

## ВІДГУК

**Батракової Анжеліки Генадіївни**

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,  
професора кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою,  
першого проректора Харківського національного  
автомобільно-дорожнього університету  
на дисертаційну роботу

Соколова Олексія Владиславовича на тему

**«Удосконалення технології вироблення асфальтобетонних сумішей із**

**золою-винесення для влаштування шарів дорожнього одягу»,**

поданої на здобуття ступеня доктора філософії

у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

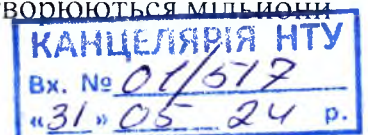
### **Актуальність теми дисертаційної роботи**

Асфальтобетон – штучний будівельний матеріал, який утворюється після ущільнення асфальтобетонної суміші, приготовленої у нагрітому стані у змішувачах, і включає раціонально підібрані мінеральні матеріали (щебінь, пісок, мінеральний порошок) та бітум. У витраті на виробництво асфальтобетонних сумішей вартість матеріалів складає найбільшу частину – 80 %. Щорічне зростання вартості матеріалів (включаючи щебінь, мінеральний порошок та бітум) і енергоресурсів призводить до зростання витрат на виробництво асфальтобетонних сумішей у середньому на 10 – 15 %.

Ця обставина зобов'язує детально вивчити ринок вихідних будівельних матеріалів, які входять у склад асфальтобетонної суміші, визначити існуючі проблеми та шляхи їх вирішення.

Першочерговим завданням галузі дорожнього господарства залишається підвищення якості та тривалості служби асфальтобетонного покриття. Одним із шляхів вирішення означеної проблеми є виробництво та використання асфальтобетону з підвищеними експлуатаційними характеристиками, а також здешевлення виготовлення асфальтобетонної суміші без погіршення фізико-механічних властивостей матеріалу.

Мінеральний порошок, окрім бітуму, – один із дорожчих компонентів асфальтобетону. Його основне призначення полягає у: переведенні органічного в'язучого в адсорбційно-сольватний стан, збільшення поверхні контакту між структуроутворюючими частками, підвищення теплостійкості бітуму, підвищенні адгезії та когезії в'язучого, а також щільності мінерального кістяка асфальтобетону. В Україні як наповнювач використовують, переважно, матеріал, отриманий подрібненням карбонатних гірських порід відповідно до ДСТУ Б В.2.7-119 та ДСТУ Б В.2.7-121. У той самий час, на електрогенеруючих підприємствах України, у результаті спалювання вугілля, утворюються мільйони



тонн пилоподібних відходів – золи-винесення. Такі відходи є порівняно недорогою альтернативою стандартним наповнювачам.

Державною цільовою економічною програмою розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018–2022 роки, що затверджена постановою Кабінету міністрів України № 382 від 21 березня 2018 року, передбачено використання місцевих матеріалів, включаючи відходи промисловості під час будівництва автомобільних доріг. Разом з тим, на сьогодні досить незначна частина відходів промисловості застосовується в проектах будівництва автомобільних доріг, зокрема конструкції дорожнього одягу, що пов'язано з обмеженістю технологій вироблення асфальтобетонних сумішей з наповнювачами з відходів промисловості, так недосконалістю технологій влаштування шарів дорожнього одягу з дорожньо-будівельних матеріалів із додаванням відходів промисловості.

Виходячи із цього актуальність роботи полягає у вирішенні науково-практичної задачі – удосконалення технології вироблення асфальтобетонних сумішей із золою-винесення та впровадження технології влаштування шарів дорожнього одягу з асфальтобетонних сумішей із золою-винесення без погіршення їх довговічності, що сприятиме поліпшенню екологічного стану та вирішенню проблеми утилізації відходів промисловості, зменшення вартості будівництва автомобільних доріг.

#### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційне дослідження виконано відповідно до планів науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт Державного агентства автомобільних доріг України (Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України):

– тема № 57-21 «Провести дослідження, переглянути ДСТУ Б В.2.7-121:2014 «Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Технічні умови» та розробити зміну до ДСТУ 8772:2018 «Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Методи випробування» (№ державної реєстрації 0121U112736);

– тема № 62-21 «Виконати аналіз та розробити національні нормативні документи з проектування та застосування асфальтобетонних сумішей відповідно до стандартів серії ДСТУ EN 13108» (№ державної реєстрації 0121U112732).

