

## 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 виробы

**Актуальність проблеми.** Сучасні технології будівництва пов'язані з вирішенням проблем мінімізації енергетичних та матеріальних затрат як при зведенні нових високоякісних будівель, так і при ремонті, підвищенні ефективності, підтриманні працездатності та функціональних можливостей існуючої інфраструктури, що вимагає застосування швидкотверднучих бетонів з необхідними будівельно-технічними властивостями протягом всього життєвого циклу будівельних конструкцій. Автор для вирішення цього питання показує необхідність застосування нанотехнологічного підходу до створення багаторівневої (макро-, мікро-, нано-) структури, що досягається розробленням наномодифікованих портландцементних композицій, які містять суперпластифікатори нової генерації, ультра- і нанодисперсні мінеральні добавки, і полягає в оптимізації міжзернового простору, направленому керуванні процесами раннього структуроутворення полідисперсних цементуючих матеріалів.

Дисертаційна робота виконувалась в межах держбюджетних науково-дослідних робіт відповідно до тематичного плану МОН України.

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

Основні наукові положення полягають у розробленні принципів композиційної побудови високотехнологічних і швидкотверднучих бетонів на основі наномодифікованих портландцементних композицій за технологіями “знизу-вверх” та “зверху-вниз”, що полягають у багаторівневому модифікуванні цементуючої матриці органо-мінеральними добавками на основі полікарбоксилатних суперпластифікаторів, ультра- та нанодисперсних мінеральних компонентів.

В якості наукової новизни слід відзначити розроблення автором моделей рецептурних рішень наномодифікованих портландцементних композицій з переривчастим гранулометричним складом, що характеризуються направленим керуванням процесами раннього структуроутворення за рахунок ультра- та нанодисперсних модифікаторів, зростання кількості контактів при реалізації високого водоредукуючого ефекту полікарбоксилатних суперпластифікаторів у присутності енергетично активних нанорозмірних елементів з утворенням додаткової кількості гідратних фаз для забезпечення високих показників функціональності бетонної суміші, ранньої та марочної міцностей бетону, досягнення технологічних та технічних ефектів.

Обґрунтованість основних наукових положень, висновків і рекомендацій базується також на представленому в роботі аналітичному і експериментальному матеріалах.

**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 із 157 найменувань та 7 додатків, що вміщують акти впровадження розробок у промислове виробництво, навчальний процес. Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

*У першому розділі* проведений аналітичний огляд літературних джерел з проблем отримання швидкотверднучих бетонів з покращеними експлуатаційними характеристиками для технологій сучасного будівництва. Представлено аналіз методів прискорення тверднення бетонів, серед яких виділено нанотехнологічний підхід розроблення швидкотверднучих бетонів для конструкційних матеріалів з регламентованими будівельно-технічними властивостями за рахунок направленою керування та контролю процесами раннього структуроутворення і формування структури цементуючої матриці шляхом комплексного багаторівневого модифікування на мікро-, субмікро- та наноструктурному рівнях органо-мінеральними добавками, які містять полікарбоксилатні суперпластифікатори, ультра- та нанодисперсні мінеральні добавки. Однак в літературному огляді не акцентовано увагу на роль двоводного гіпсу при гідратації цементуючих систем, адже при його взаємодії з гідроксидом кальцію та метакаоліном утворюється додаткова кількість гідросульфоалюмінату кальцію, який забезпечує зростання ранньої міцності. Крім того, слід було зупинитися на особливостях добавки аеросилу, який використовувався в роботі, як мінеральний наномодифікатор. В цілому, матеріал розділу викладено логічно в послідовності, яка дозволила коректно сформулювати мету, наукову гіпотезу та задачі досліджень.

*У другому розділі* наведено характеристики вихідних матеріалів, використаних у роботі, та описано основні методи фізико-механічних випробувань та фізико-хімічних досліджень. Позитивним моментом є наведення гранулометричного розподілення мінеральних компонентів, а також застосування широкого спектру методів визначення будівельно-технічних властивостей наномодифікованих швидкотверднучих бетонів, а також планування експериментів з використанням математично-статистичних методів.

*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 показано, що незначний вміст нанорозмірних фракцій у складі ультрадисперсних мінеральних добавок зумовлює вирішальний внесок у розвиток надлишкової поверхневої енергії, синергетичну дію на підвищення ефективності дії ПАР і є вирішальним для досягнення технологічних та технічних макроефектів. На основі цього дисертант обґрунтовує доцільність багаторівневого модифікування портландцементних систем шляхом використання комплексних органо-мінеральних добавок на основі полікарбоксилатного пластифікатора, ультра- та нанодисперсних мінеральних

компонентів. Проведено оптимізацію складів та стандартні випробування лужноактивованих портландцементних композицій та досліджено кінетику їх тверднення згідно ДСТУ Б.В. 2.7-187:2009 та ДСТУ EN 196-1:2007. Проаналізувавши виконані експериментальні дослідження, дисертант теоретично обґрунтував і практично підтвердив можливість розроблення наномодифікованих портландцементних композицій, які відповідають вимогам, що ставляться до особливошвидкотверднучих і високоміцних в'язучих. Разом з тим, автору доцільно було навести порівняльні дослідження впливу вуглецевих наномодифікаторів на кінетику тверднення портландцементів.

