

Міністерство освіти і науки України
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Ariel University (Ізраїль)
University North (Хорватія)
Politechnika Lubelska (Польща)
ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних
конструкцій»
Академія будівництва України
Українська академія архітектури
НВЦ «Екострой»
ТОВ «Стікон»



ЗБІРНИК ТЕЗ
міжнародної науково-технічної конференції
Структурутворення та руйнування
композиційних будівельних матеріалів
та конструкцій,
присвяченої 80-річчю заслуженого діяча науки і
техніки України, доктора технічних наук, професора
Вирового Валерія Миколайовича
23 квітня 2024 року



м. Одеса

ВПЛИВ ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ НАПОВНЮВАЧА НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ В КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛАХ НА ОСНОВІ НАПОВНЕНИХ ПОЛІМЕРІВ

Трикоз Л. В., *д.т.н., проф.*

Український державний університет залізничного транспорту

Пустовойтова О. М., *к.т.н., доц.*

Харківський національний університет міського господарства

ім. О. М. Бекетова

Зінченко О. С., *асп.*, **Калінін О. А.**, *к.т.н., доц.*, **Никитинський А. В.**,

к.т.н., доц., **Романенко О. В.**, *к.т.н., доц.*

Український державний університет залізничного транспорту

Композиційні матеріали на основі наповнених полімерів є одним із найбільш поширених і доступних методів захисту та ремонту різних конструкцій і споруд. Для поліпшення характеристик міцності і зниження вартості покриттів до складу полімерної матриці вводяться наповнювачі, які поряд зі зменшенням витрати дороговартісного зв'язуючого мають значний вплив на різні властивості одержуваних композитів. Так, залежно від виду, дисперсності та кількості введенного наповнювача в широких межах змінюються модуль пружності, міцнісні, реологічні та декоративні характеристики композитів, їх тепло- та електропровідність, стійкість до абразивного зносу та дії кліматичних і агресивних факторів. При цьому поліпшення одних характеристик при наповненні може супроводжуватися погіршенням інших, а вплив наповнювача може бути різним залежно від виду полімерного зв'язуючого.

У будівництві широке застосування отримали мінеральні дисперсні наповнювачі, що відрізняються низькою вартістю та великими обсягами виробництва, такі як крейда, діатоміт, базальт, каолін, тощо. Одними з найбільш поширених наповнювачів є також зола-винесення, мікрокремнезем, мелений пісок. Зміна властивостей композиційного матеріалу при наповненні відбувається не лінійно і має екстремальний характер, що обумовлено двоїстістю процесів структуроутворення.

З одного боку, присутність наповнювача призводить до зміни структури полімерної матриці в просторі між дисперсними частинками і переходу її в більш міцний плівковий стан, а також формуванню просторового простору каркасу з частинок наповнювача і плівкової фази матриці.

З іншого боку в результаті введення наповнювача відбувається зниження міцності композиційного матеріалу внаслідок виникнення

дефектів, пов'язаних з недостатнім змочуванням поверхні частинок наповнювача полімером, наявністю внутрішніх напружень, обумовлених відмінністю модулів пружності та коефіцієнтів лінійного термічного розширення матриці та наповнювача, а також виникненням пір внаслідок дефіциту зв'язуючого.

Враховуючи, що зі зростанням сумарної питомої поверхні наповнювача розвиваються обидва процеси, існує оптимальне значення даної величини, коли міцність композиту буде максимальна. Таким чином, характеристики композиційного матеріалу визначаються переважанням одного з протилежних процесів, інтенсивність яких залежить від ступеня наповнення, фракційного складу та морфології поверхні наповнювача.

В роботі проведено експериментальне дослідження зміни границі міцності при вигині бетонних зразків з полімерними покриттями, наповненими різними фракціями піску. Зразки-балочки розміром $40 \times 40 \times 160$ мм виготовлялися з дрібнозернистих цементних сумішей з відношенням пісок:цемент 3:1 і $V/C=0,4$.

Розтягнута грань балочок посилювалася полімерним покриттям завтовшки 5 мм. Як зв'язуюче використовувався акриловий двокомпонентний компаунд марки АСТ-Т, до складу якого вводився пісок різних фракцій: крупна фракція (0,63 мм); середня фракція (0,315 мм); дрібна фракція (0,14 мм). Ступінь наповнення складу варіювалася від 40 до 80 % від рівня граничного наповнення, який змінювався залежно від фракції наповнювача, що використовується.

Ефективність застосування досліджуваних складів оцінювалася шляхом порівняння міцності при вигині та прогину посилених полімерними покриттями бетонних балочок з аналогічними характеристиками балочок без покриття.

Встановлено, що нанесення ненаповнених полімерних покриттів на поверхню бетонних зразків призводить до підвищення їхньої міцності більш ніж у 2,1 рази (з 5,8 до 12,2 МПа). Границя міцності при вигині зразків з покриттями, що містять наповнювач, залежно від фракційного складу піску та ступеня наповнення змінюється в межах від 8,5 до 11,8 МПа. Нанесення наповнених покриттів на розтягнуту грань бетонних зразків призводить до підвищення прогину при вигині у 1,1÷2,2 рази.

