

67-72-96/2  
07.05.2021

Голові разової спеціалізованої ради ДФ 35.052.045  
у Національному університеті «Львівська політехніка»

д.т.н., професору Марущак У.Д.

### **ВІДГУК**

офіційного опонента кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри  
технології будівельних виробів і матеріалознавства  
Навчально-наукового інституту будівництва та архітектури  
Національного університету водного господарства та природокористування

**Житковського Вадима Володимировича**

на дисертаційну роботу **Камінського Андрія Тарасовича** на тему:  
**“Ремонтні суміші з підвищеними експлуатаційними властивостями на  
основі лужного портландцементу”,**

представлену на здобуття ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія,  
галузь знань 19 Архітектура та будівництво

**Актуальність теми дослідження.** Збільшення тривалості експлуатації об'єктів будівництва за рахунок збільшення ресурсу їх роботи та ефективного відновлення пошкоджених елементів є важливим завданням сучасної будівельної науки. У той же час найважливіша особливість сучасних будівельних конструкцій є широке використання бетонів з різними механічними та іншими характеристиками, котрі можуть мати різну довговічність, через що з часом виникає необхідність додаткового їх ремонту та відновлення. З цією метою широко застосовуються спеціальні ремонтні суміші, правильний вибір яких з урахуванням дії умов експлуатації дозволяє отримати суттєве зниження витрат матеріалів та робочої сили. Сучасні ремонтні композиції переважно представлені сумішами підвищеної щільності на основі портландцементу, однак часто з метою недопущення усадочних та деформаційних тріщин та забезпечення високої водонепроникності виникає необхідність застосування безусадочних і розширних матеріалів. Основна кількість таких матеріалів базується на використанні важкодоступної сировини (переважно високоалюмінатних та глиноземистих цементів), тому питання розробки ефективних ремонтних матеріалів на основі низькоенергоємних

композиційних лужних в'язучих, котре вирішується у дисертаційній роботі Камінського А.Т. є актуальним і своєчасним.

Представлена робота виконувалась згідно тематичного плану Міністерства освіти і науки України та НДР «Розроблення та дослідження модифікованих цементів для мурувальних і штукатурних робіт та будівельних розчинів на їх основі» відповідно до договору № 0528 (номер держреєстрації 0115U004209); «Дослідження властивостей бетонів і будівельних розчинів з добавками алюмінійвмісних груп» (номер держреєстрації 0117U007566), а також в межах держбюджетних НДР «Технології створення низькоемісійних багатокомпонентних цементів та модифікованих бетонів і будівельних розчинів на їх основі» (номер держреєстрації 0117U007178), «Лужно-сульфатноактивовані композиційні цементы з високою ранньою міцністю та низькоенергоємні бетони на їх основі» (номер держреєстрації 0119U002253).

**Основні наукові положення** полягають у встановленні можливості одержання високоефективних безусадочних сумішей для швидкого ремонту бетонних елементів на основі лужного портландцементу за рахунок комплексного модифікування добавками гідроалюмінату натрію та суперпластифікатора полікарбоксилатного типу.

У дисертаційній роботі виявлені закономірності впливу комплексної розширної добавки «CaO - Na[Al(OH)<sub>4</sub>] - CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O - PCE» на процеси гідратації та тверднення модифікованих лужних портландцементів з утворенням дрібнодисперсних кристалів еtringіту, які забезпечують збільшення щільності та підвищення довговічності матеріалу; отримано комплекс математичних моделей впливу основних факторів на характеристики ремонтних сумішей на основі лужних портландцементів та показано, що в даних тверднучих системах прискорене наростання міцності відбувається завдяки поєднанню ефектів активних мінеральних добавок та самоармування з утворенням додаткової кількості гідратних фаз в неклінкерній частині цементуючої матриці.

**Обґрунтованість наукових положень і висновків**, які сформульовано в дисертації, підтверджується використанням комплексу взаємодоповнюючих методів досліджень, що включають лазерну гранулометрію, рентгенівську дифрактометрію, оптичну та растрову електронну мікроскопію, калориметрію, термогравіометрію, а також методи математичної обробки результатів досліджень. Фізико-механічні властивості розроблених матеріалів визначали згідно з вимогами діючих чинних стандартів. Достовірність результатів теоретичних розрахунків і експериментальних даних підтверджується їх взаємоузгодженням та кореляцією основних закономірностей досліджених процесів з даними інших дослідників.

