

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Борзяк Ольги Сергіївни**
“Регулювання контактних взаємодій для підвищення стійкості в умовах експлуатації матеріалів на основі мінеральних в’язучих”,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.23.05 - Будівельні матеріали та вироби

Склад і структура дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Борзяк О.С. представлена в об’ємі 415 сторінки повного тесту, який включає анотацію, вступ, 6 розділів, висновки, список використаних джерел із 370 найменувань на 38 сторінках та 8 додатків на 75 сторінках. Рукопис дисертації містить 271 сторінки основного тексту, в тому числі, 29 таблиць та 90 рисунків.

Актуальність теми дослідження. Відмінною особливістю, представленої на опонування роботи, є глибина теоретичного та науково-методичного аналізу процесів та явищ нанорозмірного рівня, що протікають у колоїдних дисперсних системах на поверхні розділу фаз, масштабування зазначених процесів на макрорівень та їх вплив на фізико-хімічні властивості композитів на стадії їхньої технологічної обробки, на будівельно-експлуатаційні властивості виробів та конструкцій. З позицій фізико-хімічної механіки взаємовплив та взаємне розташування у просторі кристалічної решітки твердих фаз, так і матриці у вигляді сітки-каркаса з коагуляційних фаз, утворених молекулярним зчепленням хаотично розташованих наночастинок, включає поняття "формування структури". Процес формування структури представлений як ключовий об’єкт дослідження.

Такий підхід до аналізу мульти компонентних систем є своєчасним і актуальним. Проведений автором аналіз взаємовпливу різномасштабних рівнів на специфічні властивості нано- та мікродисперсних компонентів та перехід до макромасштабування структури та властивостей у конструкції, які визначають здатність чинити опір деформаціям та руйнуванню (тріщино-, водо-, корозійної стійкості) при зовнішньому впливі на матеріал конструкції. Розвиває уявлення про формування складних структур у мультикомпонентних дисперсних системах та відкриває нові можливості для їх поглибленого аналізу з метою підвищення якості та довговічності конструкцій, які працюють у складних природних та механічних умовах обводнення, електроструму тощо.

Актуальність вибраного автором напрямку дослідження підтверджується її участю у виконанні семи науково-дослідних робіт; № ДР 0113U001030, № ДР 0113U001031, № ДР 0115U000276, № ДР 0115U000277, № ДР 0115U000279, № ДР 0119U100295, № ДР 0120U102065, та участю у договірній науково-дослідній роботі: № ДР 0112U006827, «Проведення досліджень з використання хімічних добавок для зниження енергоємності виробництва залізобетонних шпал і розробка ДСТУ на шпали залізобетонні; «Дослідження впливу конструктивно-технологічних та експлуатаційних факторів на утворення тріщин у шпалах типу СБЗ» тощо.

Вхідний № 95/12 - 36
« 3 » грудня 2021 р.
УкрДУЗТ

Аналіз основного змісту роботи, її наукової новизни, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Основні наукові положення дисертації полягають у розвитку теоретичні та методологічні основи визначення експлуатаційних впливів в залежності від умов експлуатації матеріалу в конструкції, захисному покритті тощо, які спричиняють корозійне руйнування та інші пошкодження будівельних конструкцій і споруд. Для визначення експлуатаційних впливів на матеріал в конструкції запропоновано новий принцип, який полягає у оцінці електричних потенціалів на конструкціях.

Наукова новизна одержаних результатів.

Розвинуто уявлення щодо можливості управління процесами структуроутворення та формування будівельно-технічних властивостей мінеральних в'язучих і композиційних матеріалів на їхній основі, які забезпечують їх стійкість і довговічність під час експлуатації в умовах обводнення, впливу електричних струмів витоку, агресивних середовищ, шляхом забезпечення поєднання хімічної, термодинамічної стійкості дисперсної фази з максимальною кількістю контактів між частинками дисперсної фази, стабільних за вплив.

Встановлено закономірності впливу електричної природи контактів та іонних взаємодій в них, на фізико-механічні та гідрофізичні властивості штучного каменю та композиційних матеріалів; показано, що їх максимальні показники досягаються у випадку балансу активної площі поверхонь дисперсних частинок, що мають негативний і позитивний поверхневі заряди.

