

ВІДГУК

офіційного опонента Барабаша Івана Васильовича
на дисертаційну роботу Марківа Тараса Євгеновича

“Наукові засади отримання бетонів з підвищеною тріщиностійкістю за рахунок керування структуроутворенням на різних рівнях”, представленої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю

05.23.05 - *Будівельні матеріали та вироби*

Основна частина дисертаційної роботи представлена на 269 сторінках друкованого тексту та включає в себе вступ, 6 розділів та загальні висновки. Повний обсяг дисертації становить 360 сторінок; робота містить 141 рисунок, 57 таблиць, список використаних джерел із 381 найменувань та 9 додатків на 21 сторінці.

За темою дисертації опубліковано 39 наукових праць, з них 14 статей у наукових фахових виданнях України, 12 – у виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз (з них 9 у Scopus), та у періодичних виданнях інших держав, 1 патент, 1 навчальний посібник та 11 публікацій апробаційного характеру.

Дисертаційна робота виконана згідно з напрямками наукової діяльності кафедр будівельного виробництва і автомобільних доріг та мостів Національного університету "Львівська політехніка" і виконувалась в межах кафедральних тематик «Розроблення сучасних технологій енергоефективного будівництва, бетонів та розчинів поліфункціонального призначення, ефективних теплоізоляційних, оздоблювальних, гідроізоляційних матеріалів (номер держреєстрації 0118U000275) і «Розроблення ефективних технологій і матеріалів для будівництва та ремонту дорожніх одягів; діагностика конструктивних елементів автомобільних доріг та дослідження дорожніх матеріалів, виробів, конструкцій і ґрунтів (номер держреєстрації 0119U103557), міжнародного гранту № IPBU. 01.01.00-06.570/11-00 «Розроблення інноваційної моделі транскордонного використання цеолітового туфу», а також науково-дослідної роботи за міжнародним проектом NAWA «Пуцоланові матеріали, отримані з золи винесення, як добавки нового покоління, що використовуються в технології

виробництва «зеленого» бетону (договір № М/93-2023).

Актуальність теми дисертації. В останні десятиріччя значна кількість країн прикладають свої зусилля, які направлені на мінімізацію негативного впливу будівельної галузі на навколишнє середовище. З цієї точки зору розробка та впровадження ефективних технологічних рішень для виробництва бетонних сумішей, а також бетону на їх основі з покращеними експлуатаційними параметрами, є важливим і своєчасним. Раціональний підхід до правильного вибору компонентів бетону, оптимізації його складу призводить до отримання більш довговічних композиційних матеріалів і, крім екологічних переваг, до зниження інвестиційних витрат. Це відповідає вимогам екологічного будівництва. Запроваджені стандарти серії ISO 14000, методології оцінки життєвого циклу (LCA) та потенціалу глобального потепління (GWP) слугують інструментами оцінки, які дають аналітичні результати для вирішення екологічних проблем.

У зв'язку з цим, розроблення та дослідження бетонів з підвищеною міцністю і тріщиностійкістю є актуальними, про що свідчить зростаючий з кожним роком попит на такі бетони через збільшення поверховості будівель, вимог до довговічності будівель, споруд і транспортних комунікацій. Вирішенню цих проблем і присвячена дисертаційна робота Тараса Марківа, в якій вирішуються питання одержання бетонів з підвищеною тріщиностійкістю та міцністю за рахунок науково обґрунтованих засад керування структуроутворенням на різних рівнях. Дисертантом запропоновано механізм покращення тріщиностійкості бетонів внаслідок використання природних пуцоланових добавок в комплексі з пластифікуюче-повітровтягувальними добавками. Встановлено закономірності полідисперсного армування бетонів на мезо- та макрорівнях з використанням системного підходу до вибору видів фібри. Автором також розроблені критерії оцінки тріщиностійкості бетонів підвищеної міцності із заданою надійністю за рахунок керування структуроутворенням на поліструктурних рівнях.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Наукові положення, рекомендації, висновки та наукова новизна, викладені у дисертаційній роботі, є достатньо аргументованими і у повному обсязі

підтверджені теоретичними і експериментальними дослідженнями. Узгодження результатів досліджень з загальновідомими науковими положеннями та позитивні результати промислових випробувань є доказом достовірності наукових положень і висновків. Обґрунтованість наукових результатів забезпечується застосуванням сучасних методів фізико-хімічного аналізу, а саме рентгенівської дифрактометрії, диференційно-термічного аналізу, комп'ютерної мікротомографії, електронної мікроскопії з мікрозондовим аналізом та ртутної порометрії. Об'єм втягнутого повітря визначали, використовуючи прилади Testing 2.0334 та FORM+TEST. Метод низькотемпературної дилатометрії використано для визначення температури замерзання рідкої фази та деформацій розширення суміші. Розподіл часток за розміром дрібнодисперсних компонентів визначали методом лазерної гранулометрії з використанням гранулометра Malvern Panalytical Master Sizer 2000. Математичне планування експерименту проводили із застосуванням одного з методів статистичної обробки результатів – метод ортогонального центрально-системного планування.