**Практичне значення** результатів дисертаційної роботи полягає у розробці кількох різновидів лужних портландцементів II типу різних груп з вмістом лужного натрієвого алюмінійвмісного активатора  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  та модифікованих швидкотверднучих безусадочних ремонтних сумішей на їх основі. Також розроблена і апробована технологія отримання таких цементів та сумішей, а також проект технічних умов. Акти промислового впровадження результатів дисертаційної роботи на будівельних об'єктах, патент України на корисну модель підтверджують їх практичну доцільність.

Подана на відгук дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів теоретичного та експериментального матеріалу, загальних висновків, списку використаної джерел (152 найменувань) та 8 додатків. Повний обсяг роботи складає 218 сторінок основного тексту, включаючи 85 рисунки і 33 таблиць. Оформлена робота згідно чинних вимог.

Дисертант досить ретельно проаналізував стан проблеми (розділ 1) де висвітлив особливості існуючих композицій для відновлення будівельних конструкцій, їх властивості та способи їх регулювання. У розділі було розкрито можливості та переваги лужних цементів як основного компонента швидкотверднучих безусадочних розчинів та сформульовано робочу гіпотезу дослідження, що отримання ремонтних безусадочних та розширених сумішей, котрі забезпечують необхідні параметри можливе за рахунок комплексного поєднання алюмінійвмісних мінеральних добавок, лужних

активаторів на основі алюмінату натрію та полікарбоксилатних суперпластифікаторів.

В другому розділі представлені характеристики сировинних матеріалів, методики дослідження, методи математичного планування експериментів та обробки результатів. Розроблено блок-схему досліджень, яка показує послідовність виконання та розкриває поетапно основні положення роботи щодо особливостей фізико-хімічних процесів структуроутворення штучного каменю на основі запропонованих лужних портландцементів

Розділ 3 присвячений дослідженню процесів структуроутворення при твердінні лужних портландцементів з високою ранньою міцністю як основи для отримання безсадочних ремонтних розчинів. Проведено порівняльні дослідження різних видів прискорювачів твердіння і встановлено найбільшу ефективність тетрагідроксоалюмінату натрію для прискорення в'язучих систем на основі портландцементу з добавкою. З використанням математичного планування експерименту Розроблені лужні портландцементи, що містять добавку комплексної дії  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  – PCE, у якій ефір полікарбоксилату виконує нівелюючу функцію і компенсує підвищення водопотреби цементу за рахунок лужної добавки. Встановлено закономірності формування фазового складу та мікроструктури гідросульфоалюмінатних в'язучих систем. Показано, що в процесі тверднення лужної цементуючої матриці модифікованої алюмінійвмісним наноккомпозитом спостерігається їх інтенсивне зрощення дрібноголчастих кристалів, що сприяє значному збільшенню щільності та непроникності цементного каменю за рахунок дисперсного мікроармування. Це забезпечує наростання міцності на згин та тріщиностійкості, необхідне для ремонтних сумішей.

Поряд з цим у розділі допущено ряд некоректних висловлювань «водопоглинання портландцементу», «водовідділення портландцементу», «рухливість портландцементу» (с. 74-75),

У розділі 4 наведені результати досліджень складу і властивостей безсадочних та розширних розчинів на основі розроблених модифікованих швидкотверднучих лужних портландцементів. Досліджено вплив зернового

складу заповнювача на властивості розчинів та проведено його оптимізацію. За допомогою математичного планування експерименту визначено оптимальний вміст активної мінеральної добавки та розробленого лужного наномодифікатора, що забезпечує необхідні показники: рухомість, терміни тужавлення, міцність, пористість, водонепроникність, деформативні характеристики. Проведено мікроскопічні дослідження отриманих систем і підтвердження гіпотезу щодо механізму дії нанодобавок, модифікованих полікарбосилатними полімерами.

Розроблені технологічні схеми виготовлення розроблених безусадочних ремонтних сумішей, а також результати їх впровадження у будівельну практику при відновленні діючих споруд та техніко-економічної оцінки ефективності їх виробництва (розділ 5) свідчать про практичну значимість та перспективність використання результатів дисертаційної роботи.

**Загальні висновки** відрізняються конкретністю, повністю відображають результати досліджень, наведеними у роботі. Дисертація викладена з використанням сучасної технічної термінології. Ілюстрації, схеми, таблиці добре доповнюють текстовий матеріал.