Встановлено, що кристалогідрати анізометричної морфології можуть характеризуватись різнойменними електроповерхневим потенціалом і знаком поверхневого заряду подовжніх і торцевих граней у зв'язку з їхнім різним атомарним складом, внаслідок чого однакові кристалогідрати можуть утворювати електрогетерогенні контакти між торцевими і подовжніми гранями.

Розкрито роль впливу pH в сумарному впливі кислих середовищ на цементний камінь і доведено, що, додатковим фактором агресивного впливу зі зниженням pH є збільшення рівноважного електроповерхневого потенціалу ψ^p сполук, що мають негативний поверхневий заряд, до позитивних величин, внаслідок чого їхні електрогетерогенні контакти з позитивно зарядженими частинками перетворюються на електрогомогенні, міцність яких в умовах обводнення суттєво знижується; зі зниженням pH значення ψ^p гідросилікатів кальцію набувають позитивних значень.

Встановлено емпіричну залежність між величиною абсолютного електроповерхневого потенціалу мінералів ψ^0 і подвійним кутом відбивання рентгенівського випромінювання 2θ , який відповідає їх найбільш інтенсивному дифракційному максимуму. Показано, що зі збільшенням кута значення потенціалу ψ^0 зростає і переходить від негативних до позитивних значень. Методологічно обумовлено, що це визначає можливість застосування РФА як незалежного методу оцінювання абсолютного електроповерхневого потенціалу мінералів.

Доведено доцільність регулювання контактних взаємодій для підвищення стійкості в умовах обводнення, впливу електричних струмів витоку, агресивних

середовищ матеріалів на основі мінеральних в'язучих шляхом уведення аніонних ПАР, електролітів з багатовалентними катіонами, добавок, що обумовлюють утворення додаткових кристалогідратів, високодисперсних мінеральних добавок, підвищення концентрації або зміни *pH* порового електроліту.

Подальший розвиток отримали науково-концептуальні засади управління процесами структуроутворення композиційних матеріалів на за рахунок регулювання контактних взаємодій в них з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів; запропоновано шляхи управління фізико-механічними та гідрофізичними властивостями композитів, що забезпечують їхню стійкість в умовах обводнення, впливу електричних струмів витoku, агресивних середовищ.

В першому розділі роботи автором здійснено аналіз наукових розробок в напрямку отримання ефективних композиційних матеріалів і виробів. Автором виконано аналіз численних даних пошкодження будівель і споруд залізниць, встановлено, що умови їх експлуатації містять різноманітні руйнівні фактори, деякі з яких недостатньо вивчені й не враховані чинними нормативами з будівництва та експлуатації. Виконано систематизацію пошкоджень і руйнівних факторів у їхньому взаємозв'язку.

Проведено аналітичний огляд джерел, присвячених дослідженням руйнівних факторів на матеріали та конструкції і захисту від них. Показано, що електрокорозія силікатних композитів полягає в розкладанні продуктів гідратації цементу від впливу змінних струмів критичної частоти, електроміграційному вилуговуванні від впливу пульсуючого односпрямованого електричного потенціалу, а також тріщиноутворенні внаслідок впливу надлишкових електричних зарядів природного та антропогенного походження.

Аналіз літературних джерел та відомих закономірностей в області будівельного матеріалознавства дозволив автору висунути **наукову гіпотезу**, підвищити стійкість композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих в умовах експлуатації можна за рахунок спрямованого регулювання контактних взаємодій складових – коригування значення рівноважних електроповерхневих потенціалів мінеральних частинок при зміні *pH* середовища, збільшення концентрації протиіонів шляхом уведення електролітів, нейтралізації або перезарядження поверхонь за рахунок вибіркової адсорбції ПАР; спрямованого регулювання процесів гідратації з утворенням позитивно заряджених кристалогідратів до досягнення відповідності сумарної площі поверхонь, що мають негативний і позитивний поверхневі заряди, для збільшення кількості електрогетерогенних контактів у системі.

В цілому, матеріал розділу викладено логічно, чітко, в послідовності, яка дозволила коректно сформулювати мету, наукову гіпотезу і задачі досліджень.

