

## **В І Д З И В**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Стечишина Михайла Степановича**

„Самоущільнювальні бетони, армовані дисперсними волокнами”,  
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за  
спеціальністю  
05.23.05 – будівельні матеріали та вироби

**Актуальність проблеми.** Значимість і перспективність використання високоміцних самоущільнювальних бетонів визначається їх основною перевагою – підвищенням несучої здатності будівельних конструкцій, що працюють на стиск (колони, опори, несучі елементи будівель і споруд тощо). Разом з тим, специфіка складів таких самоущільнювальних бетонів зумовлює певні особливості будівельно-технічних характеристик затверділого композиту. Особливістю таких матеріалів є їх низька ударна міцність, підвищена можливість тріщиноутворення та крихкість, що проявляється в зниженні пластичних деформацій бетону під навантаженням, а також представляє загрозу безпечної експлуатації і надійності будівель та споруд при перевищенні розрахункових навантажень у стиснутих елементах. У зв'язку з цим, автором запропоновано багаторівневе армування структури самоущільнювальних бетонів різномасштабними армувальними елементами на декількох структурних рівнях – добавками різного функціонального призначення в поєднанні з дисперсними базальтовими волокнами.

Актуальність теми дисертації також підтверджується тим, що вона виконана в межах держбюджетних науково-дослідних робіт „Розроблення малоенерговмісних полікомпонентних цементуючих матеріалів для високофункціональних будівельних розчинів та бетонів” (номер держреєстрації 0113U001370) та „Основи технології створення енергозберігаючих мультимодальних композиційних цементів та бетонів поліфункціонального призначення на їх основі” (номер держреєстрації 0115U000426) відповідно до тематичного плану Міністерства освіти і науки України.

**Метою роботи** є розроблення самоущільнювальних бетонів із покращеними експлуатаційними властивостями шляхом багаторівневого дисперсного армування їх структури, оптимізація складів

самоущільнювальних дисперсно-армованих бетонів, дослідження процесів їх структуроутворення та будівельно-технічних властивостей, в т.ч. при твердненні в різних температурних умовах.

**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 отримання самоущільнювальних дисперсно-армованих бетонів на основі самоармованих суперпластифікованих цементуючих систем. Подальшого розвитку набули закономірності структуроутворення самоущільнювальних дисперсно-армованих бетонів в різних температурних умовах. Отримано комплекс експериментально-статистичних моделей показників самоармованих суперпластифікованих цементуючих систем, що кількісно характеризують синергетичний ефект дії мінеральних добавок різних груп і суперпластифікаторів на технологічні та експлуатаційні властивості самоущільнювальних дисперсно-армованих бетонів на їх основі.

**Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації** підтверджується результатами експериментів з використанням математичного моделювання та сучасних методів досліджень, що включають рентгенофазовий та диференційно-термічний аналізи, растрову електронну мікроскопію, гранулометричний аналіз. Достовірність результатів підтверджується застосуванням стандартних методів та апробованих методик, використанням повірених засобів вимірювальної техніки та обладнання і відтворюваністю експериментальних результатів.

**Практичне значення отриманих результатів.** У роботі дисертантом розроблено та оптимізовано цементуючі системи, що забезпечують високу ранню та марочну міцності самоущільнювального бетону, армованого базальтовою фіброю, внаслідок чого суттєво знижується матеріаломісткість, підвищується несна здатність та ефективність зведення монолітних залізобетонних конструкцій. Проведено апробацію самоущільнювальних дисперсно-армованих бетонів на основі самоармованих цементуючих систем, на ТзОВ “Спільне українсько-польське підприємство РАВТРАНС” та ТзОВ “Блюм Україна”. Проведені дисертантом дослідження свідчать про вирішення технологічних завдань забезпечення необхідних рухливості та однорідності сумішей, а також необхідної міцності дисперсно-армованого самоущільнювального бетону, що дозволило підвищити продуктивність праці

та знизити витрати на влаштування зміцнюючого шару при укладанні бетонних підлог.

**Основна частина дисертаційної роботи** викладена на 120 сторінках друкованого тексту і складається із вступу, п'яти розділів та загальних висновків. Повний обсяг дисертації становить 161 сторінок і включає 31 таблицю на 29 сторінках, 61 рисунок на 35 сторінках, список використаних джерел із 154 найменувань на 17 сторінках та 4 додатки на 12 сторінках. Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

**У першому розділі** проаналізовано тенденції використання самоущільнювальних бетонів для технологій сучасного будівництва. Представлено аналіз особливості їх складу, що зумовлює ряд недоліків, зокрема низьку міцність на розтяг, тріщиностійкість, опір бетону ударним і динамічним впливам, абразивному зношуванню, високу крихкість. Розглянуто особливості дисперсного армування різними видами волокон як ефективного способу підвищення тріщиностійкості та довговічності бетонних конструкцій, а також визначено теоретичні передумови досліджень. Разом з тим, слід зазначити, що автор недостатньо приділив уваги можливостям використання різних типів дисперсних мінеральних добавок для армування самоущільнювальних бетонів на мікрорівні.

**У другому розділі** наведено характеристики сировинних матеріалів, використаних у роботі, та описано основні методи фізико-механічних випробувань та фізико-хімічних досліджень. Позитивним моментом є застосування широкого спектру методів визначення будівельно-технічних властивостей самоущільнювальних бетонів, армованих базальтовою фіброю (стираність, розтяг при згині, ударна міцність тощо), а також планування експериментів з використанням математично-статистичних методів. При цьому слід врахувати критерії неоднорідності складів сумішей та розкиду результатів випробувань. Крім цього, доцільно було навести дані пуцоланової активності використаних мінеральних добавок.

