

ВИСОКОФУНКЦІОНАЛЬНІ БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ З ДОБАВКАМИ ПЛАСТИФІКУВАЛЬНО-ПОВІТРЕВТЯГУВАЛЬНОЇ ДІЇ

© Саницький М.А., Кропивницька Т.П., Котів Р.М., 2011

Показано вплив ступеня наповнення порової структури дрібного заповнювача на формування мезоструктури будівельних розчинів різних складів. Досліджено технологічні властивості високорухомих розчинових сумішей та будівельно-технічні властивості високофункціональних будівельних розчинів на основі сильнопластифікованих цементних систем з добавками повітревтягувальної дії.

Ключові слова: цементна матриця, мезоструктура, рухомість, добавки пластифікувально-повітревтягувальної дії, високофункціональний будівельний розчин.

It is shown the influence of degree of pore structure filling of fine aggregate on formation of mortars mesostructure of different compositions. There were investigated the technological properties of high workability mortar mixture, construction and technical properties of high-performance building mortars based on high plastifying cement systems with admixtures of air entraining action.

Key words: cement matrix, mesostructure, workability, admixtures of air entraining action, high-performance mortar.

Постановка проблеми. На сучасному етапі під час зведення житлових та громадських будівель важливе значення відводиться цегляній кладці та кладці стін з дрібнопоштучних виробів, а також проблемі оздоблення внутрішніх і фасадних поверхонь вказаних стін різного роду декоративними штукатурками (тиньками). Будівельний розчин використовується як для мурування фасадних частин з клінкерної, високоякісної личкувальної цегли, внутрішніх несучих стін та перегородок, так і для їхнього тинькування [1]. При цьому виникає потреба підвищення якості будівельних розчинів для мурувальних робіт та монтажу будівельних конструкцій, особливо за високих статичних навантажень. Основним завданням зовнішніх штукатурок є захист матеріалів стін від їхнього пошкодження атмосферними впливами.

Будівельні розчини залежно від призначення повинні мати відповідну морозостійкість, незначне водопоглинання, достатню дифузію і добру адгезію до поверхонь, на які вони наносяться. Одержання легковкладальних розчинових сумішей, які характеризуються підвищеною рухливістю та водоутримувальною здатністю, визначає здатність суміші легко вкладатись рівномірним та однорідним по товщині шаром, а також міцно зчіплюватись з поверхнею та не розшаровуватись під час транспортування та зберігання [1, 2]. Проте традиційні пластифікатори (вапняне тісто тощо) не забезпечують заданих реологічних властивостей розчинових сумішей. Досягнення параметрів високотехнологічних будівельних розчинів для кладочних та оздоблювальних робіт забезпечується за рахунок використання сильнопластифікованих цементних систем, які створюють умови для одержання високофункціональних будівельних розчинів нової генерації ВФБР (High Performance Mortars – НРМ). Одержання високофункціональних будівельних розчинів можливе шляхом раціонального проектування їх мезоструктури та розроблення пластифікованих портландцементів і багатокомпонентних цементних систем за рахунок модифікування хімічними добавками пластифікувально-повітревтягувальної дії та мікронаповнювачами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом останніх десятиліть будівельні розчини залишаються матеріалами, які користуються високим попитом. На сучасному етапі усе більшого

впровадження і удосконалення набуває монолітно-каркасна технологія будівництва та споруд. Такий спосіб є перспективним шляхом вирішення проблеми зниження затрат у промисловому та цивільному будівництві. Ця технологія забезпечує високий рівень індустріалізації та не вимагає створення виробничої бази високої вартості. Вона передбачає застосування цегли та блоків, які скріплюються мурувальним розчином, для зведення огорожувальних конструкцій та внутрішніх перегородок. Цегляна кладка та кладка з дрібнопоштучних виробів також залишається актуальною під час будівництва малоповерхового житла та інших громадських будівель з використанням технології багат шарових огорожувальних конструкцій, де будівельний розчин може використовуватися для мурування фасадних частин з клінкерної, високоякісної личкувальної цегли, а також для внутрішніх несучих стін та перегородок.

