

ВІДГУК
офіційного опонента
на дисертаційну роботу Ян Шилинь
«Використання вуглецевих нанотрубок в дорожньому та аеродромному
будівництві при динамічних навантаженнях»,
представлену на здобуття вченого ступеня доктора філософії
у галузі 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192
«Будівництво та цивільна інженерія»

1. Актуальність теми дисертаційної роботи та новизна теми

Дисертаційну роботу здобувача Ян Шилинь можна оцінити з позитивного боку. У ній аргументовано актуальність дослідження, чітко визначено мету і предмет дослідження. Асфальтобетон і бетон є основними матеріалами, що використовуються в будівництві автомобільних доріг і покриттів в аеропортах, які стикаються з такими проблемами, як коливання температури навколишнього середовища і механічні динамічні навантаження, і потребують поліпшення експлуатаційних характеристик і довговічності. Нанотехнології та використання наноматеріалів розглядаються як ключові шляхи для покращення експлуатаційних характеристик цих матеріалів. Автор використовував вуглецеві нанотрубки для модифікації асфальтобетону та цементного бетону з метою підвищення їх несучої здатності та продовження терміну служби, що, в свою чергу, зменшує деформацію та пошкодження дорожнього покриття, знижує витрати та сировину, а також забезпечує економію енергії та скорочення викидів.

Загалом, актуальність роботи полягає у вирішенні важливої наступної науково-практичної задачі – підвищення рівня безпеки та експлуатаційних характеристик автомобільних доріг України за рахунок удосконалення технології модифікації вуглецевими нанотрубками асфальтобетону та цементобетону, що сприятиме розвитку дорожньої галузі України в цілому. Тому ці дослідження є значним внеском у сферу будівельних матеріалів, пропонуючи інноваційні рішення для покращення експлуатаційних характеристик та довговічності дорожніх та аеропортових будівельних матеріалів. Воно також відкриває нові шляхи для майбутніх досліджень і розробок в галузі нанотехнологій і будівництва. Це дослідження має надзвичайне значення з точки зору економічної та наукової цінності. Вони можуть призвести до економії коштів, ефективності використання ресурсів, нових ринкових можливостей та конкурентних переваг і відповідають тенденції сталого розвитку. Це створює міцну основу для майбутніх масштабних досліджень.

Це дослідження демонструє значні інновації в модифікованому вуглецевими нанотрубками (ВНТ) асфальтобетоні та цементобетоні.

1) Це дослідження вперше використало ВНТ для значного покращення стійкості асфальтобетону до старіння та стирання, чого не можна було досягти за допомогою звичайних матеріалів. Використання ВНТ в якості стабілізаторів та інгібіторів в процесі старіння ПББ дозволяє уповільнити коливання температури розм'якшення та показників якості зразків після старіння більш ніж в 10 разів, що є незрівняним з традиційними матеріалами.

2) Це дослідження дозволило додатково покращити розмір частинок та в'язкість асфальто-смоляних композитів, підвищити стабільність наномодифікованого в'язучого та зменшити розшарування. Механічні властивості асфальтобетону, такі як твердість, міцність на розрив та морозостійкість, були значно покращені, температура розм'якшення була підвищена на 24%, температура крихкості знижена на 20%, а еластичність значно покращена.

3) Це дослідження вперше показало, що вуглецеві нанотрубки сприяють швидкому зростанню кристалів гідрату хлориду магнію, в результаті чого утворюється щільна мікроструктура з мінімальною пористістю, що призводить до різкого збільшення початкової міцності і жорсткості бетону.

4) Це дослідження вперше показало, що використання високомолекулярних органічних полімерів в якості дисперсійного середовища має вирішальне значення для ефективного диспергування ВНТ, що не тільки покращує початкову плинність бетону, але і підвищує довготривалу стабільність бетонної суміші за рахунок утворення стабільної колоїдної системи.

