

Т.Є. Марків, Х.С. Соболев,
Т.П. Кропивницька, П.В. Новосад
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра автомобільних шляхів

БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ З МІКРОАРМУВАЛЬНИМИ ДОБАВКАМИ

© Марків Т.Є., Соболев Х.С., Кропивницька Т.П., Новосад П.В., 2007

Показано вплив мікроармувальних добавок в поєднанні з комплексними модифікаторами пластифікуючо-прискорювальної дії в складі в'язучих систем на будівельно-технічні властивості будівельних розчинів. Методом математичного планування експерименту встановлено оптимальний склад будівельних розчинів з поліпропіленовими волокнами та комплексними хімічними добавками.

Influence of microreinforcement additives in combination with the complex modifiers of plasticizing and accelerating action in composition of the binder system on properties of mortars has been shown. Optimal composition of mortars with polypropylene fibers and complex chemical admixtures has been set by the method of the mathematical planning of experiment.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку будівельної індустрії значно збільшилося виробництво розчинів, які широко використовуються для проведення ремонтних, захисних і відновлювальних робіт. При цьому зросли вимоги до таких матеріалів, зокрема до їх міцнісних характеристик, тріщиностійкості, деформативних властивостей.

Введення до складу будівельних розчинів комплексних хімічних модифікаторів і мікроармувальних добавок спричиняє зміни процесів раннього структуроутворення тужавіючих в'язучих систем, що впливає на їх фізико-механічні та будівельно-технічні властивості. Тому доцільно використовувати поліпропіленові волокна з додатками-модифікаторами під час виробництва в'язучих матеріалів та будівельних розчинів на їх основі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні технології будівництва вимагають застосування рухомих розчинових сумішей з часом використання до 2–3 год. Як правило, розчинова суміш з заданою рухомістю протягом часу, більшого, ніж годину, стає практично непридатною до використання. У зв'язку з цим бетонні заводи підвищують пластичність суміші за рахунок збільшення витрати портландцементу та води, що негативно впливає на будівельно-технічні властивості затверділого будівельного розчину. Тому являє собою інтерес щодо вивчення зміни рухомості розчинової суміші на основі модифікованих портландцементних композицій [1, 2].

Під час тверднення в'язучі системи в складі будівельних розчинів зазнають глибоких фізико-хімічних змін. Внаслідок процесів гідратації та структуроутворення цементні композиції перетворюються з пластичної суміші в міцний каменеподібний матеріал, будова якого відрізняється від початкової структури якісними характеристиками та властивостями складових компонентів [2].

Протягом останніх років у галузі будівельних матеріалів найрозвинутіших країн спостерігається зростання зацікавленості в'язучими системами з мікроармувальними добавками, а також бетонами і розчинами на їх основі. Ефективність впливів різних видів волокон на властивості будівельних розчинів залежить від їх орієнтації в об'ємі матеріалу та співвідношення модулів пружності мікроармувальних волокон і будівельного розчину [3, 4].

Відомо, що композиційний матеріал, який у своєму складі містить поліпропіленові волокна, має значно більший опір удару і стійкість до розколювання порівняно із звичайним будівельним розчином. Волокна забезпечують більший захист від руйнування країв з'єднань в бетонних плитах перекриття і збірних залізобетонних конструкціях [4].

Мета роботи – розробити будівельні розчини мікроармуванням в’язучих цементних систем поліпропіленовими волокнами в поєднанні з ефективними хімічними добавками пластифікуючо-прискорювальної дії та дослідження їх будівельно-технічних властивостей.

