

**ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Мазурака Тараса Андрійовича****„Наномодифіковані портландцементні композиції та швидкотверднучі бетони на їх основі”**,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби

**Актуальність проблеми.** Багатоплановість розвитку сучасних технологій будівельного виробництва вимагає розроблення високотехнологічних швидкотверднучих та високоміцних бетонів, що пов'язано з вирішенням завдань забезпечення надійної експлуатації будівельних конструкцій при зростаючих екстремальних експлуатаційних впливів, а також швидкого відновлення функціональних властивостей існуючої інфраструктури. Автор для вирішення цього питання пропонує використання наномодифікованих портландцементних композицій, що дозволяє направлено керувати технологічними властивостями і кінетикою структуроутворення на мікро-, субмікро- та наноструктурному рівнях цементуючої матриці. При цьому реалізуються синергетичні ефекти – посіву центрів кристалізації, прискорення процесів тверднення, ущільнення, підвищення фізико-хімічних властивостей та реакційної здатності, пуцоланізація, мікроармування, покращення зчеплення, які пов'язані з високою поверхневою вільною енергією частинок нанорозмірного масштабу. У зв'язку з цим, актуальність дисертаційної роботи Мазурака Т.А. не викликає сумніву.

Представлена дисертація виконана в межах держбюджетних науково-дослідних робіт „Основи технології створення енергозберігаючих мультимодальних композиційних цементів та бетонів поліфункціонального призначення на їх основі” (номер держреєстрації 0115U000426) та „Основи технології створення наномодифікованих надшвидкотверднучих портландцементів та високоміцних дисперсно-армованих композитів з підвищеною ударною в'язкістю на їх основі” (номер держреєстрації 0117U004446) відповідно до тематичного плану Міністерства освіти і науки України.

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

**Основні наукові положення** дисертаційної роботи полягають у тому, що теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено можливість одержання багаторівневих швидкотверднучих бетонів на основі наномодифікованих за принципами “знизу-вверх” та “зверху-вниз” портландцементних композицій, що запроектовані на основі комплексного аналізу гранулометричного розподілення та поверхневої активності мінеральних складових, з врахуванням енергетичного стану, механізму структуроутворювальної дії кожного компонента для забезпечення оптимізації структури будівельного композиту на макро-, мікро- та нанорівнях.

Отримано комплекс експериментально-статистичних моделей технологічних та будівельно-технічних показників наномодифікованих портландцементних композицій та бетонів на їх основі за критеріями функціональності бетонної суміші, ранньої та марочної міцностей, що полягають в багаторівневій оптимізації структури ультра- та нанодисперсними компонентами, забезпеченні максимальної структурної щільності та однорідності, досягненні технологічних та технічних ефектів.

**Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації.** Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, теоретично обґрунтовані і підтверджені результатами експериментальних досліджень з використанням математичного планування експерименту та сучасних методів досліджень, що включають рентгенофазовий аналіз, растрову електронну мікроскопію, низькотемпературну дилатометрію, гранулометричний аналіз. Достовірність результатів забезпечується застосуванням стандартних методів та апробованих методик, використанням повірених засобів вимірювальної техніки та обладнання і відтворюваністю експериментальних результатів.

#### **Практичне значення отриманих результатів.**

На основі отриманих експериментальних даних дисертантом розроблено ефективні склади швидкотверднучих бетонів на основі наномодифікованих портландцементних композицій, впровадження яких проведено на ПП „Промтехімпекс” для монолітного бетонування безбалкового перекриття та вертикальних конструкцій складу для зберігання готової продукції ПАТ „Галка” (м. Львів). За результатами досліджень розроблено проект технічних умов ТУ У 23.5-02071010-172:2017 ”Наномодифіковані портландцементні композиції з високою ранньою міцністю”, на основі яких у виробничих умовах ТзОВ „Ферозіт” випущено швидкотверднучу суміш для закріплення матеріалів (група ЗК 1-5).