2. Значення для науки та практики

Найважливішим науковим результатом, автором отримано вперше, і визначальним для відповідності дисертації вимогам до рівня кваліфікації на здобуття наукового ступеня доктора філософії, є розробка асфальтобетонів та бетонних сумішей з покращеними фізико-механічними та експлуатаційними властивостями з урахуванням показників екологічності, економічності та надійності.

Загальне покращення експлуатаційних характеристик та широкий потенціал застосування асфальтобетону роблять це дослідження надзвичайно новим та важливим у галузі технології застосування вуглецевих нанотрубок.

Це дослідження дозволило уточнити оптимальну рецептуру бетонної суміші та вміст модифікатора з вуглецевих нанотрубок, що дозволило отримати бетонні суміші з бажаними показниками текучості та відмінною міцністю на стиск, які ще більше підвищують надійність та довговічність бетонних та залізобетонних конструкцій, особливо в цивільному будівництві.

Це дослідження значно підвищує експлуатаційну надійність і довговічність структурних компонентів і покриттів, забезпечуючи при цьому екологічно чисте рішення для ефективної утилізації таких відходів, як летюча зола і доменний шлак.

Це дослідження не тільки технічно визначає оптимальний склад бетонних сумішей, але й надає новий метод виробництва високоякісного та довговічного наномодифікованого бетону, що має важливе значення для покращення експлуатаційних характеристик матеріалів як для легкої, так і для важкої промисловості.

3. Обґрунтованість та достовірність результатів

Основні результати та висновки роботи є достовірними, обґрунтованими та апробованими. Якщо говорити про структуру дисертаційного дослідження, то структура і подання матеріалів є традиційними для робіт технічної спеціальності – дисертаційна робота складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

Дисертаційні дослідження ґрунтуються на детальному та якісному аналізі проблеми,

а також на аналізі аналогічних робіт, виконаних іншими дослідниками для вирішення поставленої проблеми. Всі експериментальні дослідження виконані з дотриманням вимог відповідних норм, з узагальненням та використанням кращих експериментальних методик попередніх авторів, у поєднанні з сучасними передовими та досконалими експериментальними приладами, проведено велику кількість новаторських експериментальних досліджень, експериментальні дані всебічно узагальнені, проаналізовані та узагальнені, що не викликає сумнівів у достовірності отриманих експериментальних даних. Висновки, зроблені авторами в дисертації, повністю відповідають змісту дисертації та отриманим результатам.

4. Цілісність дисертації в публікаціях

За час роботи автора над дисертацією, починаючи з 2020 року, було опубліковано наукові статі, які тісно пов'язані з темою дослідження, і всі наукові публікації були прийняті та опубліковані в міжнародних журналах високого рівня.

Результати дослідження опубліковані у достатній кількості 16 - ти наукових праць. Ці публікації включені до міжнародних баз даних - Web of Science-Science Citation Index Expanded. А також у 8 – ми наукових конференціях, що спонукає повному оприлюдненню результатів дослідження.

5. Написання статті та тез доповіді

Оформлення доповіді та тез відповідає встановленим вимогам. Анотація повністю відображає зміст, структуру та основні результати роботи.

6. Зауваження та побажання до дисертаційної роботи:

1) Частина дисертації про асфальтобетони, модифіковані вуглецевими нанотрубками, в основному стосується модифікації ПББ, але є також експериментальне дослідження модифікації вуглецевими нанотрубками нітрильного каучуку з домішками, що створює враження, що процес дослідження заплутаний.

2) Розмір експериментальних зразків у частині дисертації про модифікований вуглецевими нанотрубками бетон становить 2*2*2 см, що не є стандартним розміром для тестування будівельних матеріалів, і велика різниця в розмірах, це може призведе до великої похибки в експериментальних результатах.

Зауваження щодо подання дисертації та її оформлення:

3) Аналіз стану проблеми в першому розділі дисертації зазвичай призначений для визначення ключових завдань, які ще не вирішені в процесі досягнення мети роботи та формулювання відповідних завдань дисертаційного дослідження. У цьому розділі таке обґрунтоване формулювання відсутнє.

