

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Сунь Цзяня на тему «Підвищення довговічності шарів дорожнього одягу влаштованих з використанням щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів», яка представлена на здобуття ступеня доктора філософії у галузі 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

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

Аналіз проблеми утилізації відходів та раціонального використання вторинних ресурсів підприємств чорної металургії показує, що ці підприємства зазнають значних економічних втрат, пов'язаних із накопиченням твердих відходів, виводячи з господарського обороту великі території.

Заміна кам'яних матеріалів у дорожньому будівництві на відходи виробництва – це важливий аспект екологічного та економічного будівництва. В умовах все більш високої вартості видобутку кондиційних кам'яних матеріалів, для багатьох країн актуальним завданням є розроблення ефективної технології широкого використання в дорожній галузі щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів замість щебенево-піщаних сумішей із кондиційних кам'яних матеріалів.

Але технологічні особливості дорожнього будівництва висувають особливі вимоги до дорожньо-будівельних матеріалів щодо фізико-механічних властивостей та експлуатаційних характеристик.

Щебенево-піщаних сумішей з додаванням мінеральних в'язучих мають гарну міцність і жорсткість. Одночасно їм притаманна недостатньо висока тріщиностійкість і морозостійкість. Це зменшує довговічність дорожніх одягів протягом періоду експлуатації, через зростання інтенсивності руху транспортних засобів та величини навантажень, на дорожню конструкцію.

Управління процесами структуроутворення в цементних композиційних системах може бути здійснено різними методами та підходами, включаючи вибір оптимального складу, додавання спеціальних добавок, регулювання умов гідратації та застосування спеціальних методів обробки. Це дозволяє покращити

властивості та характеристики конгломератних матеріалів, а також усунути чи уповільнити руйнування їх структур.

Розробка науково обґрунтованого підходу до прийняття технологічних рішень зміцнення матеріалів із щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів, дозволяє визначити оптимальні рецептури даного матеріалів на основі встановлення закономірностей впливу цементу спільно з комплексом добавок на процеси структуроутворення та їх властивості. Це покращує формування необхідних технологічних характеристик щебенево-піщаних сумішей та дозволяє керувати їх фізико-механічними властивостями.

Таким чином, актуальність роботи обумовлена необхідністю вирішення важливої науково-практичної задачі підвищення довговічності шарів дорожнього одягу, які влаштовані з використанням щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів, та відповідає сучасним вимогам до забезпечення надійності та ефективності функціонування автомобільних доріг.

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій

Дисертаційна робота за змістом і оформленням відповідає вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Дисертація включає вступ, п'ять розділів, загальні висновки, список використаних джерел обсягом 155 найменувань та три додатки. Загальний обсяг дисертації становить 212 сторінок. Основний текст викладений на 158 сторінках.

У вступі обґрунтовано актуальність дослідження, наведено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, визначено мету і задачі дослідження, об'єкт дослідження, методи дослідження. Сформульовано наукову новизну отриманих результатів, практичне значення результатів, визначено особистий внесок здобувача. Наведено відомості про апробацію результатів дисертаційної роботи.

У першому розділі роботи проведено аналіз стану питання утилізації відходів залізрудних підприємств і шляхи вирішення цієї проблеми в різних країнах світу, це і вилучення цінних металів і неметалевих елементів із залізовмісних відходів, і використання залізистих кварцитів для виробництва будівельних матеріалів, і застосовування тонкодисперсних залізистих кварцитів в

якості ґрунтополіпшувачів, а також для будівництва та відновлення дорожніх одягів автомобільних доріг.

Традиційно ці відходи представляють собою нефракціоновані відсівы у вигляді щебенево-піщаних сумішей. Але вони мають недостатньо високу міцність, порівняно з традиційними кам'яними матеріалами. Тому такі суміші необхідно зміцнювати в'язучими матеріалами різного походження. В роботі виконана систематизація досліджень щодо застосування в дорожньому будівництві цементовмісних матеріалів модифікованих полімерними добавками і досліджень фіброармованих цементовмісних матеріалів. Аналіз яких показує що додавання до щебенево-піщаних сумішей із кондиційних кам'яних матеріалів мінерального, або органічного чи комплексних в'язучих, дозволяє зміцнити цей матеріал в шарах основи дорожніх одягів. На відміну від цього вплив комплексу модифікуючих добавок на властивості матеріалів з щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів зміцнених цементом потребують поглиблених комплексних досліджень.

У другому розділі виконано дослідження впливу складників та послідовності технологічних етапів приготування матеріалів з щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів зміцнених цементом, на процеси їх структуроутворення і довговічності. Сформульована наукова гіпотеза дослідження яка полягає в тому, що досягнення високих показників міцності, тріщиностійкості та морозостійкості матеріалу з щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів в шарах дорожнього одягу можливе за одночасного використання для їх зміцнення: цементу, який забезпечує формування жорстких кристалізаційних зв'язків структури; водного катіонного латексу, який одночасно виконує функції органічного в'язучого та пластифікатора і забезпечує формування коагуляційно-конденсаційних зв'язків структури; базальтових фіброволокон, як армуючого складника, який підвищує розрахункові характеристики (міцність за розтягу, модуль пружності) матеріалу. Для підтвердження цієї гіпотези сформульована програма експериментальних досліджень.

