

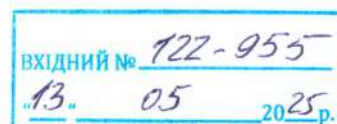
ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА
доктора технічних наук, професора
Саницького Мирослава Андрійовича

на дисертаційну роботу **Тихонюка Сергія Анатолійовича**
«Ремонтні штукатурні композиції для будівель з вапняку-черепашнику»,
що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія

Актуальність теми дослідження. Будівлі з вапняку-черепашнику, що становлять значну частину історичної та житлової забудови міста Одеси, мають унікальні архітектурні й культурні особливості. Рішенням ЮНЕСКО історичний центр міста включено до Списку всесвітньої спадщини. Водночас вони є вразливими до впливу атмосферних чинників, зокрема в умовах морського клімату з високою вологістю, агресивною дією солей та циклів заморожування-відтавання. Тому останнім часом почастишали випадки руйнування будівель з вапняку-черепашника, більшість з яких пов'язана з втратою несучої здатності матеріалу внаслідок його зволоження. Характерно, що матеріал черепашнику відрізняється пористістю та відносно низькою міцністю, тому потребує особливого підходу при проведенні ремонтно-реставраційних робіт. Традиційні штукатурні суміші не завжди сумісні з вапняком-черепашником і можуть викликати додаткові пошкодження через невідповідність модулю пружності, водопоглинання чи хімічного складу.

Ремонт стін із черепашника звичайними цементно-піщаними складами призводить до прискорення руйнування конструкцій внаслідок низки причин: структурна несумісність матеріалів; велика в порівнянні з основним шаром міцність штукатурки; різні деформативні властивості і, наприкінці, менша паропроникність штукатурного шару, що є перешкодою по дорозі виходу пари з конструкції. Відомі реставраційні склади, що позиціонуються як універсальні, призначені переважно для кам'яних стін. В той же час, вапняк-черепашник за своїм хімічним складом, структурою та властивостями принципово відрізняється від керамічної або силікатної цегли. Тому неузгодженість властивостей матеріалу основної стіни з черепашника та штукатурного шару веде до відділення штукатурки від черепашника, розтріскування обох шарів та руйнування стіни. Таким чином, актуальною є розробка штукатурних матеріалів спеціального призначення для стін з вапняку-черепашнику з використанням спеціальних в'язучих композицій.

Актуальність вибраного напрямку досліджень підтверджується тим, що



дисертаційна робота пов'язана з тематикою кафедри міського будівництва та господарства Одеської державної академії будівництва та архітектури «Розробка і дослідження матеріалів для ремонтно-відновлювальних робіт» (тема № 0124U004908).

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

Основні **наукові положення** роботи полягають у розробленні принципів отримання ефективних гіпсоцементнозольних в'язучих з підвищеними показниками міцності, водостійкості та адгезії, які забезпечують вимоги для ремонту стін будівель з вапняку-черепашнику. В дисертаційній роботі визначено вплив гідрофобізуючих добавок, а також армування базальтовими та поліпропіленовими волокнами на міцнісні характеристики, водостійкість і деформативні властивості штукатурних сумішей.

В якості **наукової новизни** слід відзначити наступне:

- виявлені закономірності впливу компонентів на властивості штукатурних композицій на основі гіпсоцементнозольних в'язучих та експериментально підтверджена можливість їх використання для ремонтних робіт на фасадах будівель з черепашнику;

- з використанням методів експериментально-статистичного моделювання вперше виявлено сумісний вплив компонентів зологіпсоцементної ремонтної суміші на міцність, водостійкість і адгезію та проведена оптимізація складу ремонтних штукатурних композицій для будівель з вапняку-черепашнику, що найкраще задовольняє всі вимоги;

- подальший розвиток отримали наукові засади проєктування штукатурних композицій з урахуванням паропроникності ремонтної суміші та черепашника, доведена сумісність матеріалів за цим показником; експериментально досліджено вологісні деформації суміші, армованої фіброю, та встановлено, що вони збігаються за величиною з деформаціями черепашника, що визначає їх ефективність при проведенні ремонту стін будівель з вапняку-черепашнику.

