

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Коробко Оксани Олександрівни

«Формування взаємозалежних різномасштабних структур будівельних композитів», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – будівельні матеріали та виробни

Подана на відгук дисертаційна робота складається із вступу, семи розділів теоретичного та експериментального матеріалу, загальних висновків, списку використаної літератури (390 найменувань) та 3 додатків. Обсяг роботи складає 431 сторінку, з них 270 сторінок основного тексту, включаючи 78 рисунків та 51 таблицю. Оформлена робота згідно чинних вимог.

Актуальність теми. Однією з важливих проблем будівельної галузі є підвищення стійкості будівельних виробів, призначених для роботи в складних умовах експлуатації. Для забезпечення надійності функціонування різного виду композитів раціональним підходом можна вважати розробку шляхів направленої організації структури цементного каменю, полімервміщуючих композицій та бетонів на щільних і пористих заповнювачах. Виділення структури як основоположного фактору, що визначає рівень фізико-технічних властивостей виробів, акцентує увагу на виявленні структурних елементів, які здатні адекватно реагувати, через зміну своїх параметрів, на дію зовнішніх і внутрішніх впливів. При зростаючих об'ємах будівництва об'єктів, призначених для конкретних умов експлуатації, вдосконалення рецептурно-технологічних методів з покращення функціональної придатності бетонних виробів робить вибір теми досліджень обґрунтованим та актуальним.

Актуальність теми також підтверджується тим, що робота проведена в рамках держбюджетних тем Міністерства освіти і науки України: «Направлена організація структури будівельних композитів з підвищеними експлуатаційними властивостями», «Експериментально-теоретичні основи виробництва будівельних композитів заданої структури і з прогнозованими властивостями», «Аналіз генезису та моделювання структуроутворення матеріалів і процесів в будівельних виробках», які виконувались на кафедрі виробництва будівельних виробів та конструкцій Одеської державної академії будівництва та архітектури.

Аналіз основного змісту роботи, наукової новизни, ступеню обґрунтованості наукових положень та висновків.

Основні наукові положення полягають у розробці експериментально-теоретичних основ направленої структуроутворення взаємозалежних різномасштабних структур будівельних композитів для підвищення їх стійкості в складних умовах експлуатації.

До наукової новизни одержаних автором результатів можна віднести обґрунтування ролі взаємообумовленої різнорівневої структурної організації якісно відмінних рівнів неоднорідностей в процесах забезпечення інтегральної структури бетону та функціональних властивостей виробу як системи, що самоорганізується; визначення особливостей впливу різних видів активації на структуроутворення та властивості цементних і полімервміщуючих композицій

ВХІДНИЙ № 122-286
14. 02 2019 р.

з урахуванням взаємообумовленого протікання фізико-механічних і фізико-хімічних процесів організації структури тверднучих систем; запропоновані механізми участі різного виду деформацій в організації структури бетону через самоініціювання їх розвитку. Автором також доведена можливість підвищення показників фізико-технічних властивостей бетону шляхом направленою збільшення різноманіття структур взаємозалежних рівнів неоднорідностей.

Наукові положення, сформульовані в дисертації, достатньо обґрунтовані. Кожен пункт наукової новизни в повній мірі підтверджений теоретичними та експериментальними дослідженнями.

У вступі приведені відомості щодо обґрунтованості обраної теми, мети та задач досліджень, наукової новизни та практичної цінності роботи, апробації одержаних результатів, ступеня опублікування основних положень дисертації.

У першому розділі проведено огляд науково-технічної інформації з питань покращення властивостей композиційних будівельних матеріалів, аналізу ролі деформацій в структуроутворенні та формуванні властивостей композитів, способів захисту матеріалів і виробів при експлуатації.

Проведений аналіз дозволив виявити специфічні особливості поліструктурної будови будівельних композитів з урахуванням численності різноманітних складових та їх відносної автономності при ієрархічній підпорядкованості. Показано, що деформації відіграють значну роль в різні періоди одержання та експлуатації будівельних композитів як ініціатори практично всіх процесів, що реалізуються в матеріалах. Розкрита роль структури в процесах адаптації матеріалу, особливо при періодичній дії знакозмінних факторів. На підставі формування підходу про збереження рівня властивостей при знакозмінних впливах автором висунута робоча гіпотеза, що базується на уявленні будівельних виробів як системи, що самоорганізується, та є відкритою до зовнішніх чинників. Такий підхід дає змогу вирішувати ряд технологічних та матеріалознавчих задач. В той же час, при цьому слід було також розглянути механізм утворення зони пошкодження або первинної мікротріщини в макрочастині твердого тіла внаслідок термофлуктуаційного розривання хімічних зв'язків (термофлуктуаційна теорія Журкова). Мультимасштабне моделювання властивостей конструкційного бетону на даний час розвивається з використанням системного підходу, що поєднує цементуючі композити та будівельну механіку (Koichi Maekawa, Japan, 2003). Крім цього, в хімії цементів поширюється новий підхід, який ґрунтується на принципах побудови на мікроструктурному рівні мультимодальних композиційних цементів з переривчастим гранулометричним складом (A. Wolter, M. Саницький).