Методи досліджень і матеріали. У роботі використано портландцемент ПЦ II/A-Ш-400 ВАТ "Миколаївцемент", кварцовий пісок Ясинецького родовища Львівської області, стандартний пісок (ГОСТ 6139-91), комплексний модифікатор пластифікуючо-прискорювальної дії (КМ), мікроармувальну добавку – поліпропіленові волокна (ППВ). Комплексні модифікатори суперпластифікуючої (сульфовані нафталінформальдегідні поліконденсати, полікарбоксилати) і прискорювальної ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, NaCNS) дії. Суперпластифікатор на нафталінформальдегідній основі являє собою поліконденсати сульфованого нафталіну і формальдегіду (ТУ 6-14-625-80). Добавки нового покоління на основі полікарбоксилатів – це синтетичні, розчинні у воді поверхнево-активні ланцюгові або сітчасті полімери та кополімери. Поліпропіленові волокна прозоро-білого кольору діаметром 18–45 мкм складаються з чистого (100 %) пропілену. Технічні параметри волокна дають змогу забезпечити їх максимально рівномірний розподіл у розчиновій суміші. Волокна мають високі дисперсійні властивості у свіжій бетонній суміші та розчинах, тому вже під час перемішування компонентів утворюють систему мікроармування. Поліпропіленові волокна стійкі до лугів і більшості хімічних речовин, які використовуються у виробничих процесах.

Властивості розчинових сумішей і будівельних розчинів визначали за ГОСТ 5802-86, а усадкові деформації – за методикою Гіпроцементу [5].

Результати досліджень. Аналіз експериментальних даних з вивчення впливу модифікаторів на властивості будівельних розчинів свідчить про те, що використання хімічних добавок пластифікуючо-прискорювальної дії забезпечує підвищення водоредукуючого ефекту та уможливорює зберігати задану марку за рухомістю П12 протягом 45 хв. Як бачимо з рис. 1, через 1 год марка за рухомістю розчинової суміші без добавок зменшується від П12 до П4, а через 2 год вона втрачає свої властивості до утворення жорсткої суміші. Введення комплексних хімічних добавок приводить до збільшення часу придатності для використання розчинової суміші на 45 хв. У той самий час за поєднання комплексного модифікатора пластифікуючо-прискорювальної дії разом з мікроармувальними поліпропіленовими волокнами спостерігається незначне погіршення рухомості розчинової суміші, що дає змогу використовувати модифіковані розчини в будівництві.

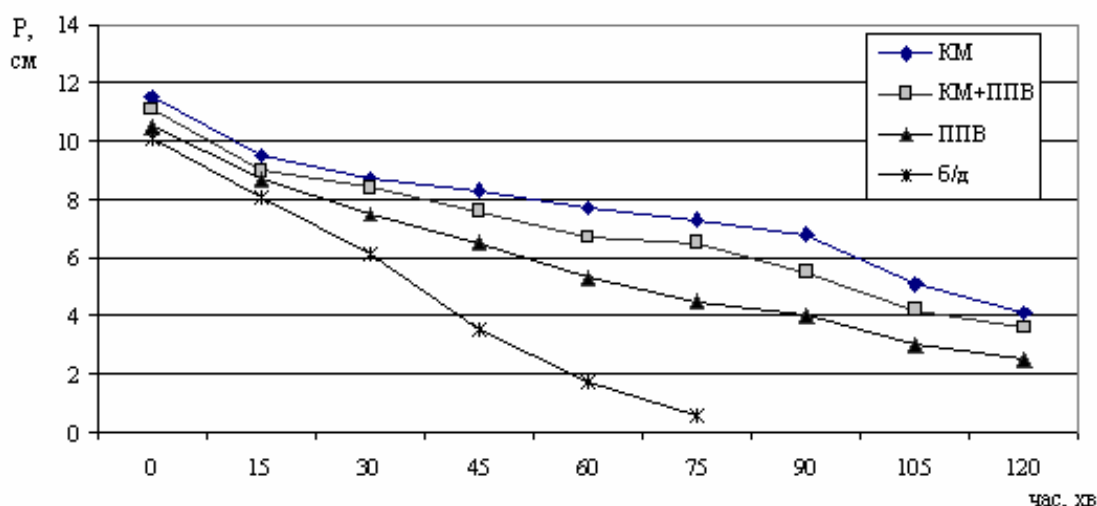


Рис. 1 Вплив хімічних добавок на життєздатність будівельних розчинів

Для встановлення оптимального співвідношення добавок поліпропіленового волокна та комплексного модифікатора з метою одержання максимальної міцності будівельних розчинів в нормальних умовах тверднення проведено математичне планування експерименту. Приготовлені розчини містили різну кількість ППВ (0,1; 0,3 та 0,2 мас.%) та комплексного модифікатора (0,5; 1,0 та 1,5 мас.%).