Наукова новизна роботи. Дисертантом вперше розроблені наукові основи композиційної побудови бетонів з підвищеною тріщиностійкістю, які базуються на сумісному врахуванні процесів структуроутворення на мікро- та макрорівнях при цілеспрямованому модифікуванні цеолітів пластифікуючими та повітровтягувальними поверхньо-активними добавками, а також дисперсному армуванню різними видами фібри. Автором розвинуто науково-концептуальні положення керування процесами структуроутворення на всіх структурних рівнях бетону за рахунок раціонального підбору пуцоланових матеріалів, введення ПАР та дисперсних волокон.

Автором запропоновано до використання і розраховано параметр питомих енерговитрат на локальне статичне деформування в зоні магістральної тріщини, який разом із стандартизованим показником питомих енерговитрат на статичне деформування до моменту початку руху магістральної тріщини в більш повній мірі характеризує поведінку бетону під навантаженням як в докритичній, так і закритичній стадіях деформування.

Завдяки проведеним системним дослідженням поглиблено наукові уявлення

про використання пуцоланових матеріалів цеолітового типу для забезпечення більш глибокої гідратації в'язучої речовини в бетонах з відносно низьким водоцементним відношенням, а також як кристалоутворюючої добавки.

Практичне значення результатів дисертації. Автором розроблено склади бетонів з регульованими характеристиками тріщиностійкості, підвищеними показниками міцності на розтяг при згині та довговічності. Одержані експериментальні дані дали практичну можливість науково обґрунтувати основні механізми керування структуроутворенням бетонів на різних масштабних рівнях.

Розроблено наукові основи композиційної побудови бетонів з підвищеною тріщиностійкістю, які базуються на комплексному врахуванні процесів формування структури на мікро-, мезо- та макрорівнях. Практичне значення одержаних результатів підтверджено актами впровадження розроблених згідно запропонованої концепції бетонів на ПП «Застава» та ПП «Захід-Бетон-Буд» при будівництві площадки для складування бетонних виробів та під'їзної дороги до складських приміщень у с. Малехів Львівської ОТГ відповідно із забезпеченням проектної міцності та підвищеної тріщиностійкості і довговічності бетонів, а також при будівництві мостових переходів підприємством «Дрог-Буд» та ТОВ «Автомагістраль-Південь». Впровадження нової технології при бетонуванні промислової площадки дало змогу отримати фактичний економічний ефект, що становить 9005 грн на 100 м² порівняно з традиційною технологією. На ТзОВ «Угринів Еко Ферм» при бетонуванні ванни тваринницького комплексу забезпечено проектний клас міцності на стиск, підвищену корозійну та тріщиностійкості.

Підтвердженням практичної значимості роботи є одержаний патент України на корисну модель.

Отримані автором теоретичні, технологічні положення та методичні розробки впроваджені і використовуються в навчальному процесі кафедри будівельного виробництва при викладанні дисциплін «Будівельне матеріалознавство», «Бетони та будівельні розчини, заповнювачі для бетонів, ч.1 та ч.2», «Технологічний супровід виготовлення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій» для студентів 192 Будівництво та цивільна інженерія

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (вибірковий блок «Технології будівельних конструкцій, виробів та матеріалів») та «Технології моделювання інформації у будівельному виробництві» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти (ОПП «Технології будівельних конструкцій, виробів та матеріалів»), а також при підготовці здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія.

Відсутність (наявність) академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Дисертаційна робота не містить ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Всі використані ідеї, наукові результати, цитати супроводжуються належними посиланнями на їх авторів та джерела опублікування.

Достовірність і новизна висновків і рекомендацій.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, теоретично обгрунтовані, а їх достовірність і новизна повністю підтверджуються проведеними теоретичними та експериментальними дослідженнями. Всі висновки і рекомендації базуються на масиві експериментальних даних, отриманих з використанням сучасних стандартизованих та обгрунтованих методів досліджень.

Аналіз змісту і структури дисертаційної роботи. Дисертаційна робота за обсягом та структурою відповідає чинним вимогам. Дисертація складається з анотацій, вступу, шости розділів, висновків, списку використаних джерел літератури (381 найменування) та додатків.

У вступі обгрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і задачі досліджень, відображено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, наведено відомості про апробацію результатів роботи та публікації, визначено особистий внесок здобувача в процесі виконання роботи.