Дисертанту слід було ширше представити напрямки модифікування і вдосконалення структури бетону, що досягається шляхом комплексної системної хімізації складу, введенням нових структурних елементів, які блокують розвиток тріщин у бетоні, зокрема в'язкопластичних компонентів, дисперсних армувальних волокон та ін. З цих позицій слід було розглянути концепцію багаторівневого дисперсного армування структури бетону, згідно якої проявляються синергетичні ефекти дії армуючих елементів на кожному масштабному структурному рівні бетону, що дозволяє суттєво збільшити опір бетону крихкому руйнуванню (Чернишов Є.М.).

У дисертаційній роботі доцільно було також розглянути високофункціональні бетони нової генерації (High Performance Concrete - HPC), які отримуються з використанням мікро- та нанорозмірних структурних складових. Специфічними ознаками таких бетонів є зростаючі на декілька порядків площі розділу фаз, число фізичних та фізико-хімічних контактів в одиниці об'єму матеріалу та ін. При цьому важлива розробка технологічних рішень по управлінню формуванням структури бетонів з реалізацією їх властивостей при дії різноманітних експлуатаційних чинників.

Як показано автором, у всіх бетонних конструкціях утворюються тріщини різних розмірів. В той же час, їх необхідно усувати вручну, що скорочує термін служби конструкції. Тому слід було виділити самовідновлюваний бетон (Self-Healing Concrete - SHC), який є революційним будівельним матеріалом, що здатний вирішити всі ці проблеми і, безумовно, є будівельним матеріалом майбутнього. При цьому виникає необхідність зрозуміти його властивості і те, як працює цей механізм.

У другому розділі представлені характеристики використаних матеріалів, методики дослідження, методи математичного планування експериментів та обробки результатів, а також структурно-логічна схема вирішення основних задач роботи. Позитивної оцінки заслуговує фізичне моделювання процесів структуроутворення бетону на рівнях мікро- та макроструктури, а також використання апарату математичного моделювання для статистичного аналізу експериментальних результатів. В той же час, згідно табл. 2.2 хімічний склад портландцементу ПЦ І-500 ПАТ «Югцемент» не відповідає його розрахунковому мінералогічному складу.

Третій розділ присвячений обґрунтуванню принципів формування взаємозалежних різномасштабних структур бетону, моделюванню будівельного виробу як системи, взаємозв'язку структур матеріалу та виробу, ролі взаємообумовленої структурної організації та взаємовпливу різномасштабних структур бетону в забезпеченні властивостей на рівні виробу, функціонуванню виробу-системи під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів. Структуру бетонних виробів пропонується розглядати в певній динаміці розвитку на всіх етапах її формування та в період дії експлуатаційних навантажень. Автором показано взаємозв'язок властивостей матеріалу та виробу, що проявляється в рівнозначності їх структурної організації. Зазначено, що процеси організації структури виробу в період одержання викликають самозародження та розвиток структурних елементів з різною швидкістю реакцій на впливи. Разом з тим, слід було встановити фазовий склад структур на рівнях мікро- та нанонеоднорідностей, а також з позицій фізико-хімії представити механізми («рушійну силу») процесів самоорганізації для направленоного формування інтегральної структури бетону.

У четвертому розділі проаналізовано механізми організації структури цементно-водних та полімервміщуючих композицій як дисперсних ліофобних систем з урахуванням взаємовпливу їх різномасштабних підструктур, досліджено вплив взаємообумовленої організації структурних рівнів на фізико-технічні властивості будівельних композитів. Автором показано, що направлена зміна якісних і кількісних складів в'язучого та використання матричних резонаторів веде до зміни властивостей цементних і полімерних

композицій в різні періоди тверднення. Прийняті способи активації наповнювачів забезпечують організацію структури цементних і полімерних композицій з потрібними показниками початкової пошкодженості, тріщиностійкості, механічних і деформативних властивостей. При цьому за допомогою методу лазерної гранулометрії слід було дослідити розподіл частинок наповнювачів за розмірами в діапазоні питомої поверхні 100-300-500 м²/кг та виділити вміст ультрадисперсної фракції, яка може мати вирішальний вплив на формування мікроструктури цементуючої матриці.