Основними напрямками розвитку технологій будівельних розчинів є вдосконалення класичних будівельних розчинів для мурувальних та оздоблювальних робіт масового використання, які порівняно нескладні за компонентною базою, приготуванням, та характеризуються необхідними будівельно-технічними характеристиками, а також низькою собівартістю. Проте складні розчинні суміші на основі портландцементу, мінеральної добавки – вапняного тіста та дрібного заповнювача з заданою рухомістю через годину після приготування стають фактично непридатними до використання, а підвищення пластичності за рахунок збільшення витрати портландцементу та води негативно впливає на показники якості затверділого будівельного розчину

Для досягнення високих технологічних ефектів розчинових сумішей з підвищеною рухливістю та поліпшеними властивостями пластифікованих будівельних розчинів виникає необхідність створення сильнопластифікованих цементних систем з модифікаторами пластифікувальної, повітретягуювальної та прискорювальної дії [3–5].

Мета роботи – одержати високофункціональні будівельні розчини для мурувальних та оздоблювальних робіт на основі сильнопластифікованих цементуючих систем з комплексними хімічними добавками повітретягуювальної дії, а також дослідження їх технологічних та будівельно-технічних властивостей.

Методи досліджень і матеріали. У роботі використано портландцемент ПЦ II/A-Ш-400 ВАТ "Івано-Франківськцемент", кварцовий пісок Ясинецького родовища Львівської області ($M_z=1,4$), пластифікатори різних типів: гідрофільного – лігносульфонати технічні (ЛСТ), гідрофобного – абітат натрію та комплексні добавки з повітретягуювальним ефектом (ПВ), що є композиціями ПАР на основі каніфолі та органічних похідних сульфонатів. Під час перемішування розчинової суміші добавки дають можливість захоплення певної кількості дрібних, рівномірно розподілених бульбашок повітря. Це пластифікатор, який дає змогу виключити вапно з будівельних розчинів, у яких в'язучим є цемент. Як прискорювач тверднення використано модифікатори на основі натрію тіосульфату та роданіду ТУ У В-2.7-19266746.001-96.

Дослідження фракційного складу і тонини розмелювання цементів, золи-винесення проводили ситовим аналізом та визначенням питомої поверхні на поверхні ПМЦ-500, а також розподілу частинок за розмірами – за допомогою лазерного аналізатора LAU-14. Фізико-механічні властивості пластифікованих цементів визначали згідно з ГОСТ 310.1-3-76; 310.4-81; 310.6-85. Будівельно-технічні характеристики високофункціональних будівельних розчинів на основі пластифікованих цементів досліджували згідно з чинними стандартами ДСТУ Б В.2.7-23-96, ГОСТ 5802-86 та загальноприйнятих методик.

Результати досліджень. Основні характеристики будівельних розчинів визначаються такими властивостями розчинових сумішей, як рухомість, водоутримувальна здатність та розшарування. Слід відзначити, що необхідна легковкладальність досягається правильним вибором співвідношення між складовими будівельних розчинів за належного зернового складу дрібного заповнювача. Тому важливими є дослідження ступеня наповнення порової структури дрібного заповнювача та направленої формування мезоструктури будівельних розчинів, що має вирішальне значення для забезпечення необхідних будівельно-технічних властивостей.

У зв'язку з цим на першому етапі досліджень вивчали вплив номінального складу розчину на середню густину цементно-піщаної суміші. Як бачимо з рис. 1, найвища середня густина і найнижча пористість досягається за номінального складу цементно-піщаної суміші за масою у співвідношенні Ц:П=1:3,3. При цьому структура розчинової суміші відповідає типу II, коли порожнини піску повністю заповнені тістом з в'язучого [6].