**Основна частина дисертаційної роботи** складається із вступу, п’яти розділів та загальних висновків. Повний обсяг дисертації становить 168 сторінок і включає 37 таблиць, 61 рисунок, список використаних джерел та 7 додатків. Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

**У першому розділі** на основі аналізу проблем, присвячених одержанню швидкотверднучих бетонів з регламентованими експлуатаційними властивостями та скороченню матеріальних і енергетичних ресурсів протягом всього життєвого циклу будівельних конструкцій, автором зроблено висновок про доцільність і ефективність багаторівневого модифікування структури композиту за рахунок розроблення наномодифікованих портландцементних композицій, що містять ультра- та нанодисперсні мінеральні добавки, а також суперпластифікатори на основі полікарбоксилатів. На основі цього автором сформульовано мету, наукову гіпотезу та задачі досліджень. Однак в літературному огляді не акцентовано увагу на застосуванні швидкотверднучих бетонів для виробництва збірних залізобетонних конструкцій, що дозволяє

перейти на низькотемпературні режими тепловологої обробки з суттєвою економією енергетичних ресурсів.

**У другому розділі** наведено характеристики вихідних матеріалів, використаних у роботі, та описано основні методи фізико-механічних випробувань та фізико-хімічних досліджень. Позитивним моментом є використання суперпластифікаторів, прискорювачів тверднення різних типів, мінеральних ультра- та нанодобавок, а також планування експериментів з використанням математично-статистичних методів. В той же час, слід було б подати характеристику обладнання для визначення повітрязахоплення бетонної суміші та водонепроникності розроблених бетонів.

**У третьому розділі** представлено результати дослідження дисперсності ультра- і нанодисперсних мінеральних добавок, розроблення наномодифікованих портландцементних композицій за технологіями „знизу-вверх” та „зверху-вниз”, визначення їх фізико-механічних властивостей. Автором обґрунтовано доцільність багаторівневого модифікування портландцементних систем шляхом використання комплексних органо-мінеральних добавок на основі полікарбоксилатного пластифікатора, ультра- та нанодисперсних мінеральних компонентів. Визначено оптимальне співвідношення мікрокремнезему та лужного активатора у складі наномодифікованої портландцементної композиції „портландцемент–метакаолін – мікрокремнезем – аеросил – суперпластифікатор РСЕ – лужний активатор” за критеріями ранньої та стандартної міцностей. На основі аналізу даних використання органо-мінеральних добавок в наномодифікованих портландцементних композиціях автором встановлено особливості процесів їх раннього структуроутворення. Дисертантом проведені випробування наномодифікованих портландцементних композицій згідно ДСТУ Б.В. 2.7-187:2009 та ДСТУ EN 196-1:2007, виготовлених за технологіями „знизу-вверх” та „зверху-вниз”. Разом з тим, автором не проведено їх класифікацію згідно ДСТУ Б.В. 2.7-46:2010 та ДСТУ Б EN 197-1:2015.

**В четвертому розділі** розроблено швидкотверднучі бетони багаторівневої будови на основі наномодифікованих портландцементних композицій за критеріями розпливу конуса, питомої та марочної міцності. Дисертантом обґрунтовано та експериментально підтверджено, що використання розроблених наномодифікованих портландцементних композицій забезпечує одержання стабільних високорухливих сумішей (марка за легкоукладальністю Р4-Р5), а бетони на їх основі характеризуються пониженою пористістю, швидким наростанням міцності, підвищеною водонепроникністю, морозостійкістю, корозійною стійкістю, атмосферостійкістю та покращеними деформативними властивостями. Показана ефективність використання розроблених швидкотверднучих бетонів у різних температурних умовах. Разом з тим, при дослідженні технологічних властивостей бетонних сумішей на основі наномодифікованих портландцементних композицій доцільно також навести дані щодо збережуваності їх рухливості в часі, що є важливим фактором при монолітному бетонуванні.