П'ятий розділ присвячений аналізу макроструктури бетону як певної структурної неоднорідності бетону з виявленням характерних для неї елементів, особливостей структуроутворення та формування властивостей. Автором досліджено вплив макроструктури на структуроутворення та властивості матричного матеріалу як системи, що самоорганізується, вплив багатоваріантності чарунок на структурні характеристики та фізико-технічні властивості матеріалу, вплив різноманіття макроструктури на властивості бетону. Показано, що підвищити механічні та деформативні властивості бетону можна за рахунок направленої організації структури на макрорівні шляхом забезпечення різноманітних умов взаємодії матричної складової з заповнювачами. В той же час, при цьому результати дослідження будівельно-технічних властивостей бетонів доцільно згрупувати в таблицю, а також представити корозійну стійкість.

У шостому розділі проаналізована роль деформацій, тріщин і внутрішніх поверхонь розділу в життєвому циклі бетону, роль деформацій в спонтанній організації структури бетону, динаміка взаємообумовленого прояву технологічних подій в структурному розвитку бетону, структуроутворююча та руйнівна роль тріщин у життєвому циклі виробу-системи, особливості розвитку деформаційних процесів в період організації структури бетону та реакції матеріалу виробу на впливи. Автором показано, що стійкість бетону як матеріалу виробу під впливом різного виду навантажень визначається співвідношенням інтенсивності структурної переорганізації та швидкості реакцій на них тих чи інших складових структури. Разом з тим, на рис. 6.4 не наведено масштаб збільшення, при цьому неясно, який розмір частинок цементного каменю віднесено до рівня наноструктури.

У сьомому розділі розглядаються питання, пов'язані з виявленням факторів безпечного функціонування бетону при малоцикловій утомі, аналізом зміни властивостей будівельних композитів у часі, динамікою зміни структури та властивостей бетону при попереми́нній дії вологи та температури, впровадженям одержаних результатів досліджень в практику виробництва та навчальний процес. Автором зазначено, що стійкість бетону при малоцикловій утомі залежить від структурних змін як своєчасних реакцій структури матеріалу на періодичні температурні та вологісні впливи.

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що на основі сформульованих теоретичних положень і експериментальних досліджень запропоновані методи з направленою формування взаємозалежних різномасштабних структур та одержання заданих наборів характерних для них елементів, що дозволяє підвищити рівень властивостей бетонів на щільних і пористих заповнювачах в різних умовах експлуатації. Рекомендовано склади

бетону і керамзитобетону зі збільшеною багатоваріантністю макроструктури за рахунок зміни співвідношень адгезійно-когезійних сил зв'язку на границях розділу між цементною складовою та заповнювачами для одержання бетонів з відповідним рівнем властивостей та гарантованою стійкістю до малоциклових утомних навантажень. Основні результати дисертаційного дослідження апробовані в промислових умовах на об'єктах будівельних компаній НВЦ «Екострой», ТОВ «Баутех-Україна», КМД «КАМБІО, КП «Будова» у м. Одеса.

Слід також відзначити впровадження основних експериментально-теоретичних та методологічних положень дисертаційної роботи в навчальний процес Одеської державної академії будівництва та архітектури для підготовки магістрів та бакалаврів спеціальностей «Будівництво та цивільна інженерія» і «Архітектура та містобудування», а також аспірантів за спеціальністю 05.23.05. – будівельні матеріали.

Аналіз змісту дисертації Коробко Оксани Олександрівни дозволяє оцінити її як закінчену наукову роботу, результати якої мають **достовірну науково-технічну інформацію по дослідженню**, що стосується можливості направлено одержання заданих наборів активних елементів структури на різних рівнях неоднорідностей, які визначають стійкість матеріалу при функціонуванні виробу в різних умовах експлуатації.

Обґрунтованість наукових положень і висновків, які сформульовано в дисертації, підтверджується використанням комплексу взаємодоповнюючих методів досліджень. Експериментальні дослідження, які покладено в основу дисертаційної роботи, виконано на високому науково-технічному рівні. Дисертація викладена з використанням сучасної технічної термінології. Ілюстрації, схеми, таблиці в достатній мірі доповнюють текстовий матеріал.

Загальні висновки відповідають поставленій меті та задачам досліджень, відрізняються конкретністю викладання, відображаються результатами експериментів, наведеними у роботі.