У другому розділі наведено методологічну базу досліджень, обґрунтовано принципи вибору хімічних і мінеральних добавок для композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих, наведені основні характеристики використаних сировинних матеріалів, описані методики і методи досліджень, проведено моделювання технологічних процесів. Прийняті в дослідженні сировинні матеріали та методи досліджень відповідають меті і задачам дисертаційної роботи.

Третій розділ роботи присвячено розробці фізичних і математичних моделей структур і контактів у композиційних матеріалах. Виявлено закономірності впливу електричної природи контактів та іон-іонних, іон-дипольних і диполь-дипольних взаємодій на реологічні, фізико-механічні та гідрофізичні властивості композитів. Грунтуючись на даних про електричні поверхневі заряди мінеральних часток було припущено, що на характер взаємодії рентгенівських променів з кристалами впливає величина абсолютного електроповерхневого потенціалу.

Встановлено емпіричну залежність між величиною абсолютного електроповерхневого потенціалу мінералів ψ^0 і подвійним кутом відбивання рентгенівського випромінювання 2θ , який відповідає їх найбільш інтенсивному дифракційному максимуму. Показано, що зі збільшенням кута значення потенціалу ψ^0 зростає і переходить від негативних до позитивних значень. Автором методологічно обумовлено, що це визначає можливість застосування рентгенофазового аналізу як незалежного методу оцінювання абсолютного електроповерхневого потенціалу мінералів. Проведено аналіз електроповерхневих потенціалів кристалогідратів анізотричної форми. Досліджено вплив кристалічної структури на поверхневі властивості мінералів. Аналіз кристалічної будови природних і штучних мінералів, що мають шарувату структуру, дозволив припустити, що грані їхніх кристалів мають різний за величиною і знаком рівноважний електроповерхневий потенціал.

Проаналізовано можливість зміни знаку електроповерхневого потенціалу природної дисперсної крейди адсорбцією кремнезему. Вплив умов утворення на електроповерхневі властивості природних матеріалів досліджено на прикладі крейди. Показано, що в цементних композитах необхідно враховувати при аналізі реакцій розчинення клінкерних мінералів і утворення гідросилікатів кальцію як безпосередньо з них, так і з мінеральних кремнійвмісних добавок і гідроксиду кальцію, що утворюється при гідролізі трикальцієвого силікату.

Автором розвинена класифікація структур тверднучих мінеральних в'язучих з урахуванням контактних взаємодій у них. Встановлено, що для підвищення міцності та водостійкості матеріалів необхідно забезпечувати утворення в них контактів з якомога більшою енергією взаємодії. На основі цієї класифікації розвинуто основи теорії міцності й водостійкості композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих речовин, встановлено закономірності, що визначають реологічні, фізико-механічні та гідрофізичні властивості. Проаналізовано баланс між сумарними площами поверхонь з різними за знаком електроповерхневими потенціалами та його регулювання за рахунок введення хімічних добавок.

Проведений автором аналіз показує, що максимальні показники фізико-механічних і гідрофізичних властивостей штучного каменю на основі мінеральних в'язучих досягаються у випадку балансу активної площі поверхонь дисперсних частинок, що мають негативний і позитивний поверхневі заряди. Отже, шляхом регулювання фізико-механічних і гідрофізичних властивостей штучного каменю на основі мінеральних в'язучих визначено потрібний баланс активної площі поверхонь дисперсних частинок, що мають негативний і позитивний поверхневі заряди, і його

забезпечення. Кількість негативно заряджених гелевих і позитивно заряджених кристалогідратних продуктів регулюється уведенням хімічних і мінеральних добавок. Способом регулювання цього балансу є введення добавок, що забезпечує синтез додаткових кристалогідратів із визначеними поверхневими властивостями.

У четвертому розділі обґрунтовано шляхи управління фізико-механічними та гідрофізичними властивостями композитів, що забезпечують їхню стійкість в умовах обводнення, впливу електричних струмів витоку, агресивних середовищ, зокрема - уведення аніонних ПАР, електролітів з багатовалентними катіонами, добавок, що обумовлюють утворення додаткових кристалогідратів, високодисперсних мінеральних добавок, підвищення концентрації або зміни рН порового електроліту.