Практична цінність отриманих результатів полягає в розробленні із застосуванням комплексу ЕС-моделей оптимальних за собівартістю складів сумішей на основі гіпсоцементнопуцоланового в'язучого з використанням золи-винесення для ремонтно-реставраційних робіт на фасадах будівель з вапняку-черепашнику з достатньо високими рівнями міцності на стиск і на розтяг при згині в ранньому та проєктному віці із забезпеченням необхідної водостійкості, паропроникності та адгезії до поверхні фасадів будівель з

вапняку-черепашника. Розроблено склад ремонтної штукатурної композиції, яка забезпечує сумісність з вапняком-черепашником за фізико-механічними, структурними та експлуатаційними властивостями, що дозволяє ефективно застосовувати її для відновлення фасадів будівель історичної забудови. Запропоновано використання гіпсо-цементно-зольного в'язучого як альтернативи традиційним цементним чи вапняним штукатуркам, що дозволяє знизити усадку, покращити паропроникність та зменшити ризик відшарування при реставрації черепашнику.

Рекомендовані склади використано для ремонту пошкодженого штукатурного шару на площі 32,5 м² стіни в'їзної дворової арки триповерхового будинку з черепашника у Приморському районі м. Одеса. Результати досліджень використовуються в навчальному процесі ОДАБА при підготовці магістрів за освітньою програмою «Міське будівництво та господарство».

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій обумовлена:

- продуманим застосуванням загальнонаукових та спеціальних методів пізнання;
- експериментальними дослідженнями із застосуванням математичної теорії планування;
- використанням повіреного обладнання для визначення характеристик дослідних зразків;
- задовільним збігом аналітичних результатів з експериментальними випробуваннями.

Сформульовані автором висновки ґрунтуються на отриманих в процесі досліджень результатах та не викликають сумніву.

Оцінка наукових публікацій. За темою дисертації здобувачем здійснено 13 наукових публікацій, з яких 4 статті надруковано у наукових фахових виданнях України, та 9 тез науково-практичних конференцій, які додатково відображають наукові результати дисертації. Зміст публікацій відповідає заявленим об'єкту, предмету та завданням дослідження. Їх кількість та якість відповідає вимогам п.8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Оцінка змісту, стилю та мови дисертації, її завершеності, оформлення. Дисертація складається з анотації, змісту, вступу, 5-х розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та

додатків. Загальний обсяг роботи - 150 сторінок, з яких основний текст складає 111 сторінок, 26 таблиць, 30 рисунків та 2-х додатків. Список використаних джерел включає 132 найменувань.

У **вступі** автором обґрунтовано актуальність теми дослідження, показано її зв'язок з науковими програмами і планами. Визначена мета повністю узгоджується з назвою роботи, а задекларовані завдання вказують на шляхи її досягнення. Об'єкт і предмет дослідження відповідають темі дослідження. Розкрито наукову новизну і практичне значення одержаних результатів роботи.

В **першому розділі** аналізується проблематика збереження історичних будівель з вапняку-черепашнику, з урахуванням особливостей матеріалу, визначаються фактори, які впливають на його довговічність. Розглядаються проблеми, пов'язані з ремонтом стін з черепашнику звичайними цементно-піщаними та імпортними реставраційними складами. Визначено вимоги до ремонтно-реставраційних сумішей спеціального призначення для відновлення будівель з вапняку-черепашнику. Сформульовані теоретичні передумови досліджень та наукова гіпотеза щодо створення вітчизняної швидкотверднучої водостійкої штукатурної суміші на основі гіпсоцементнозоляного в'язучого.

Другий розділ має методичну спрямованість: описано матеріали, які використовувалися в експериментах та методики проведення досліджень. Представлена блок-схема досліджень. В якості вихідних компонентів досліджуваної штукатурної суміші при встановленні її базового складу прийнято: гіпс будівельний Г5, портландцемент активністю 48 МПА, зола-винесення Курахівської ТЕС. Дослідні зразки виготовлені відповідно до трифакторного плану експерименту, в якому варіювався вміст портландцементу, вапна і золи-винесення відносно постійної кількості будівельного гіпсу. Разом з тим, незрозуміло з яких міркувань використовувався портландцемент, що був отриманий у результаті сумісного помелу портландцементного клінкеру (Одеський цементний завод ВАТ «ЮГЦЕМЕНТ») і 5% гіпсового каменю в лабораторному кульовому млині до питомої площі поверхні 400 м² /кг (с. 54). Більш доцільним було б використання портландцементів заводського виготовлення.

