

регламенти на виробництво і технічні умови на продукцію, здійснено науково-технічний супровід освоєння виробництва. З урахуванням потреб будівельників і можливостей підприємств переглянуто національні стандарти на вироби з ніздрюватого бетону, зокрема в частині підвищення вимог щодо міцності бетону і точності геометричних розмірів виробів.

Освоєння нових технологічних ліній і постійний операційний контроль виробництва дрібних блоків з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення дозволили підвищити однорідність міцності бетону при стиску і знизити середню густину конструкційно-теплоізоляційного бетону. Все це обумовило можливість внесення змін у національний стандарт на дрібні стінові блоки з ніздрюватого бетону, а саме введено марки бетону за середньою густиною D 300 і D 400, а мінімальну міцність бетону при стиску для певного класу слід визначати для кожного підприємства окремо в залежності від фактичного коефіцієнта варіації міцності.

Темпи росту виробництва сухих будівельних сумішей в Україні в докризовий період становили 25–30% щорічно. Нараховується понад 120 виробників сумішей, які можуть випускати понад 500 тис. т продукції.

Постійно розширюється асортимент, якісно змінюється номенклатура продукції від простих до складних рецептур. Сьогодні широкий асортимент (не менше 20-ти позицій) декларують майже всі виробники сумішей. Імпорتنі суміші становлять не більше 20%. На замовлення виробників інститутом розроблено технологічні регламенти на виробництво, а також технічні умови на будівельні суміші торгових марок «Макен», «Гарант», «Полібудцем», «Крайзель», «Файдал», «Екомікс», «Бауміт» та інші.

Щорічно спостерігається зменшення питомого обсягу виробництва традиційного руберойду на картонній основі і зростання виробництва так званого євроруберойду на основі, що не гниє. Вітчизняні потужності з виробництва євроруберойду становлять понад 30 млн. м². Імпорт м'яких покрівельних матеріалів не перевищує 25%. Інститут розробив національний стандарт на склоруберойд і на замовлення виробників технічні умови на рулонні покрівельні матеріали торгових марок «УНІФЛЕКС», «БІПОЛЬ», «ТЕХНОЕЛАСТ», «ТЕХНОЕЛАСТ-ГРІН», «ЕКОФЛЕКС», «ІЗОКРОМ», «ФІБРЕБІТ» та інші.

УДК 691.541

Шельонг Г., д-р інж., Інститут кераміки та будівельних матеріалів, директор відділу скла і будівельних матеріалів у м. Краків, Польща;

Саницький М.А., доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри будівельного виробництва;

Кропивницька Т.П., канд. техн. наук;

Котів Р.М., магістр, Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів

РОМАНЦЕМЕНТ – В'ЯЖУЧЕ ДЛЯ ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ В БУДІВНИЦТВІ

На сьогоднішній день однією із найважливіших проблем реконструкції старовинної забудови міст є відновлення декоративних архітектурних частин фасадів будівель. Експлуатація пам'яток архітектури в умовах агресивного середовища міських забудов вимагає комплексного наукового підходу до проблеми дослідження, випуску і використання нових матеріалів при їх реставрації. В період понад сторічної експлуатації будівель історичної забудови міста Львова на фасадах спостерігаються різного роду пошкодження, зокрема тріщини, відшарування штукатурки та ін. В той же час, вказані матеріали повинні бути максимально наближеними до первісних і не змінювати своїх фізико-механічних характеристик протягом довготривалого терміну їх експлуатації.

Одним з етапів розвитку технології в'язучих речовин був романцемент, який широко використовувався з початку XIX століття. У 1796 році Джеймс Паркер при випалі мергелистого вапняку зі значним вмістом глинистих домішок (30–35%), відібраного зі схилу гори Кент (Англія), вперше одержав новий цемент з коричневим відтінком, що нагадував стародавні римські порошки з вапна і пуцолани та назвав його римським цементом (roman cement). Французький

хімік Джозеф Віка зазначав, що випалений матеріал (клінкер) з високим вмістом Al_2O_3 і SiO_2 при розмелюванні та змішуванні з водою не гаситься, проте володіє гідравлічними властивостями. Згідно класифікації Ханса Кюля, термін «романвапно» (романцемент) охоплює групу в'язучих, які не вважаються випаленим клінкером (температура випалу 1000–1100°C), але й не відносяться до вапна через невеликий вміст вільного CaO [1–3].

Журнал Технічного Краківського товариства в кінці XIX ст. (1890 рік) опублікував визначення романцементу, в якому зазначалось, що це матеріал з глинисто-вапнякових мергелів, отриманий внаслідок випалу не до спікання, з наступним помелом до порошкоподібного стану, який при змішуванні з водою не гаситься [4]. Найвідоміші англійські романцементи виготовлялись з мергелистих вапняків з включеннями глини або сировини з крейдових чи юрських формацій. У Франції використовувались поклади мергелів з Юрських областей Бургундії та крейди – поблизу Гренобля. Головними центрами виробництва романцементу були також Швейцарія, Німеччина, Чехія та Галичина.

Слід зазначити, що наприкінці XIX – на початку XX ст. в Західному регіоні України широко використовували-



Рис. 1. Характеристична усадочна тріщина на боковому фасаді будівлі (н.к. 21) НУ «Львівська політехніка» (а) та інформаційний стенд Європейського проекту EU-project ROCARE в сфері реставрації архітектурної спадщини XIX–XX ст. (б)

ся будівельні суміші на основі романцементу, а саме неподалік від м. Львова були створені майстерні з виробництва різноманітних стандартних архітектурних деталей на основі романцементу для оздоблення будівель. Цей матеріал назвали «Львівський камінь», який був за фактурою і складом дуже подібний до натурального каменю, що було доведено при обстеженні існуючих пам'яток архітектури у місті Львові спеціалістами-реставраторами протягом останніх років. Так, елементи, виготовлені із романцементу, на фасаді Вірменського собору (м. Львів) зазнали незначних руйнувань. Аналогічні висновки були зроблені при обстеженні та реставрації інших пам'яток архітектури міста Львова, а саме палацу Потоцьких, будинку Шольц-Вольфовичів (пл. Ринок), комплексу Бернардинів та ін.