У результаті фізико-хімічних досліджень підтверджено, що введення в портландцемент комплексних хімічних добавок, що містять нітрати, нітрити, хлориди, сульфати, карбонати кальцію та лужних металів, забезпечуються для регулювання балансу активної площі поверхонь дисперсних частинок, що мають негативний і позитивний поверхневі заряди, і збільшення щільності та водонепроникності, прискорення твердіння в цементних системах доцільним є використання перелічених вище комплексних хімічних добавок.

Проведено аналіз особливостей електрогетерогенних контактів кристалогідратів анізометричної форми та їх вплив на структуру штучного каменю. Показано, що кристали анізометричної форми, мають різнойменні поверхневі заряди подовжніх і торцевих граней, визначають особливості структури штучного каменю, які мають бути враховані для забезпечення високої щільності, міцності, водостійкості штучного каменю. Зокрема, для забезпечення водостійкості, збільшення міцності гіпсових в'язучих запропоновано до їхнього складу вводити дисперсні добавки з негативним поверхневим зарядом.

Розроблені умовні схеми структури гіпсового каменю з мікронаповнювачами з негативним та позитивним поверхневими зарядами. Достовірність розроблених схем підтверджена результатами електронно-мікроскопічних досліджень. Встановлено, що підвищення водостійкості будівельного гіпсу можливе за рахунок уведення мінерального наповнювача з негативним поверхневим зарядом і мікронаповнювачів з негативним і позитивним поверхневими зарядами. Такі наповнювачі забезпечують формування щільної структури гіпсового каменю як композиційного матеріалу з великою кількістю електрогетерогенних контактів, у якій кристали гіпсу-двогідрату максимально захищені від контакту з водою і розчинення. Таким чином підтверджено, що однакові кристалогідрати анізометричної морфології можуть утворювати електрогетерогенні контакти між торцевими і подовжніми гранями.

Проаналізовано вплив агресивних середовищ на контакти між дисперсними частинками в штучному камені. Досліджено вплив рН середовища на рівноважні електро поверхневий потенціал гідросилікатів кальцію різної основності. Розкрито роль впливу водневого показника в сумарному агресивному впливі кислих середовищ на цементний камінь і доведено, що фактором агресивного впливу зі зниженням водневого показника є збільшення рівноважного електроповерхневого потенціалу ψ^p сполук, що мають негативний поверхневий заряд, до позитивних величин, внаслідок

чого їхні електрогетерогенні контакти з позитивно зарядженими частинками перетворюються на електрогомгенні, міцність яких в умовах обводнення суттєво знижується; зі зниженням водневого показника значення рівноважного електроповерхневого потенціалу ψ^p гідросилікатів кальцію набувають позитивних значень.

П'ятий розділ присвячений розробленню композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих із заданими фізико-механічними та гідрофізичними властивостями за рахунок регулювання контактних взаємодій у них. Регулювання контактних взаємодій здійснене на основі закономірностей, встановлених і обґрунтованих автором у розділі 4. Розроблення складів композиційних матеріалів проведено залежно від їхнього функціонального призначення та умов експлуатації.

Проаналізовано закономірності підвищення фізико-механічних і гідрофізичних властивостей гідроізоляційних композицій проникної дії на основі портландцементу. Підвищення фізико-механічних і гідрофізичних властивостей цементних композитів, їх зчеплення з пористими мінеральними основами, яке здійснювалось за рахунок спрямованого формування їхньої структури: на мезорівні – за рахунок уведення оптимальної кількості мікронаповнювачів і армуючих волокон, мікро- і субмікрорівні – за рахунок уведення комплексної хімічної добавки, яка забезпечує синтез додаткових кристалогідратів, що утворюють з поверхнями капілярів, пор, тріщин, дисперсних частинок і волокон найбільшу кількість електрогетерогенних контактів.

Для розроблення складів захисних електропровідних композицій для ремонту і захисту конструкцій, які зазнають впливу струмів витоку, проведено дослідження впливу електропровідних добавок на фізико-механічні та електрофізичні властивості композиційних матеріалів на портландцементі. Електропровідне покриття в разі його заземлення дренує струми витоку і забезпечує екранний захист конструкції.