В першому розділі автором проведено ретельний огляд наукової та технічної літератури, що стосується тріщиностійкості бетону та роль структури в керуванні його властивостями. Переконаливо показані переваги модифікації та вдосконалення структури шляхом використання пуцоланових матеріалів, добавок

пластифікуюче-повітровтягувальної дії та полідисперсного армування. На основі проведеного огляду літератури висунуто наукову гіпотезу та обґрунтовано раціональний вибір складів бетону для здійснення регулювання та прогнозування поведінкою бетонів під навантаженням.

Перелік використаних літературних джерел достатньо широкий, містить значну частину посилань на сучасні як українські, так і закордонні джерела наукової літератури за останні 5...10 років за темою дисертації, що повністю відображає обраний напрямок досліджень.

У другому розділі представлено використані підходи до вибору в'язучих, пуцоланових матеріалів, хімічних добавок та різних типів фібри для дисперсного армування бетонів та вибору методів проведення досліджень, а також розроблено алгоритм і блок-схему досліджень. Аналіз показників якості матеріалів для бетону дозволив визначити основні компоненти, які будуть використовуватися для проектування бетонів з підвищеною тріщиностійкістю. Проведено дослідження пуцоланічної активності мінеральних добавок та вивчено вплив дисперсних волокон різних видів на міцність бетонів з підвищеною тріщиностійкістю. Обґрунтовано вибір методології та процедури проведення досліджень.

У третьому розділі розглядаються властивості бетонів з пуцолановими добавками різного походження, а також поведінку арматури в таких бетонах. Проведено оптимізацію вмісту використаних органо-мінеральних добавок методом ортогонального композиційного планування. Встановлено особливості процесів структуроутворення бетонів з використаними пуцолановими матеріалами на мікроструктурному рівні.

Четвертий розділ присвячено дослідженню впливу полідисперсного цеолітового туфу, а саме фракційного складу та особливостей структури, а також пластифікуюче-повітровтягувальних добавок на структуроутворення бетону на мезорівні. Досліджено міцнісні та експлуатаційні властивості бетонів та встановлено закономірності поведінки бетону під навантаженням та механізм їх впливу на параметри тріщиностійкості.

У п'ятому розділі досліджені силові та енергетичні параметри тріщиностійкості бетонів при введенні дисперсних волокон різних видів,

оптимізовано методом математичного планування вміст прямих волокон та з деформованою поверхнею в бетоні, а також їх вплив на поведінку бетону під навантаженням. Встановлено переваги композиційного полідисперсного армування на параметри тріщиностійкості. Показано підвищення ефективності роботи такого бетону на закритичній стадії руйнування. Виявлено закономірності процесів структуроутворення дисперсноармованих бетонів з підвищеною тріщиностійкістю на макроструктурному рівні.

У шостому розділі розглядається можливість регулювання параметрів тріщиностійкості бетону внаслідок зміни технологічних факторів, параметрів проектування. Встановлено, що керування структуроутворенням на всіх рівнях бетону за рахунок введення полідисперсного цеолітового туфу, добавок пластифікуюче повітровтягувальної дії та полідисперсного армування дозволяє одночасно з покращенням експлуатаційних властивостей підвищити в'язкість руйнування, силові та енергетичні характеристики тріщиностійкості на докритичній та закритичній стадіях руйнування. Представлені результати промислово-дослідного впровадження розроблених бетонів. Показано економічну доцільність використання запропонованих технологічних рішень в будівництві.

Висновки дисертації є ґрунтовними і базуються на результатах, одержаних здобувачем особисто, та висвітлюють наукову новизну і практичне значення роботи.

Зауваження по дисертаційній роботі.

1. В роботі більшість досліджень проведені з використанням природних пуцоланових матеріалів. Доцільно було б більше уваги приділити цілком новим в технології бетонів штучним пуцолановим матеріалам.
2. В роботі використано різні добавки пластифікуюче-повітровтягувальної дії і наведені їх властивості. Приведення інфрачервоних спектрів випромінювання добавок дало б змогу глибше зрозуміти їх природу і можливі ефекти дії.
3. В табл. 3.2. наведена питома поверхня побічних продуктів промисловості. Проте не зрозуміло, на приладі Блейна чи Товарова вона визначалася.

4. При дослідженнях водонепроникності бетону встановлено, що глибина penetрації води становить 3,5 мм, але не зрозуміло скільки часу тривало дослідження і під яким тиском перебували зразки.

4. Доцільно було б в табл. 4.8 та 4.11 подати також енергетичні витрати поряд з питомими енергетичними витратами, як в інших таблицях (табл. 5.3, 5.5 та ін.), для кращого аналізу результатів.