#### **Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі**

Дослідження, що виконані у дисертаційній роботі, є послідовними, логічними, обґрунтованими. Усі отримані автором результати не суперечать результатам попередніх дослідників і є їх логічним розвитком. Наукові положення обґрунтовано на достатньому рівні.

Обґрунтованість наукових положень, висновків, рекомендацій, наведених у дисертації, підтверджується: обґрунтованим обсягом теоретичних та експериментальних досліджень; узгодженістю результатів теоретичних досліджень експериментальним даним; коректним застосуванням законів теорії фільтрації; використанням апробованого математичного апарату при розробленні математичної моделі оптимізації зернового складу мінеральної частини асфальтобетонної суміші; використанням стандартизованих методик дослідження властивостей асфальтобетонів; застосуванням необхідного вимірювального обладнання і сучасних методів обробки результатів вимірювань.

Математичні перетворення у дисертаційному дослідженні виконані коректно. На користь достовірності результатів, що отримані в дисертаційній роботі, свідчить задовільний рівень збіжності результатів теоретичних і експериментальних досліджень. Отримані в дисертації результати є фізично не суперечливими.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій обумовлена також логічною структурою дослідження, системністю опрацювання та викладення матеріалів дисертаційної роботи.

Висновки є повними, відповідають поставленим завданням, а практичні рекомендації щодо використання результатів дослідження достатньою мірою обґрунтовані теоретичними та практичними дослідженнями, які були проведені на високому методичному та науковому рівнях.

Методичний і науковий рівень оформлення й рубрикації дисертації повністю відповідають сучасним вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Назва дисертації адекватно відображає її зміст.

**Основні положення, які визначають наукову новизну дисертаційної роботи полягають у наступному:**

- вперше обґрунтовано та експериментально підтверджено можливість використання золи-винесення в якості наповнювача для асфальтобетонних сумішей;

- вперше встановлено закономірності впливу золи-винесення на атмосферостійкість асфальтобетону;

- розроблено коефіцієнт якості наповнювача та критерій придатності золи-винесення як наповнювача асфальтобетонних сумішей;

- удосконалено метод проектування зернового складу асфальтобетонних сумішей на основі розробленої математичної моделі оптимізації підбору зернового складу.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає:

- в обґрунтуванні можливості практичного використання золи-винесення в якості наповнювача в асфальтобетонних сумішах;

- розробленні методики визначення ущільнюваності асфальтобетонної суміші і програмного забезпечення раціонального підбору складу асфальтобетонної суміші; визначенні основних характеристик асфальтобетону із золою-винесення;

- встановлені залежності вмісту бітуму від типу наповнювача; удосконалені технології та розроблені рекомендації з виробництва асфальтобетонних сумішей із золою-винесення;

- удосконалені вимог до наповнювачів та розроблені ДСТУ 9246-1:2023 «Заповнювачі для асфальтобетонних сумішей та матеріалів, оброблених бітумним в'язучим. Технічні умови. Частина 1. Наповнювач»;

- практичному впровадженні виробництва асфальтобетонних сумішей та влаштування асфальтобетонних шарів дорожнього одягу із золою-винесення під'їзду до Бурштинської ТЕС.

Матеріали досліджень були впроваджені в Державному агентстві відновлення та розвитку інфраструктури України при розробленні нормативних документів: зміна до ДСТУ Б В.2.7-121:2014 «Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Технічні умови» та зміна до ДСТУ 8772:2018 «Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Методи випробування», ДСТУ EN 13108-1:2019 «Бітумомінеральні суміші. Технічні вимоги до матеріалів. Частина 1. Асфальтобетон (EN 13108-1:2006, IDT» та у навчальному процесі, а саме при викладанні дисциплін «Технологія будівництва доріг», «Сучасні технології будівництва автомобільних доріг» та в дипломному проектуванні для студентів спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, ОП «Автомобільні дороги, вулиці та дороги населених пунктів».

### **Повнота викладу наукових положень та отриманих результатів в опублікованих працях**

Матеріали роботи, що подані до захисту, отримано здобувачем самостійно або за його безпосередньою участю. За темою дисертаційного дослідження опубліковано 18 наукових праць, з яких: у періодичних фахових виданнях, що входять до переліку МОН України, 9 статей; 2 статті у зарубіжних періодичних наукових виданнях; 7 статей у збірниках праць за матеріалами наукових конференцій. Основні результати дисертаційної роботи були представлені на міжнародних і всеукраїнських конференціях і семінарах: Міжнародній науково-практичній конференції «Органічні і мінеральні в'язучі та дорожні бетони на їх основі» (Харків, ХНАДУ, 2022); Міжнародній конференції «Впровадження інноваційних матеріалів і технологій при проектуванні, будівництві та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури в рамках програми «Велике будівництво» (Київ, НТУ, 2022); наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету в 2021 р., 2022 р. та 2023 р.