**У третьому розділі** представлено результати розроблення високоміцних самоущільнювальних бетонів, армованих базальтовою фіброю, і дослідження їх будівельно-технічних властивостей. Автор обґрунтовує доцільність багаторівневого армування високорухливих цементуючих систем шляхом використання комплексних органічно-мінеральних добавок на основі полікарбонатного пластифікатора, метакаоліну і базальтової фібри, що забезпечує високу текучість без сегрегації фаз та покращені показники

міцності на стиск і згин. Визначено оптимальне співвідношення золи-винесення та кварцового піску з метою одержання самоущільнювальних бетонів, армованих базальтовою фіброю, а також проведені їх випробування згідно з EN 196.

На основі аналізу даних використання в самоармованих цементуючих системах мінеральних добавок та суперпластифікаторів на основі полікарбоксилатів автором встановлено особливості процесів раннього структуроутворення, що полягають у зміні фазового складу, ущільненні мікроструктури та зростанні міцності цементуючої матриці.

Важливу частину роботи складають результати експериментально-статистичного моделювання складів дисперсно-армованих самоущільнювальних бетонів та визначення їх технологічних та експлуатаційних властивостей. Автором досліджено ударну міцність, деформативні властивості, водонепроникність, морозостійкість, корозійну стійкість та інші властивості самоущільнювальних бетонів і показана їх висока ефективність та відповідність нормативним вимогам. Разом з тим, автору слід було більш детально дослідити процеси тріщиноутворення самоущільнювальних бетонів, армованих базальтовою фіброю.

**Четвертий розділ** присвячено розробці самоущільнювальних бетонів високонаповнених золою-винесення, проектуванню їх складів та вивченню будівельно-технічних властивостей.

Окремий підрозділ 4.2 присвячений реалізації двохфакторного трирівневого експерименту щодо оптимізації складу високонаповнених золою-винесення самоущільнювальних бетонів за критеріями розпливу конуса, умовної в'язкості, міцності на стиск та згин, стійкості до стирання та призмової міцності. Автором обґрунтовано та експериментально підтверджено, що використання високонаповнених золою-винесення цементних композицій та базальтової фібри забезпечує одержання фіброармованих самоущільнювальних бетонів з високим вмістом золи винесення, які характеризуються підвищеною міцністю при згині, пониженою пористістю, підвищеною стійкістю до стирання та корозійною стійкістю. Доцільно було б також навести дані по морозостійкості запропонованих складів. Автором показано, що армування високонаповнених золою-винесення самоущільнювальних бетонів базальтовою фіброю забезпечує зростання внутрішніх напружень при сталих відносних деформаціях.

**У п'ятому розділі** наведено результати промислового впровадження самоущільнювальних бетонів на основі самоармованих цементуючих систем

та висконаповнених золю-винесення цементних композицій і проведено техніко-економічне обґрунтування їх застосування.

В 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.

Основні результати дисертації відображені в 9 наукових працях, з яких 6 статей у фахових виданнях України, стаття в науковому періодичному виданні та 3 публікації у матеріалах вітчизняних та міжнародних конференцій.

Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням дисертації.

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

1. У розділі 1 доцільно було б більше уваги надати використанню нових видів бетонів (високоміцних, нанобетонів, дренажних тощо) у транспортному будівництві, зокрема при будівництві мостів, автомобільних доріг та аеродромів.
2. У розділі 3.1 дисертаційної роботи встановлено вплив комплексних добавок на основі полікарбосилатного пластифікатора та метакаоліну на властивості цементних систем, армованих базальтовою фіброю. Разом з тим, слід було б дослідити можливість використання дрібнодисперсних добавок мікрокремнезему, вапнякового борошна для проектування самоармованих цементуючих систем. Доцільно також було б навести порівняльні результати досліджень бетонів, армованих іншими видами фібри.
3. Автором (розділ 3.4) досліджена корозійна стійкість самоущільнювальних бетонів у присутності сульфат-іонів (клас ХА), однак незрозумілим залишається їх поведінка в інших агресивних середовищах, зокрема тих, що містять хлориди (класи ХS та ХD).
4. В розділі 4.1 досліджено вплив золи-винесення та хімічних добавок на властивості цементних композицій для одержання самоущільнювальних бетонів. Доцільно було б доповнити ці дані дослідженнями процесів структуроутворення даних композицій.

В розділі 4.3 досліджено будівельно-технічні властивості фіброармованих самоущільнювальних бетонів з високим вмістом золи винесення. Доцільно

було б доповнити ці дані дослідженнями морозостійкості розроблених бетонів.

- б. Для розрахунку конструкцій окрім міцності на розтяг при згині, модуля пружності та коефіцієнта Пуассона необхідно мати такі розрахункові характеристики бетонів як коефіцієнт лінійного температурного розширення, коефіцієнт втоми тощо та значення розкиду показників властивостей матеріалу). Автором не наведено даних по їх визначенню. Для прогнозування надійності та довготривалої роботи дисперсної арматури у складі бетону необхідно оперувати даними випробувань матеріалу після багаторічного періоду експлуатації.

### Висновок

У цілому, дисертаційна робота „Самоущільнювані бетони, армовані дисперсними волокнами” є закінченою науково-дослідною роботою, містить нове вирішення актуального завдання для будівельної галузі, 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 і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника, а її автор, Стечишин Михайло Степанович, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук,  
професор, завідувач кафедри аеропортів  
Національного  
транспортного університету



І.П. Гамеляк