Проаналізовано підвищення водостійкості гіпсових в'язучих і композиційних матеріалів на їхній основі, яке можливе за рахунок уведення мінерального наповнювача з негативним поверхневим зарядом і мікронаповнювачів з негативним і позитивним поверхневими зарядами. Проведено автором дослідження, яке дозволило забезпечити підвищення водостійкості електропровідних силікатних композицій для захисту від струмів витоку та блукаючих струмів. Підвищення водостійкості забезпечується утворенням нерозчинних цеолітоподібних алюмосилікатів натрію та кальцію, а уведення до складу композита графітового порошку дозволяє підвищити електропровідність. Це дозволило отримати не тільки корозійностійку композицію, а ще й використовувати її як заземлюваний захисний екран для відведення струмів витоку від конструкції, таким чином захищаючи її як від корозійного, так і електрокорозійного руйнування.

У **шостому розділі** наведено результати експлуатаційних випробувань і впровадження результатів досліджень. Впровадження результатів досліджень дозволило розробити нові високоефективні композиційні силікатні матеріали, застосування яких дозволяє підвищити надійність і довговічність будівельних конструкцій і споруд, у т. ч. транспортних, гідротехнічних, підвищити безпеку руху транспорту. Розроблені матеріали і конструктивно-технологічні рішення застосовано

при ремонті конструкцій і споруд залізниць України. Економічний ефект, що обумовлений відновленням експлуатаційних властивостей пошкоджених конструкцій замість їх повної заміни, з урахуванням особистого внеску здобувача складає 2 290 тис. грн. що забезпечить досягнення економічного ефекту, обумовленого зниженням енергоресурс витрат на виробництво залізобетонних конструкцій, зниженням кількості браку, збільшенням надійності, безпеки експлуатації й довговічності виробів, конструкцій, будівель, споруд, їхніх міжремонтних термінів.

Практичне значення роботи. Запропоновано та впроваджено методики: визначення руйнівних факторів умов експлуатації конструкцій та споруд залізниць; визначення раціональних складів композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих із заданими властивостями. Розробки автора впроваджені: на з.п. Комарівка Південної залізниці, на Гніванському заводі спецзалізобетону та Коростенському заводі залізобетонних шпал; під час реконструкції трамвайних колій міст Харкова, Дніпра, Київ; під час зведення будівлі по пр. Олександрівському, 67 у м. Харків; під час реконструкції цивільних будівель у містах Ужгород, Хмельницький, Краматорськ. Практична значення одержаних результатів підтверджується також їх використанням під час розроблення ДБН В.2.3-19:2018, нормативних та інструктивних документів АТ «Укрзалізниця», у навчальному процесі під час удосконалення курсів лекцій, практичних і лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти, магістрантів, аспірантів спеціальностей «Будівництво та цивільна інженерія» та «Залізничний транспорт».

У додатках наведено акти випуску дослідних партій композиційних матеріалів, акти впровадження результатів науково-дослідних робіт, рекомендації та технологічний регламент на виробництво виробів.

Достовірність і наукова новизна положень, висновків і рекомендацій, викладених в дисертаційній роботі Борзяк О.С. не викликає сумнівів, оскільки підтверджується достатнім обсягом виконаних теоретичних та практичних досліджень і експериментів, методично правильною їх постановкою, використанням широкого кола сучасних методів досліджень, а також впровадженням результатів роботи на промислових і цивільних об'єктах України.

Загальні висновки по роботі висловлені чітко та аргументовані коректними результатами, отриманими особисто автором.

Ідентичність змісту анотацій та основних положень дисертації. Зміст анотацій українською та англійською мовами відображає зміст дисертації та досить повно висвітлює її основні результати та висновки, а також містить необхідну інформацію про сутність досліджень та отриманих практичних результатів.

По роботі є наступні зауваження:

1. Враховуючи значний обсяг проведених автором досліджень, актуальним було б: уявити узагальнюючу системно-структурну блок-схему наукового дослідження; визначитися чітко з усіма методологічними термінами та використовувати оновлену термінологію; подати прийняті позначення та скорочення у вигляді окремої таблиці (переліку найменувань та скорочень).

Структурування матеріалу та систематизація розробок сприяє запобіганню

дублювання даних у тексті дисертації. Так, наприклад, у розділах 4 та 5 повторюється опис формування структури крейди з наповнювачами. Систематизація тексту також полегшила б аналіз представленої інформації.