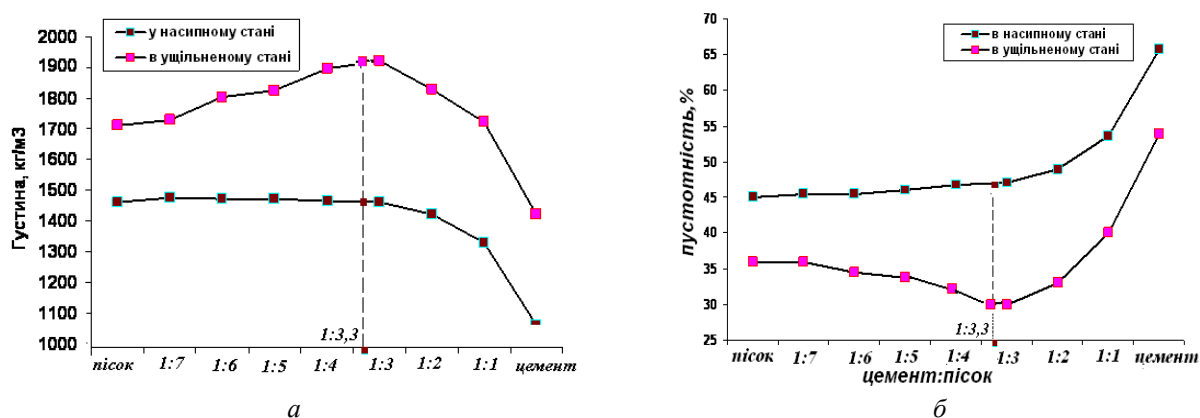


Рис. 1. Густина (а) та пористість (б) цементно-піщаної суміші в сухому стані

Результати розрахунку об'ємного вмісту компонентів розчину свідчать про те (рис. 2), що кількість води, яка використовується для забезпечення технологічності розчинової суміші, знаходиться в межах 300–310 л, а об'ємний вміст пор у ній коливається у значнішому діапазоні (у складах Ц:П=1:3; 1:6 відповідно, 76 та 113 дм³ на 1 м³). У той самий час значення В/Ц розчинової суміші істотно відрізняється. Значна кількість води замішування для досягнення високої рухливості суміші на рівні П12 призводить до її розшарування та зниження міцності розчинів у 1,5 раза. Тому для отримання високофункціональних будівельних розчинів використовують пластифіковані портландцементи та багатокомпонентні цементи з добавками пластифікувальної та повітрявтягуювальної дії, що забезпечують задану легковкладальність.

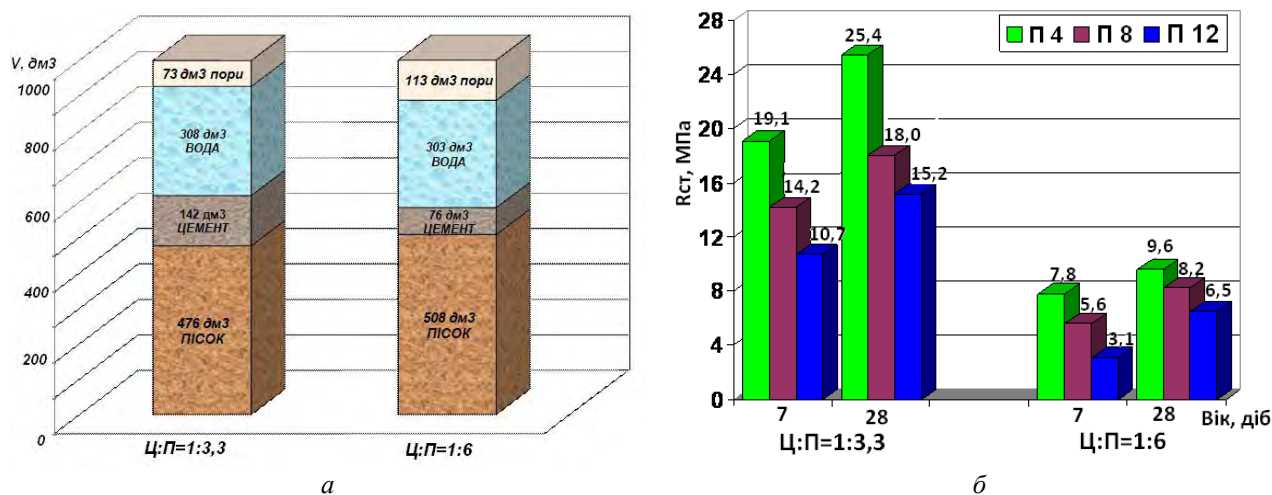


Рис. 2. Мезоструктура (а) та міцність (б) будівельних розчинів

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-124-2004 для мурувальних та оздоблювальних робіт слід використовувати низькомарочні в'язучі типу цементів для будівельних розчинів (ЦБР), що являють собою багатокомпонентні системи зі зниженим вмістом клінкерного фонду. Для виготовлення таких цементів використовують добавки з прихованими гідралічними властивостями – доменні гранульовані шлаки (ДГШ), мікронаповнювач – тонкомелений вапняк та мінеральну добавку пуцоланічної природи активності – золу-виношення. Характеристику фракційного складу ЦБР наведено в табл. 1. Як пластифікатори для ЦБР використовуються добавки повітрявтягуювальної дії, які забезпечують необхідні показники якості мурувальних розчинів.