Механічні властивості зразків вимірювались за стандартними методиками; паропроникність, адгезія і вологісні деформації – за оригінальними методиками. При відпрацюванні методики визначення паропроникності з метою підвищення продуктивності вимірювань з'ясовано терміни виходу процесу пароперенесення в різних матеріалах до

стаціонарного режиму, мінімальний термін виявився - 4 доби. Слід відмітити використання нового критерію оцінки стійкості матеріалу до дії води – індексу водостійкості, запропонованого науковцями кафедри міського будівництва і господарства ОДАБА, за допомогою якого створюється можливість додаткового порівнювання водостійкості матеріалів одного речовинного складу. Планування експериментів та математичне моделювання підвищують продуктивність та інформативність досліджень.

Третій розділ присвячений експериментальним дослідженням найбільш важливих властивостей досліджуваної суміші з метою визначення її базового складу. Наведені в роботі експериментальні дослідження включали в себе виготовлення дослідних зразків відповідно до плану експерименту, вимірювання термінів схоплювання дослідних сумішей та міцнісних властивостей черепашника і затверділої зологіпсоцементної (ЗГЦ) суміші в сухому і зволоженому стані. З'ясовано вплив компонентів ЗГЦ суміші на міцнісні характеристики зразків. Найбільш суттєво і негативно на міцність впливає вапно (в досліджуваному інтервалі вмісту), причому не тільки в ранній термін твердіння, але і у віці 28 діб. Портландцемент підвищує міцність штукатурних композицій. Вміст золи-винесення впливає на міцність відносно несуттєво, проте забезпечує підвищену щільність.

Водостійкість матеріалів визначена з застосуванням двох показників - загальноприйнятого коефіцієнта розм'якшення і нового – індексу водостійкості, причому останній виявився таким, що більш коректно відображає водостійкість матеріалу. З'ясовано вплив компонентів на водостійкість ремонтної композиції на ЗГЦ в'язучому: найбільшій позитивний вплив на водостійкість ремонтної суміші надає вміст портландцементу; наступний за значимістю компонент – зола-винесення, з підвищенням вмісту якої (в досліджуваному інтервалі) водостійкість зростає; підвищення вмісту вапна в досліджуваному інтервалі знижує водостійкість штукатурної композиції. Застосування гідрофобізуючої добавки дозволило отримати ЗГЦ суміш із коефіцієнтом розм'якшення $K_r = 0,82$.

Результати вимірювань і моделювання адгезійних властивостей досліджуваної суміші довели позитивний вплив вапна на адгезію, проте, враховуючи те, що вапно знижує міцність і водостійкість суміші як пріоритетні властивості, вапно було виключено зі складу суміші при подальших дослідженнях. Виключення вапна компенсується введенням адгезійної добавки.

У результаті вимірювання паропрпускнуої здатності вапняку-черепашнику і запропонованої штукатурної суміші доведено узгодженість матеріалів за

цією властивістю. Розрахунково-графічним методом підтверджено відсутність конденсатоутворення в стіні з вапняку-черепашника. За результатами вимірювань і математичного моделювання визначено базовий склад штукатурної суміші для подальших досліджень.

У четвертому розділі наведено результати досліджень впливу армування суміші базальтовими і поліпропіленовими волокнами на її міцнісні та деформативні властивості. Встановлено, що армування фіброю підвищує міцність затверділої суміші в сухому та вологому станах порівняно з бездобавковими зразками в 1,3-1,4 рази.

Відносна деформація в процесі зволоження-висушування штукатурного складу без волокна перевищує вологісні деформації вапняку-черепашника. Введення базальтової та поліпропіленової фібри до складу зологіпсоцементної суміші зменшує вологісні деформації до значень, співставних вологісним деформаціям вапняку-черепашника, тому зроблено висновок про необхідність армування штукатурної суміші фіброю. Практично однаковий ефект зниження вологісних деформацій суміші при введенні як базальтових, так і поліпропіленових волокон дозволяє вибирати тип фібри виходячи з економічних міркувань.

Використання сповільнювача твердіння дозволило відтермінувати початок схоплювання суміші до 25 хв, що в принципі є достатнім з точки зору технологічності штукатурних робіт.

В п'ятому розділі, який присвячений практичній реалізації результатів дослідження, надається техніко-економічне обґрунтування доцільності використання запропонованого складу для ремонту історичних будівель з вапняку-черепашнику. За результатами порівняння існуючих штукатурних складів і запропонованої суміші зроблено висновок про її перспективність з точки зору фізико-хімічних властивостей, екологічності і вартості.