4) Загальні висновки у розділах 4 та 5 не зовсім точно та повно підсумовують основні положення цього розділу.

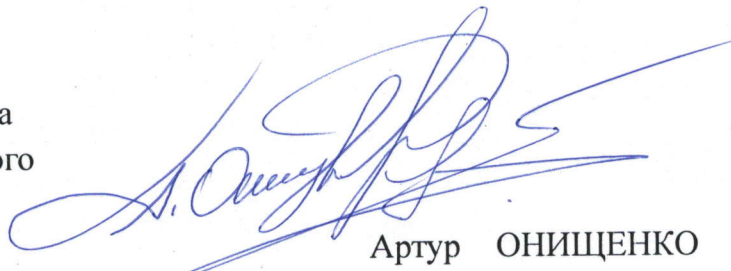
Вищезазначені зауваження не применшують загальної позитивної оцінки роботи, а скоріше є наслідком складності розглянутого авторами процесу.

Загальні висновки

В цілому, аналізуючи зміст дисертації, слід зазначити, що робота є закінченою науково-дослідною працею, яка містить цілий ряд нових наукових результатів,

експериментів, виконана з використанням сучасних методів досліджень та науково обґрунтовані практичних рекомендації щодо технології модифікації вуглецевими нанотрубками асфальтобетону та цементобетону.. У дисертаційній роботі вирішена важлива науково-практична задача, яка містить нові наукові результати, вирішує багато наукових проблем в дорожньому та аеродромному будівництві в умовах динамічних навантажень, значно покращує структурні, хімічні та фізичні властивості асфальтобетону та бетону, підвищує механічну міцність, довговічність та стійкість до впливу факторів навколишнього середовища, таких як старіння та зношування. Це дослідження пропонує інноваційні рішення для покращення експлуатаційних характеристик та довговічності дорожніх та аеропортових будівельних матеріалів і є значним внеском у галузь будівельних матеріалів. Зважаючи на актуальність вирішених завдань, отриманих наукових результатів, теоретично обґрунтованих наукових положень, використаних сучасних методів наукових досліджень при виконанні експериментальних та практичних досліджень та підтверженої значимості, дисертаційна робота та 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» (зі змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 341 від 21.03.2022 р.), а її автор, автор **Ян Шилинь**, заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Офіційний опонент,
завідувач кафедри мостів, тунелів та
гідротехнічних споруд Національного
транспортного університету,
доктор технічних наук, професор



Артур ОНИЩЕНКО

Підпис проф. д.т.н. Онищенко А.М. засвідчую :
Вчений секретар Національного транспортного
університету, проф., к.т.н.



Олександр МЕЛЬНИЧЕНКО

REVIEW
Official Opponent
for the dissertation work of Yan Shilin
"Application of carbon nanotubes in road and airfield
construction under dynamic loads",
presented for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy
in field 19 "Architecture and construction" with specialty 192
"Construction and civil engineering"

1. Relevance of the dissertation topic and novelty of the topic

The dissertation work of the applicant Yang Shilin can be assessed positively. It argues the relevance of the study, clearly defines the purpose and subject of the study. Asphalt concrete and concrete are the main materials used in the construction of highways and airport pavements, which face problems such as fluctuations in ambient temperature and mechanical dynamic loads and need to improve performance and durability. Nanotechnology and the use of nanomaterials are seen as keyways to improve the performance of these materials. The author has used carbon nanotubes to modify asphalt concrete and cement concrete to increase their bearing capacity and extend their service life, which in turn reduces deformation and damage to the pavement, reduces costs and raw materials, and provides energy savings and emissions reductions.