Повнота публікацій та апробації роботи. Наукові праці, які опубліковано за темою дисертації, містять основні наукові положення, результати теоретичних та експериментальних досліджень, висновки та рекомендації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 48 наукових праць, з них 1 монографія (в співавторстві), 27 статей у фахових виданнях України, 1 стаття у виданні, яке включене до міжнародної наукометричної бази даних Scopus, 3 статті у виданнях, що включені до міжнародної наукометричної бази даних Index Copernicus, 4 статті у наукових періодичних виданнях іноземних держав, 1 навчальний посібник, рекомендований МОН України (у співавторстві), 11 праць, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

Ідентичність автореферату основним положенням дисертації.

Автореферат дисертації оформлений відповідно до чинних вимог, містить всі необхідні елементи, які повністю відображають основні структурні частини дисертації, в ньому викладено основну суть здійснених наукових досліджень, наведено основні результати, наведені висновки та список основних публікацій автора. Матеріал викладено в науковому стилі, логічно та послідовно. Зміст автореферату є ідентичним основному змісту дисертації та опублікованим роботам.

Зауваження по дисертаційній роботі:

1. На сучасному етапі в технології бетону широко використовують різноманітні добавки поверхнево-активних речовин. У зв'язку з цим, доцільно було б проаналізувати вплив добавок повітрязахоплюючої дії як демпферів напружень в процесах заморожування-відтавання бетону.

2. В роботі (розділ 4) в якості наповнювача використано молотий кварцовий пісок, який по своїм характеристикам відноситься до хімічно інертних матеріалів. Тому доцільно було проаналізувати, як будуть впливати на властивості цементних композитів активні мінеральні добавки гідравлічної та пуцоланічної дії, зокрема гранульовані доменні шлаки, зола-винесення ТЕС, опока тощо. Важливо також дослідити сумісний вплив мікрокремнезему і метаксаоліну в поєднанні з суперпластифікаторами нового покоління на основі полікарбоксилатів на формування структури будівельних композитів.

3. Для характеристики пружно-пластичних властивостей бетону (розділ 6) слід було представити його модуль деформацій, що встановлює залежність між напруженнями і відносними деформаціями в будь-якій точці діаграми деформування, а також показати залежність граничних деформацій від міцності бетону, його класу, складу, тривалості дії навантаження, що суттєво впливає на тріщиностійкість.

4. Розроблене цементне в'язуче здобувач пропонує використовувати для вирівнювання та зміцнення поверхні, зашпаровування стиків, швів і тріщин (розділ 7), але при цьому автор не наводить дані по дослідженню адгезії рекомендованих композицій до поверхні будівельних конструкцій, що потребують ремонту. Крім того, доцільно було б визначити водопоглинання, капілярне підсмоктування, водонепроникність, водонасичення даного матеріалу. Для полімервміщуючого покриття необхідно було б визначити стійкість до ударних навантажень та абразивного зносу. Це б дало змогу підтвердити довговічність одержаних будівельних композитів.

5. Для оцінки ефективності результатів досліджень у практику виробництва в роботі доцільно привести розрахунок отриманого автором економічного ефекту.

6. Для структурних досліджень автором використано методи імітаційного моделювання, в той же час для аналізу формування та генезису мікроструктури будівельних композитів слід було розглянути можливість використання сучасних фізико-хімічних методів: растрова електронна мікроскопія, рентгенофазовий аналіз, лазерна гранулометрія та ін. При цьому доцільно виділити роль крупнокристалічних блоків портландиту – продукту гідролізу алітової фази портландцементу ПЦ І-500 - в процесах тріщиноутворення під дією механічних навантажень.

Наведені зауваження не знижують наукову та практичну цінність дисертації.

Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.23.05 – будівельні матеріали та виробни, так як спрямована на проведення теоретичних і експериментальних досліджень механізмів структуроутворення при формуванні властивостей матеріалів, а також вивчення довговічності матеріалів і конструкцій в умовах механічних навантажень, природних та технологічних чинників.

Висновок

Дисертаційна робота Коробко О.О. «Формування взаємозалежних різномасштабних структур будівельних композитів» може бути охарактеризована як завершена науково-дослідна робота, яка може бути кваліфікована як перспективний науковий напрямок, містить нові наукові результати, що в комплексі вирішують науково-прикладну проблему розробки експериментально-теоретичних основ направленої структуризації взаємозалежних різномасштабних структур будівельних композитів для підвищення їх стійкості в різних умовах експлуатації. За актуальністю, науковою новизною отриманих результатів, їх достовірністю та практичною значимістю робота відповідає вимогам МОН України та пп. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», які ставляться до робіт на здобуття доктора технічних наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р., а її автор, Коробко Оксана Олександрівна, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри будівельного виробництва
Національного університету
«Львівська політехніка»
д.т.н., професор



М.А. Саницький

Підпис професора, доктора технічних наук М.А. Саницького “засвідчую”:

Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»



Р.Б. Брилинський