Надані рекомендації щодо практичного застосування розробленого складу. Розроблена принципова технологічна схема приготування зологіпсоцементної штукатурної суміші. Результати роботи впроваджені у виробництво та використані в навчальному процесі. Викладено уявлення автора про перспективи подальшого вдосконалення штукатурної суміші.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. У дисертаційній роботі не виявлено ознак академічного плагіату та інших порушень, що могли б поставити під сумнів дотримання норм академічної доброчесності.

Ідентичність змісту анотацій та основних положень дисертації. Зміст анотацій українською та англійською мовами є ідентичним до основних наукових положень дисертаційної роботи, а також містить необхідну

інформацію, яка дає достатнє уявлення сутності досліджень і отриманих автором результатів.

В цілому позитивно оцінюючи дисертаційну роботу, наукове і практичне значення одержаних результатів, слід висловити **певні зауваження та побажання:**

1. Назва дисертаційної роботи виражає занадто широкий клас ремонтних штукатурних композицій, тому назву слід було б конкретизувати як “Ремонтні штукатурні композиції на основі гіпсоцементнозольного вяжучого для будівель з вапняку-черепашнику”, що в більшій мірі відповідає поставленим завданням роботи.

2. Автором використовується новий показник для гіпсових в’язучих як індекс водостійкості $I_v = R_{\text{вол2}}/R_{\text{сух}}$ [МПа]. Враховуючи, що $K_p = R_{\text{вол}}/R_{\text{сух}}$, дану формулу слід трансформувати в наступному виді: $I_v = K_p R_{\text{вол}}$ [МПа]. Разом тим, звідси неясно, яким є фізичний зміст даного показника як універсального критерію оцінки стійкості матеріалу до дії води, а також чи є якісь обмеження щодо його застосування?

3. На с. 56 автор представляє зологіпсоцементне в’язуче як суміш гіпсу, цементу, вапна і золи у певній пропорції, що запроектована для кожної точки плану експерименту. Неясно, яка при цьому роль відводиться гашеному вапну, адже відома деструктивна роль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в складі гіпсо-цементних композицій за рахунок утворення вторинного еtringіту, що з віком призводить до руйнування виробів на їх основі.

4. Викликає сумнів «оригінальність» використаного методу вимірювання паропроникності у порівнянні з методом, вказаним у відповідному ДСТУ.

5. З розділу 4.3. Регулювання термінів схоплювання штукатурної суміші неясно, чому в якості сповільнювача твердіння використано саме лимонну кислоту, хоча відомі більш сучасні сповільнювачі, які ж до того не так сильно знижують міцність матеріалу?

6. Для прогнозування довговічності штукатурного покриття на основі гіпсоцементнозольного в’язучого доцільно з використанням методів фізико-хімічного аналізу провести аналіз фазового складу, утворення гідратних новоутворень, а також дослідити структуру контактної зони між ремонтною композицією та стіною з вапняку-черепашника, а також виявити наявність мікротріщин.

7. Штукатурні суміші на основі гіпсо-цементно-зольного в’язучого мають складнішу гідратаційну і структуроутворюючу систему порівняно з традиційними, тому важливо розширити спектр використання модифікуючих добавок та наповнювачів для забезпечення потрібної пластичності, водоутримання, тріщиностійкості і сумісності з основами типу вапняку-черепашнику.

Наведені зауваження не зменшують цінності важливого та своєчасного дослідження з огляду на актуальність теми.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Тихонюка Сергія Анатолійовича на тему «Ремонтні штукатурні композиції для будівель з вапняку-черепашнику» за актуальністю, обсягом виконаних досліджень, змістом, рівнем новизни та практичної цінності, повнотою викладення результатів досліджень у наукових виданнях є завершеною науковою працею, відповідає спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія (галузь знань 19 Архітектура та будівництво) та вимогам, передбаченими наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами) і «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року. Враховуючи належний науковий рівень виконання дисертаційної роботи вважаю, що її автор, Тихонюк Сергій Анатолійович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, галузь знань 19 Архітектура та будівництво.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри будівельного виробництва
Інституту будівництва та інженерних систем
Національного університету
“Львівська політехніка”



Мирослав САНИЦЬКИЙ

Особистий підпис д.т.н., професора М.А. Саницького “засвідчую”

Вчений секретар
Національного університету
“Львівська політехніка”



Роман БРИЛИНСЬКИЙ