Різне зниження деформативності вже при 40 % ступеня наповнення при введенні наповнювача відбувається внаслідок виникнення дефектів, пов'язаних з недостатнім змочуванням поверхні частинок піску, а також внутрішніх напружень, обумовлених відмінністю модулів пружності та коефіцієнтів лінійного термічного розширення матриці та наповнювача. Крім того, оскільки частинки піску при

згинанні практично не деформуються, подовження композиту в розтягнутій зоні забезпечується виключно полімерною матрицею, вміст якої знижується при введенні наповнювача. Так, для забезпечення дворазового подовження зразка, що містить 50 % наповнювача, полімерна матриця повинна деформуватися в 4 рази, що вдвічі більше за необхідне подовження ненаповненого полімеру при однакових деформаціях зразків. При цьому порушення суцільності матриці, наявність пір та агрегатів з незмочених частинок наповнювача сприяє руйнуванню композиційного матеріалу при менших деформаціях. Для балочок, посиленних покриттями, наповненими бінарними комбінаціями наповнювачів, встановлено зниження прогину при ступені наповнення 60 % та його підвищення при максимальному вмісті піску. Для більшості складів найкращі значення отримані за ступеня наповнення 80 %.

Згідно з отриманими даними, незалежно від комбінацій фракцій піску найбільші значення міцності для більшості досліджуваних складів отримані при максимальному вмісті наповнювача. При цьому зміна характеристик із підвищенням вмісту піску відбувається не лінійно. З аналізу результатів випробувань видно, що при підвищенні ступеня наповнення з 40 до 50÷60% для комбінацій наповнювачів відбувається зниження міцності при вигині, яке потім компенсується підвищенням властивостей матриці на граничних шарах, що охоплюють все більший обсяг зі зростанням вмісту наповнювача. Найбільший приріст міцності при вигині, що досягає 190 %, зафіксований при використанні покриттів, що містять пісок крупної фракції зі ступенем наповнення 80 %. П

Погіршення міцності з підвищенням частки дрібної або середньої фракцій піску при максимальному ступені наповнення, очевидно пов'язане з підвищенням загальної площі поверхні введеного наповнювача вище оптимального значення, що призводить до дефіциту зв'язуючого і появи пор, які є концентраторами напружень. Найменші значення приросту границі міцності при вигині, що не перевищують 140 %, отримані для зразків з покриттям, що містить пісок у рівному співвідношенні та ступені наповнення близько 55 %.

На підставі отриманих результатів виявлено, що нанесення ненаповнених покриттів на розтягнуту грань бетонних зразків дозволяє підвищити їхню міцність при вигині в 2,1 рази, а їх максимальний прогин у 9 разів. Введення піску призводить до зниження приросту міцності при вигині, який для наповнених складів знаходиться в діапазоні 1,4÷1,9 залежно від фракційного складу та ступеня наповнення.

Таким чином, навіть при використанні високонаповнених покриттів можливе підвищення міцності бетонних зразків до 1,9 разів, що трохи нижче підвищення міцності зразків з ненаповненими покриттями при суттєвому зниженні витрати зв'язуючого і, як наслідок, вартості композиційного матеріалу.

Твардовський І. О., Чучмай О. М.	156
Визначення життєздатності пошкоджених залізобетонних конструкцій будівлі	
Толмачов С. М., Толмачов Д. С.	159
Особливості морозно-сольової деструкції цементних бетонів транспортного призначення	
Трикоз Л. В., Камчатна С. М., Герасименко О. С., Калінін О. А., Никитинський А. В., Романенко О. В.	163
Дослідження процесів повзучості в композиційних матеріалах на основі наповнених полімерів	
Трикоз Л. В., Пустовойтова О. М., Зінченко О. С., Калінін О. А., Никитинський А. В., Романенко О. В.	165
Вплив фракційного складу наповнювача на структуроутворення в композиційних матеріалах на основі наповнених полімерів	
Trofimova L. E.	169
Modeling and optimization of structure formation of mineral-polymer composition for hydro insulation and anticorrosive protection	
Фіц С., Бжискі П., Шелонг М.	171
Оцінка можливості використання натуральних композитів з добавкою льняних волокон у будівництві	
Цапко Ю. В., Бондаренко О. П., Цапко О. Ю., Каверин К. О., Моцна Д. О.	173
Особливості вогнезахисту текстильних матеріалів для будівельних конструкцій	
Чайка В. М., Пługін А. А., Мусієнко С. М., Крикун О. П.	176
Вироби із дрібнозернистого бетону із відходів ГЗК з покращеними фізико-механічними властивостями	
Чучмай О. М., Єсванджія В. Ю.	181
Комп'ютерне моделювання та чисельний аналіз пошкоджених балок, підсилених фібробетоном	
Шевченко В. В., Вировой В. М., Сушицький Е. Б.	184
Вплив заморожування та відтавання на структурні зміни цементного каменю	
Шинкевич О. С., Луцкін Є. С., Шинкевич О. І., Сурков О. І.	186
Силікатні та алюмосилікатні композити з позиції нової наукової парадигми	
Shostak S., Bordiuzhenko O., Dvorkin L.	190
Water impermeability prediction of self-compacting low-cement concrete	
Зміст	194