Характеристика фракційного складу ЦБР

$S_{плт},$ м ² /кг	<10 мкм, %	<20 мкм, %	<60 мкм, %	D50, мкм	D90, мкм	D97, мкм
380	41,82	56,28	83,44	14,66	80,02	126,09

Проведеними дослідженнями встановлено (табл. 2), що введення добавок повітревтягувальної дії до цементів для будівельних розчинів, які містять у своєму складі підвищений вміст мінеральних добавок різної природи активності, дає можливість одержати пластифіковані цементні марки ЦБР 200-ПВ, ЦБР 300-ПВ (ДСТУ Б В.2.7-124-2004). При цьому РК=196 мм, тобто розроблені цементні марки для будівельних розчинів можна зарахувати до сильнопластифікованих.

Таблиця 2

Фізико-механічні властивості пластифікованих цементів для будівельних розчинів (ДСТУ Б В.2.7-124-2004)

Тип цементу	Вміст клінкеру, %	$S_{п},$ м ² /кг	$A_{008},$ мас.%	НГ, %	Терміни тужавіння, год-хв		Границя міцності на стиск, МПа, у віці, діб		
					поч.	кін.	2	7	28
ЦБР 200-ПВ	39,2	530	1,9	30	1-30	8-40	6,2	15,9	25,6
ЦБР 300-ПВ	47,6	540	2,0	30	1-20	8-40	7,7	16,8	30,5

Під час використання цементів загальнобудівельного призначення та вапняного тіста у складних розчинових сумішах (рис. 3) за В/Ц=0,8 отримуються лише малорухомі системи (марка за рухомістю П4), що схильні до розшарування (11,6 %). У той самий час введення замість вапняного тіста добавок повітревтягувальної дії значно підвищує стійкість розчинової суміші до розшарування та седиментації. Такі суміші характеризуються поліпшеною легковкладальністю, маркою за рухомістю П12, а також показником розшарування до 8,2 %.

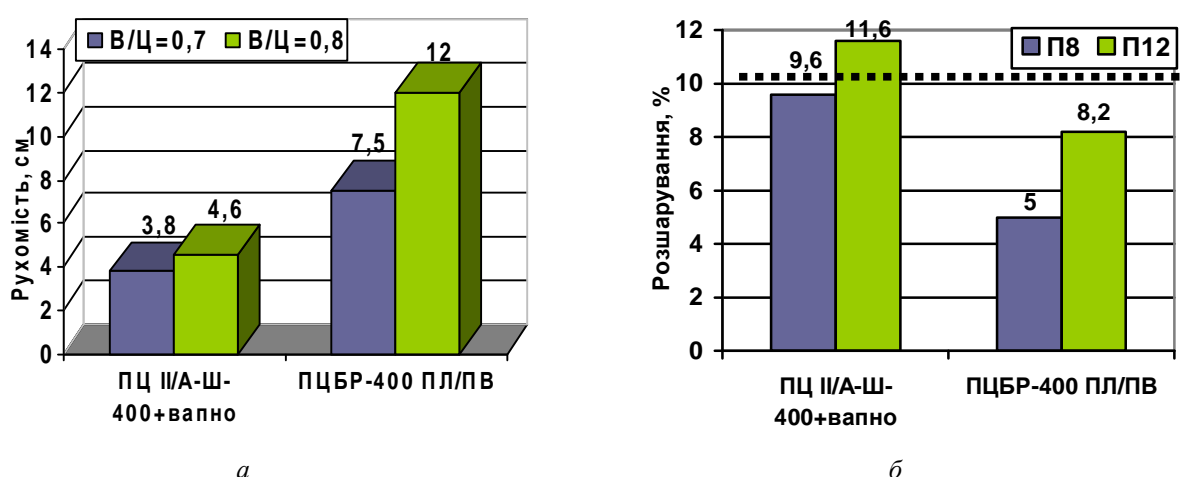


Рис. 3. Рухомість (а) та розшарування (б) розчинових сумішей на основі пластифікованих цементних систем