#### **Повнота викладення результатів в опублікованих працях.**

Основні результати, наукові положення, висновки та рекомендації достатньо повно відображено у 12-ти працях: 2 статті у наукових фахових виданнях України, 1 – у виданнях, що входять до міжнародної наукометричної бази даних (Scopus), 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави, та 1 патент.

Наукові праці Камінського А.Т. відповідають п.11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 року №167. Приведені у дисертації розробки пройшли апробацію на конференціях різного рівня, де доповідались основні положення та результати досліджень.

#### **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.

### Зауваження по дисертаційній роботі:

1. У п. 3.1. наведено результати впливу добавок-прискорювачів на властивості портландцементу, з яких випливає безумовна ефективність тетрагідроксоалюмінату натрію. З огляду на такий результат виникає питання про ймовірно недостатню кількість видів добавок для порівняння. Доцільно було дослідити вплив інших добавок, у т.ч. і комплексних, що дозволило б визначити умови у яких добавка тетрагідроксоалюмінату натрію мала як позитивну, так і негативну ефективність.
2. Звертає на себе увагу недостатня обґрунтованість вибору портландцементів для досліджень: при вивченні впливу прискорювачів переважно СЕМ І 42,5 R і частково СЕМ ІІ/В-М(Р-S-L) 32,5 R, а для подальших досліджень СЕМ ІІ/А-LL 42,5 R.
3. При дослідженні впливу суперпластифікатора для компенсації негативного впливу лужної добавки на водопотребу цементів доцільно було б вивчити як діють добавки з різним водоредукуючим ефектом, а не лише РСЕ та ЛСТ.
4. У п. 3.2 (с. 82) при вивченні впливу метакаоліну та тетрагідроксоалюмінату натрію на властивості розчинів зроблено сумнівний висновок про підвищення рухомості при збільшенні впливу метакаоліну. Як відомо метакаолін є дисперсною добавкою з властивостями, подібними до глини, тому зазвичай підвищує водопотребу бетонних сумішей і вимагає поєднання із суперпластифікаторами.
5. При проведенні дослідів з використанням математичного планування експериментів у таблицях результатів (табл. 3.2 та табл. 4.4). відсутні додаткові нульові точки, що необхідні для статистичної перевірки значимості коефіцієнтів отриманих рівнянь та встановлення їх адекватності.
6. У п.3.4 вказано, що в роботі «проведено розроблення лужного алюмінійвмісного нанокompозиту з використанням методу «золь-гель»

технології», на використанні якого базується значна кількість результатів роботи. Однак процес розроблення і отримання такого композиту не висвітлений. Також у списку праць відсутній патент на отримання даної речовини.

7. У п.4.1 було проведено підбір зернового складу заповнювача для ремонтних сумішей. Отримані у роботі результати підбору справедливі лише для тих заповнювачів, які використовувались. На мій погляд більш доцільно було б вивчати вплив окремих фракцій і отримати залежності між зерновим складом та властивостями розчину, які можна було використовувати при визначенні його складу.
8. У п.4.2 «Проектування складів...» отримані математичні моделі впливу вмісту золи виносу та алюмінійвмісного нанокompозиту на строки тужавлення та міцність ремонтних без усадочних сумішей, однак для вирішення питання проектування складів необхідними є також залежності, що враховують співвідношення між цементом та заповнювачем.
9. У розробленому проекті технічних умов (Додаток Б) вказано, що «Модифіковані швидкотверднучі ремонтні суміші на основі лужного портландцементу» являють суміш сухих компонентів. Як відомо, тетрагідроксоалюмінат натрію, на основі якого отриманий алюмінійвмісний нанокompозит, не існує у вільному вигляді, тому не зрозуміло, як це може бути реалізовано у сухих сумішах.

### **Висновок**

Результати аналізу дисертації, анотацій українською та англійською мовами, опублікованих праць дають підстави для висновку про те, що дослідження Камінського Андрія Тарасовича «Ремонтні суміші з підвищеними експлуатаційними властивостями на основі лужного портландцементу», є завершеним самостійним науковим дослідженням.

За рівнем наукової новизни отриманих результатів та їхнього практичного значення дисертація на тему «Ремонтні суміші з підвищеними

експлуатаційними властивостями на основі лужного портландцементу» відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами), Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. №167), а її автор Камінський А.Т. заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, галузь знань 19 Архітектура та будівництво.

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри технології

будівельних виробів і матеріалознавства

Національного університету водного

господарства та природокористування



В. В. Житковський