У *п'ятому розділі* наведено результати промислової апробації швидкотверднучих бетонів на основі наномодифікованих портландцементних композицій у заводських умовах ПП „Промтехімпекс” при монолітному бетонуванні несучих конструкцій складу готової продукції ПАТ „Галка” (м. Львів). У виробничих умовах ТзОВ “Ферозіт” (м. Львів) проведено випуск сухих будівельних сумішей для закріплення матеріалів на основі наномодифікованих портландцементних композицій. Техніко-економічні показники використання швидкотверднучих наномодифікованих бетонів свідчать про доцільність і перспективність їх застосування.

У додатках наведено довідки про впровадження результатів дисертаційної роботи.

Висновки роботи достатньою мірою відображають цінність проведених досліджень. Дисертація виконана з використанням сучасної технічної термінології. Ілюстрації, схеми, таблиці добре доповнюють текстовий матеріал. Оформлення роботи відповідає вимогам щодо присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань.

**Повнота викладення матеріалів дисертації в роботах, опублікованих автором.** Основні результати дисертації відображені в 14 наукових працях, з них 7 статей у фахових науково-технічних виданнях України, 2 – у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз даних (Scopus, Index Copernicus, Vaz Tech), 5 публікацій у матеріалах вітчизняних та міжнародних конференцій.

Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням дисертації.

### **Зауваження до дисертаційної роботи:**

1. В роботі досить детально представлено фракційний склад портландцементів та ультра- і нанодисперсних мінеральних добавок згідно даних лазерної гранулометрії (розділ 2.1), на основі яких розраховано інтегральний та диференціальний коефіцієнти поверхневої активності (розділ 3.1). Проте методика таких розрахунків не наведена, а для мінеральних добавок-наномодифікаторів недостатньо повно висвітлено взаємозв'язок між вказаними коефіцієнтами та показниками, що визначають фізико-хімічну сутність їх дії в цементі.
2. Для визначення пуцоланової активності мінеральних добавок використано метод за поглинанням  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  з насиченого розчину, при цьому неясно, чому період взаємодії обмежено до двох діб. Доцільно також використати інші відомі методи визначення пуцоланової активності мінеральних добавок, зокрема згідно з ASTM C 379-65T та EN 450-1:2009 визначається коефіцієнт пуцолановості в різні терміни тверднення.
3. При розробленні нанотехнологічного підходу «зверху-вниз» слід було більш ґрунтовно дослідити вплив підвищення ступеня дисперсності наномодифікованих портландцементних композицій в процесі механо-хімічної активації на їх швидкість тверднення та марочні показники

міцності, а також визначити енергетичні затрати на механоактивацію залежно від типу помольного агрегату.

4. Проектування наномодифікованої портландцементної композиції „вниз-вверх” (п. 3.3), що містить полікарбоксилатний суперпластифікатор Glenium Ace 430 та нанодобавку X-SEED, слід доповнити математичним плануванням експерименту, аналогічно як це проведено для наномодифікованої портландцементної композиції „зверху-вниз”.
5. Розроблені наномодифіковані портландцементні композиції характеризуються швидким наростанням міцності (рис. 3.18-3.20). При цьому доцільно було дослідити кінетику їх тепловиділення, так як в масивних бетонних конструкціях внаслідок температурних градієнтів можуть виникати напруження та деформації з утворенням тріщин.

### **Висновок**

У цілому, дисертаційна робота „Наномодифіковані портландцементні композиції та швидкотверднучі бетони на їх основі” є завершеною науковою працею, містить нове вирішення актуального завдання, має важливе практичне значення.

Робота відповідає паспорту спеціальності 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби і вимогам МОН України та пп. 9, 11, 12 „Порядку присудження наукових ступенів”, які ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. із змінами, внесеними згідно з постановою Кабінету Міністрів України від №656 від 18.08.2015, а її автор, Мазурак Тарас Андрійович, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05. 23.05 – будівельні матеріали та вироби.

Офіційний опонент:

доцент, кандидат технічних наук,  
доцент кафедри технології будівельних  
конструкцій і виробів  
Київського національного університету  
будівництва і архітектури

 Павлюк В. В.

Особистий підпис доцента, кандидата технічних наук Павлюка В.В.  
засвідчую

Вчений секретар



*О.С. Петренко*