Як показали результати досліджень (табл. 1), за сумісного використання ППВ в кількості 0,3 мас.% та комплексного модифікатора (КМ) – 0,5 мас.% спостерігається підвищення міцності будівельного розчину у віці 7 діб на 20 %, а через 28 діб – тверднення на 17 % порівняно зі складом без добавок. Слід зазначити, що в ранній період тверднення найвищою міцністю за згину та стиску характеризуються склади, які містять максимальний вміст поліпропіленових волокон та мінімальний вміст комплексного модифікатора. Така закономірність спостерігається протягом 28 діб тверднення.

Таблиця 1

Вплив поліпропіленових волокон і комплексного модифікатора на фізико-механічні властивості будівельних розчинів

Вміст добавок, мас.%		В/Ц	Границя міцності зразків за згину/стиску, МПа, у віці, діб	
ППВ	КМ		7	28
0,1	0,5	0,35	3,1 / 19,2	5,2 / 34,3
0,3	0,5	0,36	3,3 / 20,5	5,8 / 37,5
0,1	1,5	0,32	2,9 / 18,4	4,8 / 34,5
0,3	1,5	0,33	3,3 / 17,1	5,1 / 30,8
0,3	1,0	0,34	2,9 / 13,8	5,1 / 29,2
0,1	1,0	0,35	2,9 / 14,1	4,7 / 27,8
0,2	1,5	0,34	2,8 / 13,8	5,1 / 26,6
0,2	0,5	0,36	2,7 / 13,4	5,1 / 28,7
0,2	1,0	0,35	3,1 / 10,2	5,1 / 29,8
-	-	0,39	2,7 / 13,5	5,0 / 29,1

Для оптимізації складу будівельного розчину використано один з методів математичної обробки експерименту, а саме – ортогональне центрально композиційне планування (ОЦКП). Метод ОЦКП дає можливість отримати математичний опис процесу у вигляді рівнянь регресії:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{12}x_1x_2 .$$

Розрахунок коефіцієнтів регресії проведений за допомогою комп'ютерної техніки за спеціально складеною програмою на мові EXSEL. У програмі було використано матричний підхід до регресивного аналізу і знаходження коефіцієнтів регресії.

Аналіз наведених коефіцієнтів регресії (табл. 2) свідчить, що додатні значення коефіцієнта b_{12} відображають позитивний сумісний вплив поліпропіленових волокон (ППВ) та комплексного модифікатора пластифікуючо-прискорювальної дії на міцність будівельного розчину за згину протягом усього періоду тверднення. Варто зазначити, що введення максимальної кількості комплексного модифікатора до складу цементно-піщаного розчину призводить до зменшення ранньої міцності за згину, проте позитивно впливає на міцність в'язучого у подальші терміни тверднення, про що свідчать додатні знаки за коефіцієнтів b_{11} та b_{22} .

Таблиця 2

Результати розрахунків коефіцієнтів регресії

Функції відгуку	Коефіцієнт регресії					
	b_0	b_1	b_2	b_{12}	b_{11}	b_{22}
R_{3z}^7	3,00	-0,06	-0,093	0,160	-0,040	-0,060
R_{3z}^{28}	3,094	-0,158	0,042	0,063	0,142	0,158

На основі експериментальних даних у заданому інтервалі зміни кількісного співвідношення добавок поліпропіленового волокна та комплексного модифікатора одержано регресійні рівняння міцності, графічна інтерпретація яких дає змогу визначити оптимальний їх вміст у складі будівельного розчину: поліпропіленове волокно 0,3 мас.%, комплексний модифікатор 0,5 мас.% (рис. 2).