In general, the relevance of the work is to solve an important next scientific and practical task - to increase the level of safety and operational characteristics of Ukrainian roads by improving the technology of modification of asphalt and cement concrete with carbon nanotubes, which will contribute to the development of the road industry in Ukraine as a whole. Therefore, this study is a significant contribution to the field of construction materials, offering innovative solutions to improve the performance and durability of road and airfield construction materials. It also opens new avenues for future study and development in the field of nanotechnology and construction. This study is of great importance in terms of economic and scientific value. They can lead to cost savings, resource efficiency, new market opportunities and competitive advantages, and are in line with the trend of sustainable development. This creates a solid foundation for future large-scale study.

This study demonstrates significant innovations in carbon nanotubes (CNTs) modified asphalt and cement concrete.

1) This study is the first to use CNTs to significantly improve the aging and abrasion resistance of asphalt concrete, which could not be achieved with conventional materials. The use of CNTs as stabilizers and inhibitors in the aging process of PBM can slow down the fluctuations in softening point and quality indicators of samples after aging by more than 10 times, which is incomparable to traditional materials.

2) This study has further improved the particle size and viscosity of asphalt-resin composites, increased the stability of the nanomodified binder, and reduced delamination. The mechanical properties of asphalt concrete, such as hardness, tensile strength, and frost resistance, were significantly improved, the softening point was increased by 24%, the brittle point was reduced by 20%, and the elasticity was significantly improved.

3) This study is the first to show that carbon nanotubes promote the rapid growth of magnesium chloride hydrate crystals, resulting in a dense microstructure with minimal porosity, resulting in a dramatic increase in the initial strength and stiffness of concrete.

4) This study has shown for the first time that the use of high molecular weight organic polymers as a dispersion medium is crucial for the effective dispersion of CNTs, which not only improves the initial fluidity of concrete, but also increases the long-term stability of the concrete mix by forming a stable colloidal system.

2. Importance for science and practice

The most important scientific result, obtained by the author for the first time, and crucial for the compliance of the dissertation with the requirements for the level of qualification for the degree of Doctor of Philosophy, is the development of asphalt concrete and concrete mixtures with improved physical, mechanical and operational properties, considering environmental friendliness, economy, and reliability.

The overall improvement in performance and the wide potential for asphalt application make this research extremely new and important in the field of carbon nanotube technology.

This study allowed us to clarify the optimal concrete mix formulation and content of carbon nanotube modifier, which allowed us to obtain concrete mixtures with the desired flow properties and excellent compressive strength, which further increase the reliability and durability of concrete and reinforced concrete structures, especially in civil engineering.

This study significantly improves the operational reliability and durability of structural components and coatings, while providing an environmentally friendly solution for the efficient disposal of waste materials such as fly ash and blast furnace slag.

This study not only technically determines the optimal composition of concrete mixtures, but also provides a new method for producing high-quality and durable nanomodified concrete, which is essential for improving the performance of materials for both light and heavy industries.

3. Validity and reliability of the results

The main results and conclusions of the work are reliable, substantiated and tested. As for the structure of the dissertation research, the structure and presentation of materials are traditional for works of a technical specialty - the dissertation consists of an introduction, 5 chapters, conclusions, a list of references, and appendices.

Dissertation studies are based on a detailed and qualitative analysis of the problem, as well as on the analysis of similar works performed by other researchers to solve the problem. All experimental studies were carried out in compliance with the requirements of the relevant standards, with the generalization and use of the best experimental methods of previous authors, in combination with modern advanced and sophisticated experimental devices, many innovative experimental studies were conducted, experimental data were comprehensively summarized, analyzed, and generalized, which raises no doubt about the reliability of the experimental data obtained. The conclusions drawn by the authors in the dissertation fully correspond to the content of the dissertation and the results obtained.

4. Integrity of the dissertation in publications

During the author's work on the dissertation, starting in 2020, scientific articles closely

related to the topic of the study were published, and all scientific publications were accepted and published in high-level international journals.

The results of the study have been published in a sufficient number of 16 scientific papers. These publications are included in the international databases - Web of Science- Science Citation Index Expanded. And in 8 scientific conferences, which encourages the full disclosure of research results.