За результатами ознайомлення з текстом дисертації, можна зробити висновок, що за повнотою викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях дисертація, що подана до захисту, відповідає вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії, що встановлені Міністерством освіти і науки України.

### **Оцінка змісту дисертації в цілому**

Дисертація містить вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел із 108 найменувань та три додатки. Загальний обсяг дисертації становить 217 сторінок. Основний текст викладений на 152 сторінках.

**Вступ.** На основі критичного аналізу стану проблеми та з урахуванням досвіду попередніх досліджень автором дисертації обґрунтовано актуальність теми дослідження, її зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету, задачі, об'єкт, предмет і методи дослідження, викладені наукова новизна, практичне значення результатів роботи, наведено інформацію про публікації основних положень дисертації та їх апробацію.

**У першому розділі** проаналізовано проблему кондиційних мінеральних порошоків та стан екологічного питання щодо відходів від електрогенеруючих підприємств, проведено аналіз закордонних досліджень та існуючого досвіду використання асфальтобетону із золою-винесення, умов його проєктування та застосування, визначено переваги та недоліки таких сумішей.

**У другому розділі** визначено узагальнені передумови найбільш вагомих параметрів, які впливають на впровадження та проєктування асфальтобетонів із золою-винесення. Виконано порівняння стандартного вапнякового наповнювача та золи-винесення різного походження за такими показниками як: адгезійна активність, стійкість до технологічного старіння асфальтов'язучого на їх основі, а також структурувальну здатність за різних експлуатаційних і технологічних температур. Встановлена можливість використання золи-винесення як наповнювача в асфальтобетоні, із цією метою розроблено коефіцієнт якості та критерій придатності золи-винесення як наповнювача асфальтобетонних сумішей. Розроблено математичну модель оптимізації зернового складу мінеральної частини асфальтобетонної суміші, зокрема з наповнювачем із золою-винесення. Розв'язання задачі здійснюється з використанням алгоритмів нелінійної оптимізації методом узагальненого зведеного градієнта або еволюційним методом. Розроблена математичка модель дозволила удосконалити метод проєктування зернового складу асфальтобетонних сумішей та розробити програмне забезпечення із застосуванням програм табличного процесора Excel. Використання даного методу дозволить пришвидшити оптимізацію зернового складу асфальтобетонної суміші, а також завдяки цьому можна вийти на найщільнішу можливу градацію зернового складу мінеральної частини асфальтобетонної суміші, яка називається максимальною градацією щільності або іноді кривою максимальної щільності Фуллера (W.B. Fuller), ці дані

дозволяють підібрати оптимальне співвідношення компонентів для виготовлення асфальтобетону з визначеним гранулометричним складом, що відповідає встановленим вимогам. Такий підхід гарантує високу якість та стабільність асфальтобетону, а також забезпечує довговічність асфальтобетонних шарів.

**У третьому розділі** встановлено відповідність золи-винесення згідно національних стандартів. Виявлено закономірності впливу золи-винесення на атмосферостійкість асфальтобетону.

Встановлено оптимальний вміст бітуму в складі асфальтобетонної суміші із золю-винесення становить 5,5 %, а для вапняку – 6 %, що говорить про економічну доцільність використання золи-винесення для виготовлення асфальтобетону. Розрахунковий модуль пружності асфальтобетону із золю-винесення практично не відрізняються від асфальтобетону з вапняковим наповнювачем. Додавання золи-винесення дозволяє підвищити модуль пружності асфальтобетону, що робить його більш стійким до руйнування та зносу під впливом навантажень і погодних умов.

**У четвертому розділі** розроблено метод визначення ущільнюваності асфальтобетонної суміші, який дозволяє визначити закінчення ущільнення асфальтобетонної суміші з оптимальним значенням залишкової пористості, встановлено, що асфальтобетонна суміш із золю-винесення ущільнюється швидше ніж з вапняковим наповнювачем на 7 %, що може свідчити про можливість зменшення кількості проходів катка в польових умовах. Розроблені практичні рекомендації щодо виробництва асфальтобетонних сумішей та виконано виробниче впровадження отриманих результатів.