В *четвертому розділі* розроблено швидкотверднучі бетони багаторівневої структури на основі наномодифікованих портландцементних композицій за технологіями „зверху-вниз” та „знизу-вверх”, що характеризуються маркою за рухливістю бетонних сумішей P4-P5, питомою міцністю  $f_{cm2}/f_{cm28}=0,56-0,72$ , класом за міцністю C32/40-C55/67, підвищеними значеннями водонепроникності (W18-W20), морозостійкості (F300), атмосферостійкості та корозійної стійкості ( $KC_6=1,1-1,2$ ). Показана ефективність розроблених бетонів у повітряно-сухих умовах та в умовах знакозмінних температур. Дослідженнями деформативних властивостей швидкотверднучих високоміцних бетонів встановлено, що в межах вимірюваних деформацій практично відсутні збільшення відносних поздовжніх та поперечних деформацій швидконапливаючої повзучості, що характерне для високоміцних бетонів. Доцільно було б також навести дані міцності на стиск розроблених бетонів у більш пізні терміни тверднення.

В цілому, наведений аналіз результатів досліджень дозволяє зробити загальний висновок про те, що деякі висновки автора є дискусійними, проте основні наукові положення, які розробляються в розділах 3 та 4 дисертаційної роботи є обґрунтованими і такими, що базуються на отриманих експериментальних результатах.

**Практичне значення роботи** підтверджують результати, що викладені у *розділі 5*, присвяченому промислового впровадженню швидкотверднучого бетону на основі наномодифікованих портландцементних композицій загальним об'ємом 47,8 м<sup>3</sup> для каркасно-монолітного будівництва. При цьому автором показано, що економічний ефект від впровадження становить 292,5 грн. на 1 м<sup>3</sup> за рахунок прискорення розпалублення і підвищення оборотності опалубки. У виробничих умовах ТзОВ “Ферозіт” (м. Львів) проведено випуск сухих будівельних сумішей для закріплення матеріалів на основі наномодифікованих портландцементних композицій.

**Загальні висновки** по роботі висловлені чітко і аргументовані конкретними результатами.

**Достовірність і новизна наукових положень, висновків і рекомендацій**, викладених у дисертаційній роботі Мазурака Т.А. не викликає сумніву, оскільки підтверджується достатнім обсягом виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, методично правильною їх постановкою,

використанням широкого кола методів досліджень та випробувань, а також впровадженням результатів роботи у виробничих умовах.

Основні положення дисертації викладені в повній мірі в опублікованих 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, Baz Tech), 5 публікацій у матеріалах вітчизняних та міжнародних конференцій.

#### **Ідентичність автореферату основним положенням дисертації**

Зміст автореферату є ідентичним до основних наукових положень дисертаційної роботи. Автореферат містить необхідну інформацію, яка дає достатнє уявлення сутності досліджень і отриманих результатів.

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

1. У дисертаційній роботі (п. 3.3) наведені результати дослідження міцності на стиск розроблених наномодифікованих портландцементних композицій згідно ДСТУ Б.В. 2.7-187:2009 (рис. 3.18, табл. 3.12) та ДСТУ EN 196-1:2007 (рис. 3.19 та 3.20). В той же час, практичний інтерес для розробки швидкотверднучих клейових сумішей представляє також визначення міцності на згин даних портландцементних композицій.
2. При дослідженні гідратації та тверднення портландцементної композиції «портландцемент – метакаолін – мікрокремнезем – аеросил – полікарбоксилатний суперпластифікатор – луговмісний прискорювач тверднення» (п. 3.4) доцільно виділити роль кожного компонента в процесі структуроутворення в'язучого, а також встановити вміст  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в цементному камені, що визначає лужність середовища та корозійну стійкість арматури в залізобетонних конструкціях в процесі карбонізації.
3. В роботі (розділ 4.2) представлено результати випробувань міцності швидкотверднучих бетонів на основі наномодифікованих портландцементних композицій у різних температурних умовах, при цьому слід було також визначити зміну рухливості бетонної суміші, особливо в сухих жарких умовах, що має суттєве значення при монолітному бетонуванні.
4. На рис. 4.13 представлено зміну деформацій усадки дрібнозернистих бетонів на основі наномодифікованих портландцементних композицій протягом 90 діб; разом з тим, згідно ДСТУ Б В 2.7-216:2009 деформації усадки бетонів визначають протягом 120 діб.
5. Автором (розділ 4.3) досліджена корозійна стійкість швидкотверднучих бетонів на основі наномодифікованих портландцементних композицій у присутності сульфат-іонів та іонів магнію (клас впливу ХА), однак слід було доповнити такі дані дослідженням стійкості в інших агресивних середовищах, зокрема тих, що містять хлориди (класи впливу ХS та ХD).

Наведені зауваження не носять принципового характеру і в перспективі можуть бути враховані автором при проведенні подальших досліджень. Дисертаційна робота Мазурака Т.А. за об'ємом досліджень, рівнем їх виконання, новизною є завершеною науково-дослідною роботою, в якій одержані нові теоретично обґрунтовані та практично цінні результати.

В цілому, дисертаційна робота Мазурака Тараса Андрійовича за рівнем її наукової новизни і практичного значення відповідає комплексу вимог МОН України та п.п. 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 Т.А. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05. - Будівельні матеріали та вироби.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук,  
завідувач кафедри технології  
будівельних матеріалів, виробів та конструкцій  
ДВНЗ «Придніпровська державна  
академія будівництва та архітектури»

 Шпирько М.В.

Особистий підпис доктора технічних наук М.В. Шпирька  
засвідчую

Вчений секретар



Щеглова В.Д.