2. Значний обсяг дисертаційної роботи (розділи 3,4) присвячений дослідженню та аналізу електроповерхневого потенціалу на межі твердої та рідкої фаз. Логічно було б провести комплексний аналіз поверхневих процесів та явищ з урахуванням інших видів електрокінетичних потенціалів: актуальною є оцінка впливу потенціалу Штерна на межі твердої та дифузної частин, який дуже чутливий до природи та концентрації контронів; електрокінетичний потенціал (потенціал Нернста) залежить від дзета потенціалу Штерна і лише трохи менше величини останнього, бажано було б визначити цей аспект у роботі; відсутні дані про те, за якої величини електроповерхневого потенціалу та концентрації частинок у дисперсному середовищі відбувається запобігання агрегації суміжних частинок; не відображено вплив дифузної частини електрокінетичного шару формування міжчасткових взаємодій; не ясно, чи відбувається при переході негативних контактів у позитивні процеси агрегації частинок і за яких умов цей процес відсутній.

3. У тексті дисертації та автореферату наведено математичні моделі, які надалі автор називає «схема», проте поняття «схема» не узгоджується з оцінкою адекватності, яка характеризує ступінь достовірності опису математичною моделлю аналізованого об'єкта чи процесу.

4. Не слід давати в авторефераті посилання на авторські статті у пункті "практична корисність".

5. У роботі присутні несуттєві синтаксичні та орфографічні похибки та друкарські помилки.

Наведені зауваження не носять принципового характеру і в перспективі можуть бути враховані автором при проведенні подальших досліджень.

Повнота викладення результатів в опублікованих працях.

Основні наукові результати дисертаційної роботи опубліковано в 69 наукових працях, з яких 2 монографії, 23 статті у фахових виданнях, рекомендованих МОН України, 8 публікацій у міжнародних періодичних виданнях, що індексуються НМБД Web of Science Core Collection та/або Scopus, 2 патенти України, 22 публікації апробаційного характеру, 12 додаткових публікацій.

Приведені у дисертації розробки пройшли апробацію на конференціях різного рівня як в Україні, так і за кордоном. Основні результати і положення дисертаційної роботи висвітлені в матеріалах конференцій.

Результати аналізу публікацій здобувача засвідчують повноцінне висвітлення в них основних положень і результатів дисертаційних досліджень. Відмічено 2 монографії та 4 одноосібних публікацій за темою дисертації.

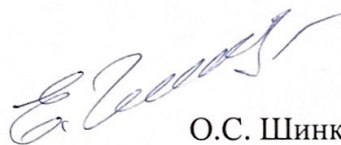
Висновок. Результати аналізу дисертації, анотацій українською та англійською мовами, опублікованих праць дають підстави для висновку про те, що дослідження Борзяк О.С. на тему "Регулювання контактних взаємодій для підвищення стійкості в

умовах експлуатації матеріалів на основі мінеральних в'язучих" є завершеним самостійним науковим дослідженням. Дисертаційна робота Борзяк Ольга Сергіївна за об'ємом досліджень, рівнем їх виконання, новизною є завершеною науково-дослідною роботою, яка може бути кваліфікована як перспективний науковий напрям, містить нові наукові результати, що в комплексі вирішують науково-прикладну проблему щодо розроблення сучасних композиційних матеріалів з покращеними експлуатаційно-будівельними властивостями для експлуатації в умовах обводнення, впливу електричних струмів витоку, агресивних середовищ.

Дисертація Борзяк Ольги Сергіївни за рівнем її наукової новизни і практичною значимістю відповідає комплексу вимог МОН України та п.п. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», які ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року зі змінами і доповненнями, а її автор, Борзяк Ольга Сергіївна, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.05 - Будівельні матеріали та вироби.

Офіційний опонент:

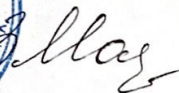
Доктор технічних наук, професор,
професор кафедри процесів та апаратів в технології
будівельних матеріалів
Одеської державної академії будівництва та архітектури



О.С. Шинкевич

Підпис д.т.н., професора Шинкевич О.С. ЗАСВІДЧУЮ

Начальник відділу кадрів
Одеської державної академії будівництва
та архітектури



М.І. Зарицька