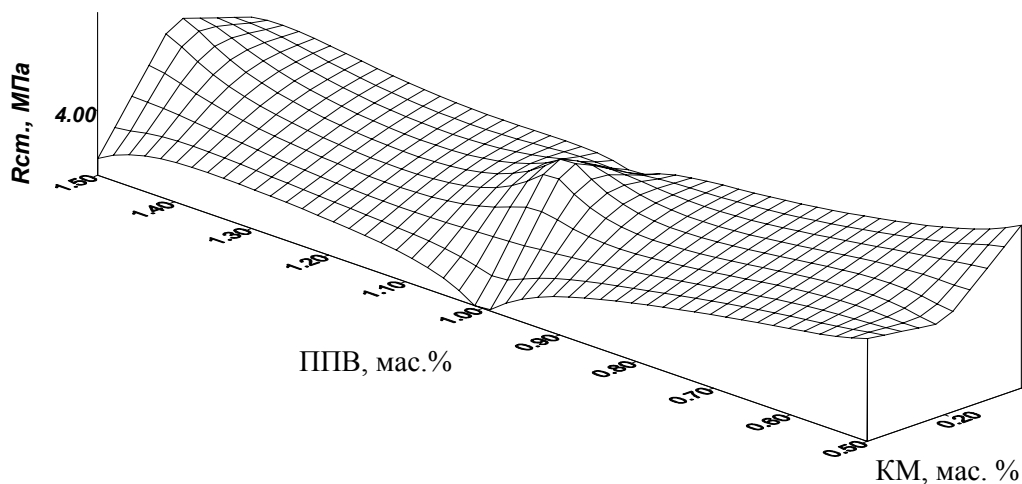


Рис. 2. Поверхня відгуку міцності будівельного розчину (Ц:П=1:3) за згину залежно від вмісту добавок у віці 28 діб

Потрібно відзначити, що істотним недоліком тверднучих цементних систем і розчинів на їх основі є об'ємні деформації, що виникають під дією фізико-хімічних процесів, які проходять за гідратації в'язучих композицій. Під час дослідження деформативних властивостей (рис. 3) показано, що в будівельному розчині без добавок спостерігаються деякі деформації, які становлять через 28 діб 1 мм/м, а введення 0,3 мас. % поліпропіленових волокон приводить до зменшення усадження будівельного розчину в процесі його тверднення в повітряно-сухих умовах на 25 %. Поєднання в складі будівельного розчину ППВ та добавки КМ призводить до підвищення однорідності суміші, пластичності та зменшення її здатності до розшарування і значного зменшення усадження, яке становить через 28 діб 0,6 мм/м. Отже, модифікований розчин набуває здатності до деформації без руйнування, а мікроармувальні добавки гальмують розширення поверхневих мікротріщин, які виникають за пластичного усадження.

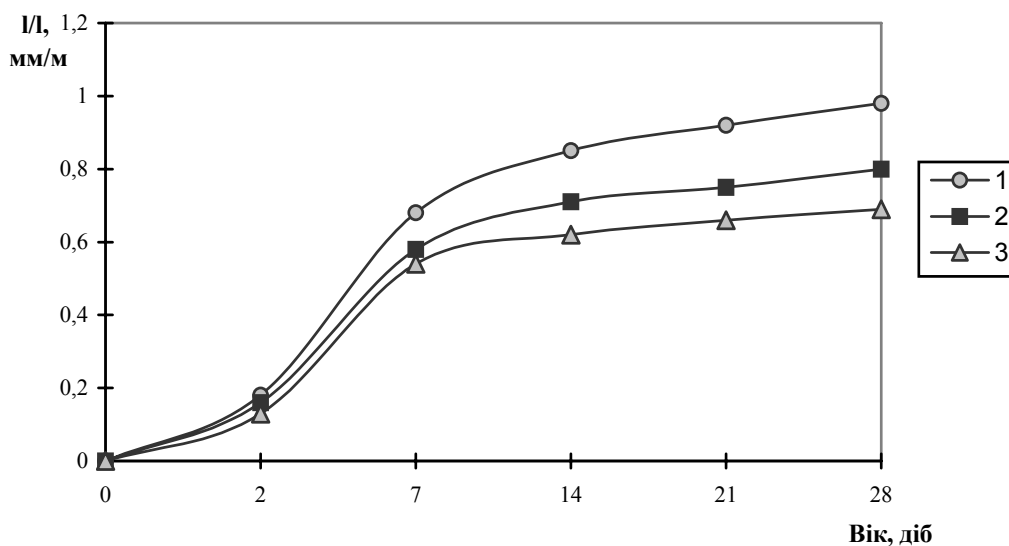


Рис. 3. Деформації усадження будівельних розчинів (повітряно-сухі умови): 1 – без додатка, 2 – 0,3 мас. % ППВ, 3 – 0,3 мас. % ППВ + 0,5 мас. % КМ

Використання поліпропіленових волокон в будівельних розчинах знижує мікропластичне усадження в критичний період на 2–6 год після вкладання і тріщиноутворення під час тверднення розчину, зменшуючи розмір та кількість мікротріщин, що сприяє збереженню більшої внутрішньої міцності будівельного розчину. З часом, коли будівельний розчин затвердів, поліпропіленові волокна з'єднують краї мікротріщин і знижують ризик розламу, зменшують виділення води, тим самим знижуючи внутрішні напруження.