**Загальні висновки** за результатами дисертаційного дослідження сформульовані послідовно. Висновки відповідають структурі дослідження, містять основні його результати та відображають реалізацію мети і завдань дослідження.

Дисертаційна робота містить 4 додатки, які доповнюють основний зміст дисертації. Додатки містять документи, що підтверджують впровадження результатів дисертаційного дослідження та список публікацій здобувача за темою дисертації.

#### **Відповідність дисертації встановленим вимогам**

Аналіз змісту дисертації дозволяє оцінити її як закінчене самостійне наукове дослідження, що містить достовірні обґрунтовані наукові та практичні результати. Викладення основного матеріалу дисертації, наукових положень, практичних результатів та висновків логічне та аргументоване. Використання матеріалів інших авторів здійснюється з посиланням на наукові праці. Мова та структура дисертації відповідають загальноприйнятому в наукових роботах. Дисертаційна робота відповідає вимогам до дисертаційних робіт на здобуття

наукового ступеня доктора філософії, що встановлені Міністерством освіти і науки України.

Відзначаючи змістовність та системність дослідження, що проведено Соколовим О.В., а також позитивно оцінюючи дисертацію «Удосконалення технології вироблення асфальтобетонних сумішей із золою-винесення для влаштування шарів дорожнього одягу», необхідно звернути увагу **на дискусійні положення, висновки та пропозиції, які вимагають додаткової аргументації автора:**

1. Для кращого сприйняття текстової частини дисертації доцільно було подати словник скорочень термінів та визначення позначених ними понять.

2. У роботі зроблено великий акцент на використанні нормативних документів і виконання лабораторних досліджень в рамках, які регламентують нормативні документи, що, на нашу думку, обмежило діапазон досліджень.

3. Із отриманих результатів дисертаційної роботи не зрозуміло, чи вони придатні для асфальтобетонних сумішей на бітумах різного походження?

4. При техніко-економічному обґрунтуванні застосування золи-винесення доцільно було б встановити раціональні межі її транспортування, оскільки витрати на доставку матеріалу на теперішній час складають більшу частину вартості дорожньо-будівельних матеріалів.

5. По тексту зустрічаються незначні граматичні неточності, зокрема написання золи-винесення: з дефісом, через тире, окремо та «зола виносу» (рисунки у розділі 3).

#### **Загальний висновок та оцінка дисертаційної роботи**

1. Дисертаційна робота Соколова Олексія Владиславовича є завершеною науково-дослідною працею, виконаною автором самостійно, містить нові науково-обґрунтовані результати, виконана з використанням сучасних методів досліджень, що у сукупності вирішують важливе науково-практичне завдання удосконалення технології вироблення асфальтобетонних сумішей із золою-винесення та впровадження технології влаштування шарів дорожнього одягу з асфальтобетонних сумішей із золою-винесення без погіршення їх довговічності.

2. Дисертаційна робота побудована логічно відповідно до методології дослідження, що дозволило авторові досягти мети дослідження та успішно вирішити основні завдання дослідження.

3. У дисертації представлено власні результати досліджень автора. Ідеї, матеріали та результати досліджень інших авторів, мають відповідні посилання у дисертаційній роботі.

4. Розроблені у дисертації теоретичні положення, методики, експериментальні дані, рекомендації мають практичне значення та можуть бути використані підприємствами, що належать до сфери управління Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України та комунального підпорядкування, науковими установами, а також підприємствами усіх форм

власності під час проектування, будування та експлуатаційного утримання автомобільних доріг, вулиць та доріг населених пунктів.

5. Основні результати дисертації з достатньою повнотою викладені в опублікованих наукових працях автора, пройшли апробацію та практичну перевірку. Представлена дисертаційна робота за змістом та якістю теоретичних і практичних розробок відповідає рівню дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

6. Представлені до розгляду публікації задовольняють вимогам п. 6-9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

7. Зважаючи на актуальність вирішених завдань, отриманих наукових результатів, дисертаційна робота відповідає вимогам щодо оформлення дисертаційних робіт згідно наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 року, а її автор, Соколов Олексій Владиславович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук,  
професор, професор кафедри  
проектування доріг, геодезії і землеустрою,  
перший проректор  
Харківського національного  
автомобільно-дорожнього  
університету



Анжеліка БАТРАКОВА