5. Writing an article and abstracts

The design of the report and abstracts meets the established requirements. The abstract fully reflects the content, structure, and main results of the work.

6. Comments on the dissertation and suggestions for improvement:

1) The dissertation part on carbon nanotube modified asphalts is mainly about the modification of PBB, but there is also an experimental study on the modification of nitrile rubber with admixtures by carbon nanotubes, which gives the impression that the research process is confusing.

2) The size of the experimental samples in the part of the thesis on carbon nanotube modified concrete is 2*2*2 cm, which is not the standard size for testing building materials, and the size difference is large, it may lead to a large error in the experimental results.

Comments on the dissertation presentation and formatting:

3) The analysis of the state of the problem in the first chapter of the dissertation is usually intended to identify the key tasks that have not yet been solved in the process of achieving the purpose of the work and to formulate the corresponding tasks of the dissertation study. This section lacks such a reasonable formulation.

4) The general conclusions in chapters 4 and 5 do not accurately and fully summarize the main points of this chapter.

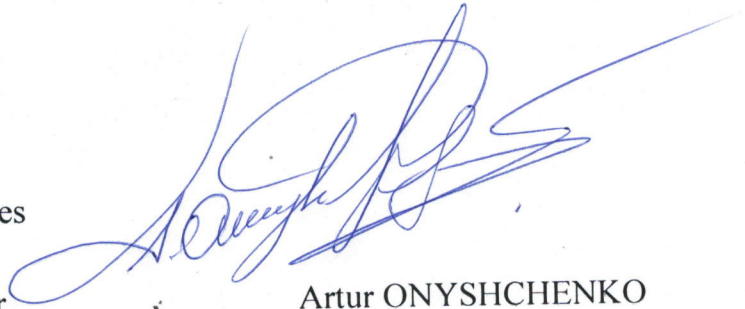
The above remarks do not detract from the overall positive assessment of the dissertation, but rather are a consequence of the complexity of the process considered by the authors.

General conclusions

In general, analyzing the content of the dissertation, it should be noted that the work is a completed scientific study that contains a few new scientific results, experiments, performed using modern scientific methods and scientifically sound practical recommendations on the technology of modification of asphalt and cement concrete with carbon nanotubes. The dissertation solves an important scientific and practical problem that contains new scientific results, solves many scientific problems in road and airfield construction under dynamic loads, significantly improves the structural, chemical, and physical properties of asphalt concrete and concrete, increases mechanical strength, durability, and resistance to environmental factors such as aging and wear. This study offers innovative solutions to improve the performance and durability of road and airfield construction materials and is a significant contribution to the field of construction materials. Taking into account the relevance of the solved tasks, obtained scientific results, theoretically grounded scientific propositions, used modern methods of scientific study in the performance of experimental and practical research and confirmed significance, the dissertation work and the publications submitted for consideration satisfy the requirements of clauses 6-9 of the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 12

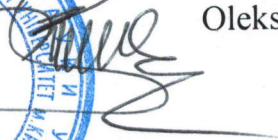
of January 2022 No. 44 "On approval of the Procedure for awarding the degree of Doctor of Philosophy and cancellation of the decision of the one-time specialized academic council of a higher education institution, scientific institution on awarding the degree of Doctor of Philosophy" (with changes made in accordance with Resolution of the CMU No. 341 dated 21.03.2022), and its author, the author **Yan Shilin**, deserves to be awarded the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 19 "Architecture and construction" in the specialty 192 "Construction and civil engineering".

Official Opponent
Head of the Department of
Bridges, tunnels, and hydraulic structures
National Transport University
Doctor of Technical Sciences, Professor



Artur ONYSHCHENKO

The signature of Prof. Dr. Onyshchenko A.M. is attested:
Academic Secretary of National Transport University,
Candidate of Technical Sciences, Professor.



Oleksandr MELNICHENKO