У третьому розділі подана характеристика матеріалів прийнятих для дослідження. З метою вивчення впливу вмісту цементу на механічні властивості щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів різних гранулометричних складів, автором були прийняті суміші з різним максимальним розміром зерен щебеню 10 мм, 20 мм та 40 мм.

Для виконання програми експериментальних досліджень в дисертаційній роботі окрім стандартизованих методів дослідження були прийняті спеціальні

методи і обладнання. Для дослідження властивостей щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів застосовували методи проведення і обробки результатів досліджень за методикою, викладеною в діючих нормативних документах.

Результатами підтверджено, що вихідні складники щебенево-піщаних сумішей із залізистого кварциту і безпосередньо суміші, прийняті для досліджень, відповідають вимогам чинних стандартів. В якості в'язучого використовувався портландцемент марки 400, в якості модифікуючої полімерної добавки - катіонний латекс «Butonal NS 198» та «Butonal 5126», в якості армуючого складника в щебенево-піщаних сумішей додавали базальтову фібру.

Четвертий розділ присвячений експериментальним та лабораторним дослідженням. Виявлено закономірності впливу вмісту води та латексу на щільність щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів, впливу вмісту цементу на міцність щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів різної гранулометрії, впливу добавок катіонного латексу на процеси структуроутворення та властивості щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів зміцнених цементом, впливу добавок базальтової фібри на міцність щебенево-піщаних сумішей та комплексного впливу добавок базальтової фібри і катіонного латексу на міцність і низькотемпературні властивості щебенево-піщаних сумішей зміцнених цементом. Результати експериментальних досліджень підтверджують наукову гіпотезу, що додавання комплексу запропонованих добавок викликає зростання значень границі міцності на стиск, міцності на розкол, міцності на розтяг під час згину, модуля пружності, коефіцієнта морозостійкості, максимальної структурної міцності і індексу температурної тріщиностійкості щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів зміцненої цементом.

У **п'ятому розділі** відображені практичні застосування результатів досліджень. За результатами досліджень зернового складу вихідних щебенево-піщаних сумішей Полтавського ГЗК був розроблений «Технологічний регламентна виготовлення щебеню та піску для будівельних робіт з кварцитів Полтавського гірничо-збагачувального комбінату, а також приготування щебенево-піщаних сумішей з них» та «Рекомендації щодо технології приготування та будівництва шарів дорожніх одягів із застосуванням щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів, зміцнених цементом та модифікуючими добавками».

Загалом, проведений аналіз інформаційних джерел та наукових робіт, наукові положення, експериментальні дослідження, практичні рекомендації та висновки є обґрунтованими і достовірними. У **висновках** міститься 7 пунктів та

зазначені впровадження, які відображені відповідно до поставлених завдань та логічна пов'язані з висновками по розділам дисертаційної роботи, це свідчить про те що всі поставлені автором задачі виконані і мета роботи досягнута, тобто дисертація є завершеною науковою працею. Теоретичні та експериментальні результати досліджень, які виносяться на захист, отримано автором самостійно.

Наукова новизна і практичне значення отриманих результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в наступному:

- удосконалені теоретичні і експериментальні дослідження впливу мінеральних в'язучих та комплексних модифікуючих добавок різного функціонального призначення на властивості матеріалів з щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів для влаштування шарів дорожніх одягів автомобільних доріг;

- виконані дослідження щодо впливу концентрації водорозчинних катіонних латексів на поверхневий натяг і кут змочування мінеральної поверхні їх водними розчинами. Підтверджено, що збільшення вмісту катіонного водного латексу у воді призводить до зменшення величини поверхневого натягу і крайового кута змочування мінеральної поверхні їхніми розчинами. Встановлено, що збільшення вмісту латексу, у перерахунку на тверду речовину у складі катіонного водного латексу, призводить до зменшення величини поверхневого натягу водного розчину, за постійного значення критичної концентрації міцелоутворення;

- вперше досліджений комплексний вплив цементу, катіонного водного латексу і базальтової фібри на структурну міцність, індекс температурної тріщиностійкості, морозостійкість, модуль пружності та показник дефектності структури матеріалів з щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів. Встановлено, що зміцнення матеріалів з щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів за одночасного додавання цементу, водного латексу та базальтової фібри, забезпечує найбільше зростання показників морозостійкості і тріщиностійкості.

