глибині теоретичних та експериментальних досліджень задовільняє вимогам пунктів 9, 10, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 (зі змінами і доповненнями), які пред'являються до докторських дисертацій.
4. Дисертація є закінченою науковою роботою і відповідає спеціальності 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми. На основі викладеного вважаю, що автор дисертаційної роботи – Бубела Андрій Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор
кафедри будівництва та експлуатації
автомобільних доріг
Харківський національний
автомобільно-дорожній університет

Н.В. Смірнова



Григорія П.А.