Висновок. Розроблені модифіковані розчини характеризуються поліпшеними технологічними, будівельно-технічними та експлуатаційними властивостями і можуть використовуватись для проведення тинькувальних та ремонтних робіт, зокрема на об'єктах з великою площею поверхні, яка піддається інтенсивній дії атмосферних чинників. Отже, поліпропіленові волокна і комплексні модифікатори пластифікуючо-прискорювальної дії в складі в'язучого для будівельних розчинів мають усі передумови називатися компонентами будівельних розчинів нового покоління.

1. Карчевски Б. *ASTRA FIL'* – система мікроармування бетонов и растворов / Под ред. А.В. Ушерова. – Харьков: Колорит, 2005. – С. 140–145. 2. *Composite cements, modified by chemical admixtures* / M. Sanytsky, T. Markiv, T. Kropyvnytska, U. Novytsky // Proc. International conference. – Kosice (Slovakia). – 2005. – P.102–107. 3. Fisher A.K., Bullen F., Beal D. *The durability of cellulose fibre reinforced concrete pipes in sewage applications* // Cement & Concrete Research. – 2001. – № 31. – P. 543–553. 4. Кровяков С.А., Мишутин А.В. *Исследование трещиностойкости фибробетона с использованием полностью равновесных диаграмм деформации: Міжвідомчий наук.-техн. зб. “Будівельні конструкції”*. – К.: НДІБК, 2003. – Вип. 59. – С. 288–294. 5. Бумт Ю.М., Тимашев В.В. *Практикум по химической технологии вяжущих материалов*. – М.: Высш. шк., 1973. – 500 с.

УДК 624.074.04

А.П. Половко

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності,
кафедра наглядово-профілактичної діяльності

ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ПІНОПОЛІСТИРОЛУ (ППС)

© Половко А.П., 2007

Висвітлено проблему вогнестійкості огороджувальних конструкцій з використанням пінополістиролу (ППС). Проведено аналіз використання нових будівельних технологій із застосуванням ППС та необхідності їх вогнезахисту.

In this article is analysed the problem of fire resistancy of fency construction wing the foam-polisterolum (FPS). The analysis was made as to the wing of new building technologies with the FPS wing and necessity of their fire-protection.

Постановка проблеми. Проблема енергозаощадження в житлових і громадських будівлях України сьогодні стоїть надзвичайно гостро, і оскільки вартість енергоносіїв зростає з кожним роком, її заощадження та раціональне використання є важливим завданням сьогодення.

Підвищення вимог до будівельних конструкцій та виробів, їх теплозахисних властивостей, а також економне споживання теплової енергії створюють передумови для розвитку ефективних систем енергозаощадження будівель та споруд.

Економія енергії, яка витрачається на обігрівання будинків, полягає у раціональному використанні енергоресурсів завдяки ефективним та економічно обґрунтованим архітектурно-планувальним рішенням. Ефективна теплоізоляція, яка відповідає сучасним вимогам, дає змогу зменшити витрати на опалення. Нові конструктивні схеми будівель на основі раціонального використання міцнісних і теплофізичних властивостей теплоізоляційних матеріалів забезпечують зменшення маси стін й перекриттів та їх товщини.

Залежно від того, в яких конструкціях будівлі буде використовуватись теплоізоляційний матеріал, до нього ставиться набір специфічних вимог, які включають стійкість до хімічних, біологічних та інших процесів, а також вимоги пожежної безпеки. Відповідно до цих вимог і здійснюється вибір типу матеріалу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Україна першою з країн СНД, а саме в січні 1995 року, затвердила державні будівельні норми, що регламентують питання будівництва будинків з