Практичне значення отриманих результатів полягає у вирішенні питань, які пов'язані з розширенням можливостей використання ЩПС із залізистих кварцитів зміцнених цементом, в конструктивних шарах дорожніх одягів, що дозволяє знизити вартість будівництва автомобільних доріг. Це підтверджується впровадженням результатів дослідження під час поточного ремонту дорожнього

одягу на автомобільній дорозі М-03 «Київ – Харків – Довжанський» в межах Харківської області (довідка Служби відновлення та розвитку інфраструктури у Харківській області), під час будівництва дорожнього одягу на лісових автомобільних дорогах в Івано-Франківській та Львівській областях (довідка ТОВ «ПБС»), при виготовленні щебню та піску для будівельних робіт з кварцитів Полтавського гірничо-збагачувального комбінату (довідка ТОВ «ГЕОМАКС»). Крім цього результати дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті у лекційних курсах «Технологія будівництва автомобільних доріг» та у дипломне проектування для студентів, спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Повнота опублікування основних положень дисертаційної роботи

За темою дисертаційного дослідження опубліковано 15 наукових праць, у тому числі 5 у періодичних фахових виданнях, що входять до переліку МОН України (включені до міжнародної наукометричної бази Scholar Google); 3 статті у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science; 7 у збірниках праць за матеріалами конференцій.

Основні результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались: на міжнародній конференції «Впровадження інноваційних матеріалів і технологій при проектуванні, будівництві та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури в рамках програми «Велике будівництво», (Київ, 2022); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури», (Київ, 2022); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції молодих учених та студентів «Інноваційні процеси в галузі дорожнього будівництва», (Луцьк, 2022); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Сучасні проблеми містобудування. Перспективи та пріоритети розвитку», (Луцьк, 2023); Третій міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури», (Київ, 2023).

Зауваження та побажання до дисертаційної роботи

1. Автору слід було б пояснити в першому розділі, чому базальтові волокна були обрані в якості добавки для підвищення довговічності ЩПС-40 із залізистих кварцитів зміцнених цементом.

2. С.3 Дисертації: якщо хімічної взаємодії між латексом і цементом немає (так написано), то за рахунок чого відбувається зміцнення структури й утворення дрібнозернистих кристалогідратів?

3. На С. 86, автор повинен пояснити, чому збільшення вмісту щебеню призводить до підвищення механічних властивостей ЩПС із залізистих кварцитів зміцнених цементом.

4. С. 88-90 Не зрозуміло, чому не досліджувалась зміна середньої щільності щебенево-піщаних сумішей укріплених цементом із залізистих кварцитів від зміни максимальної крупності зерен щебеню та вмісту цементу у складі укріплених сумішей?

5. В експериментальних дослідженнях, що наведені на сторінці 97 і далі за текстом роботи, для дослідження була прийнята ЩПС із залізистих кварцитів з додаванням 4 % цементу від маси мінеральної частини. Автору слід було б пояснити, чому була прийнята така кількість цементу, а ні 6 % або 8 %, які мають більшу міцність.

6. Також в експериментальних дослідженнях, в якості модифікуючих полімерних добавок використовується катіонний латекс «Butonal NS 198» та «Butonal 5126». Автору слід було б зробити висновок, який катіонний латекс він рекомендує для використання на виробництві для підвищення морозостійкості матеріалів з ЩПС із залізистих кварцитів зміцнених цементом.

7. С. 108 Бажано пояснити, вибір концентрації цементу, а також відсутності в роботі досліджень залежності вмісту цементу від вмісту базальтової фібри у складі піщаної частини суміші.

8. С.109-110 Автору необхідно пояснити, чому довжина базальтових фібр впливає на механічні властивості ЩПС-40 із залізистих кварцитів зміцнених цементом.

9. Сторінка 119 автор має пояснити причину здатності латексу підвищувати морозостійкість ЩПС-40 із залізистих кварцитів зміцнених цементом.

Наведені зауваження не зменшують значущість отриманих результатів дослідження і мають рекомендаційний характер.

Загальні висновки

В цілому дисертаційна робота Сунь Цзяня «Підвищення довговічності шарів дорожнього одягу влаштованих з використанням щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів», відповідає вимогам до дисертацій наукового ступеня доктора філософії спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань «Архітектура та будівництво». У дисертаційній роботі вирішена важлива науково-практична задача, що полягає в удосконаленні технології приготування та будівництва шарів дорожніх одягів із застосуванням щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів, зміцнених цементом та модифікуючими добавками.

Таким чином, дисертаційна робота Сунь Цзяня на тему: «Підвищення довговічності шарів дорожнього одягу влаштованих з використанням щебенево-піщаних сумішей із залізистих кварцитів», 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, Сунь Цзянь, заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

РЕЦЕНЗЕНТ

Доцент кафедри будівництва
та експлуатації автомобільних
доріг ім. О.К. Біруля
Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету,
кандидат технічних наук

Андрій СЕДОВ