5. При дослідженні можливостей керування структуроутворенням на різних рівнях (розділ 6.1) не наведено параметри питомих енерговитрат та статичне деформування до моменту початку руху магістральної тріщини та питомих енерговитрат на локальне статичне деформування в зоні магістральної тріщини, що б дозволило зрозуміти поведінку бетону в докритичній та закритичній стадіях деформування.

6. В дисертаційній роботі питомі енерговитрати подаються переважно в Дж/м², але зустрічаються і в Н/м. Доцільно було б уніфікувати одиниці вимірювання.

Вказані недоліки носять рекомендаційний характер і не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної дисертаційної роботи.

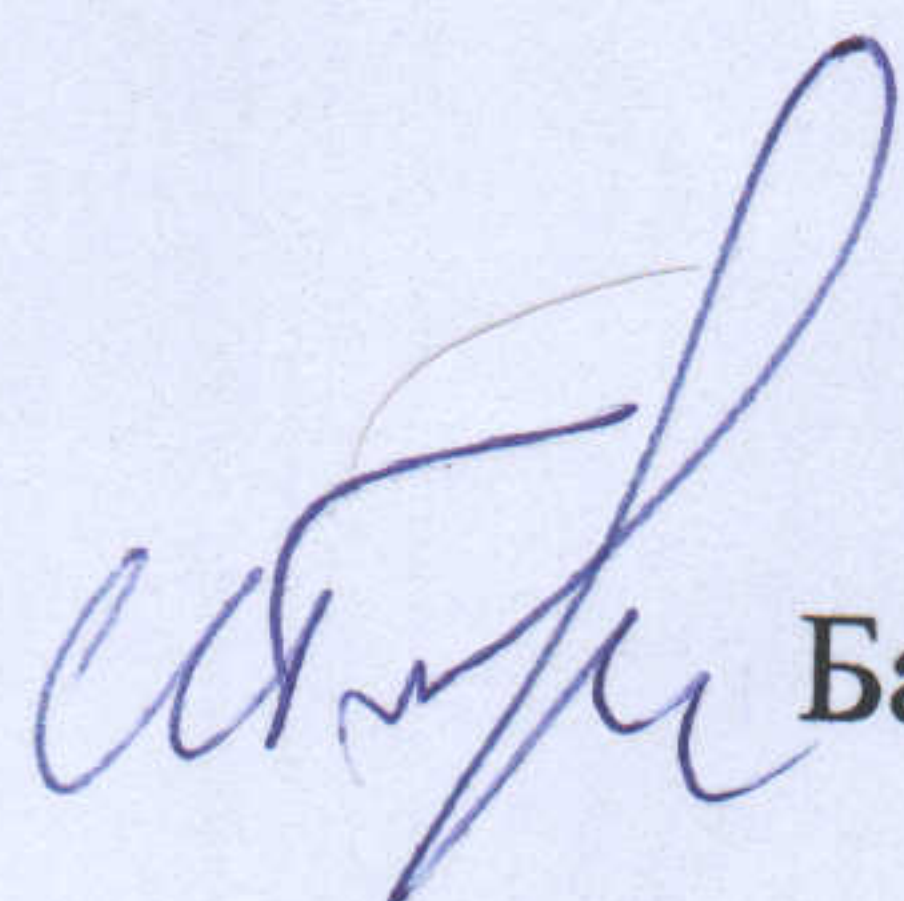
Висновок.

Оцінюючи роботу в цілому, слід відзначити, що докторська дисертаційна робота Марківа Тараса Євгеновича "Наукові засади отримання бетонів з підвищеною тріщиностійкістю за рахунок керування структуроутворенням на різних рівнях" є цілісною завершеною науковою працею, яка вирішує важливу науково-практичну проблему – одержання бетонів з підвищеною міцністю та тріщиностійкістю за рахунок направлено керування структуроутворенням на різних рівнях, і виконана із дотриманням принципів академічної доброчесності.

Дисертаційна робота має важливе наукове та практичне значення і за ступенем обґрунтованості викладених наукових положень, достовірністю і новизною отриманих результатів, висновків і рекомендацій повністю відповідає вимогам, які висуваються до робіт на здобуття наукового ступеня доктора наук, зокрема пп. 7, 8 та 9 положення про «Порядок присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів

України від 17 листопада 2021 р. № 1197 (зі змінами), а здобувач Марків Тарас Євгенович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.05 Будівельні матеріали та вироб.

Офіційний опонент
професор кафедри процесів
та апаратів в технології
будівельних матеріалів
Одеської державної академії
будівництва та архітектури,
доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України

 Барабаш І.В.

Відгук д.т.н., проф. Барабаша Івана Васильовича

засвідчую:

.Нач. відділу кадрів ОДАБА  Зарицька М.І.

21.08.2024