Результатами досліджень фізико-механічних властивостей встановлено (табл. 3), що міцність будівельного розчину на основі пластифікованого портландцементу ПЦБР 400-ПЛ/ПВ (марка за рухомістю П12), через 28 діб тверднення становить 12,6 МПа, що відповідає

запроектованій марці 100. Введення неорганічного пластифікатора (вапняного тіста) до складу традиційного розчину (марка за рухомістю П12) призводить до зниження міцності ($R_{28}=8,2$ МПа), що не відповідає запроєктованій марці. Для високофункціонального будівельного розчину середня густина розчинової суміші зменшується до 1900 кг/м^3 , об'єм втягнутого повітря будівельного розчину з повітретягувальною добавкою пластифікувальної дії становить 8,6 %.

Таблиця 3

Фізико-механічні властивості будівельних розчинів для мурувальних робіт

Вид цементу	Витрата в'язучих на 1 м^3 розчину, кг		В/Ц	Марка за рухомістю розчинової суміші	Середня густина розчинової суміші, кг/м^3	$V_{\text{п.}}$, %	Границя міцності на стиск, у віці, діб, МПа	
	цемент	вапняне тісто					7	28
ПЦ П/А-Ш-400	280	98,5	1,50	П8	2100	4,0	4,2	10,9
ПЦ П/А-Ш-400	280	98,5	1,65	П12	2050	4,2	3,1	8,2
ПЦБР 400–ПЛ/ПВ	310	-	0,76	П8	1960	8,4	4,9	13,7
ПЦБР 400–ПЛ/ПВ	320	-	0,80	П12	1900	8,6	4,5	12,6

Розроблені високофункціональні будівельні розчини готують централізовано та характеризуються поліпшеною легковкладальністю і не розшаровуються протягом 12 год. За середньої густини $1700\text{--}1800 \text{ кг/м}^3$ коефіцієнт теплопровідності зменшується на 25–30 %, що покращує теплоізоляційні властивості кладки та сприяє зменшенню теплових втрат через стіну. Слід відзначити, що під час виконання будівельних робіт спостерігається краще формування – без потреби перемішування в бадді і частого постукування по цеглі. Оскільки розчин полегшений, зменшується навантаження на муляра, що збільшує продуктивність його праці та сприяє раціоналізації будівельного процесу. Високофункціональні мурувальні розчини характеризуються доброю адгезією до цегли та каменю, поліпшеною морозостійкістю та довговічністю.

Висновок. Дослідженнями технологічних та фізико-механічних властивостей високофункціональних будівельних розчинів встановлено, що застосування пластифікованих цементних систем з комплексними модифікаторами повітретягувальної дії забезпечує поліпшену легковкладальність та підвищену рухомість розчинової суміші (П12) за запроєктованої марки міцності. Фізико-хімічне модифікування будівельних розчинів високоефективними комплексними добавками пластифікувально-прискорювальної дії з повітретягувальним ефектом стає одним з основних напрямів вирішення проблеми підвищення ефективності мурувальних та оздоблювальних робіт на сучасному етапі.

1. Гоц В.І. Бетони і будівельні розчини – К.: ТОВ УВПК “ЕксОб”, 2003. – 468 с. 2. Рунова Р.Ф., Носовський Ю.Л. Технологія модифікованих будівельних розчинів. – К.: КНУБіА, 2007. – 256 с. 3. Троян В.В. Добавки для бетонів і будівельних розчинів.– Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2010. – 228 с. 4. Саницький М.А., Кропивницька Т.П., Марків Т.С. Мікроструктура та міцність будівельних розчинів з комплексними модифікаторами // Будівельні матеріали та вироб. – 2010. – №1. – С. 6–9. 5. Кропивницька Т.П. Модифіковані малоенергомісні цементні для будівельних розчинів / Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Хімія, технологія речовин та їх застосування”. – 2009. – №644. – С. 237–243. 6. Баженов Ю.М. Технологія бетона. – М.: Изд-во АВС, 2003. – 500 с.