В рамках Європейського проекту EU-project ROCARE «Романський цемент для реставрації архітектури до нових високих стандартів» були проведені реставраційні роботи частини бокового фасаду будівлі Національного університету «Львівська політехніка» (н.к. 21), фасад якого оздоблений романцементом (рис. 1). При цьому виникає проблема дослідження будівельно-технічних властивостей опоряджувальних розчинів та декоративних елементів на основі романцементу, а також їх довговічності.

Сировиною для одержання романцементу служать вапнякові або доломітизовані мергелі з вмістом понад 25% глинистих домішок [5–8]. На даний час, виробництво романцементу налагоджено на дослідно-промисловому виробництві Інституту кераміки і будівельних матеріалів (відділення скла та будівельних матеріалів у м. Кракові, Польща) [9, 10]. Випал романцементного клінкеру проходить в обертовій печі розміром 1,25x16 м при температурі 800–900°C (рис. 2). При випалі романцементного клінкеру використовуються мергелі з порівняно невисоким вмістом карбонату кальцію (гідрав-

лічний модуль 1,1–1,7) для забезпечення повного зв'язування вільного CaO (вміст до 2–3%) в силікатні фази або алюмінати і ферити кальцію. Для забезпечення в'язучих властивостей романцементу використовуються мергелі, у складі яких вміст $MgCO_3$ становить не більше 5–8 мас.%.
В процесі випалу існують значні температурні області перетворень, при яких отримується продукт з оптимальним ступенем реагування сировини та необхідної гідралічної активності. Як видно з рис. 3, при випалі сировини (натуральних мергелів) відбувається дисоціація карбонату кальцію та магнію, що сприяє активному проходженню реакцій у твердому стані з утворенням основних фаз романцементного клінкеру –

силікатів кальцію $\beta-C_2S$ (беліт), алюмінатів кальцію CA і $C_{12}A_7$, фериту C_2F , що надають романцементу здатність до гідралічного тверднення. Надто висока температура випалу (понад 1000°C) призводить до перепалу сировини з утворенням гідралічно інертного мінералу геленіту ($Ca_2Al[AlSiO_7]$). Проте низька температура випалу не забезпечує повного ступеня синтезу матеріалу. Основними оксидами в складі романцементного клінкеру є CaO, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 та MgO, їх вміст у типових клінкерах (Польща, Австрія) становить відповідно 86,42 та 92,72 % (табл. 1). Крім хімічного складу сировини, на властивості романцементу значний вплив спричиняють структура сировинних матеріалів, характер та розподіл різних домішок та розміри кварцевих включень.

При виробництві романцементу сировинну шихту випалюють у вигляді гранул. Температура випалу у внутрішній частині клінкеру і на його поверхні неоднакова, що перешкоджає досягненню рівноважної реакції. Реакція між кремнеземом і глиноземом протікає лише в ділянках максимальних температур випалу. Високореакційні фази типу CA, $C_{12}A_7$, що утворюються на поверхні гранул клінкеру без наявності склофази, визначають швидке тужавіння та міцність на ранніх стадіях, а з віком тверднення приріст міцності відбувається за рахунок гідратації белітової фази. Як видно з рис. 4, дрібнодисперсне в'язуче також забезпечує пуцоланову реакцію додатково до гідралічної, що дозволяє покращити будівельно-технічні властивості романцементу.

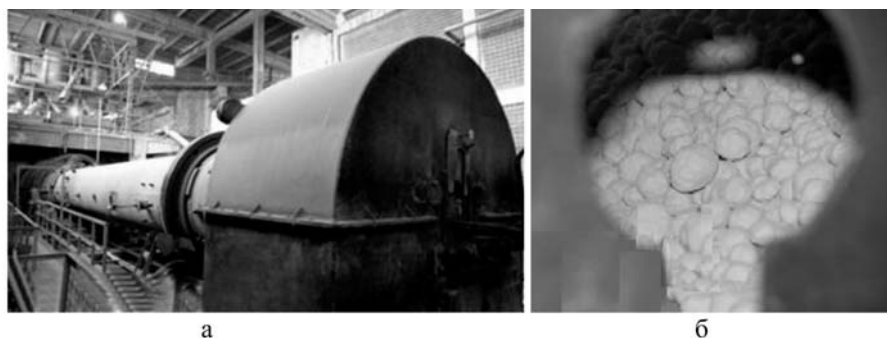


Рис. 2. Обертова піч для випалу романцементного клінкеру 1,25 x 16 м (а) та романцементний клінкер (б)

Таблиця 1

Хіміко-мінералогічний склад романцементних клінкерів

Романцементний клінкер		Вміст, мас.%	
		Польща	Австрія
Хімічний склад	CaO	46,0	45,2
	SiO ₂	29,5	31,3
	Al ₂ O ₃	6,87	9,44
	Fe ₂ O ₃	2,33	3,86
	MgO	1,72	2,92
	K ₂ O	0,97	2,11
	Na ₂ O	0,25	0,61
	SO ₃	0,60	0,09
Фазовий склад	впп	11,0	4,1
	α-C ₂ S	30,0	34,0
	β-C ₂ S	2,0	4,0
	CaCO ₃	18,0	8,0
	SiO ₂	5,0	7,0
	Ca ₂ Al ₂ SiO ₇	2,0	-
CaO (вільне)	2,1	5,0	

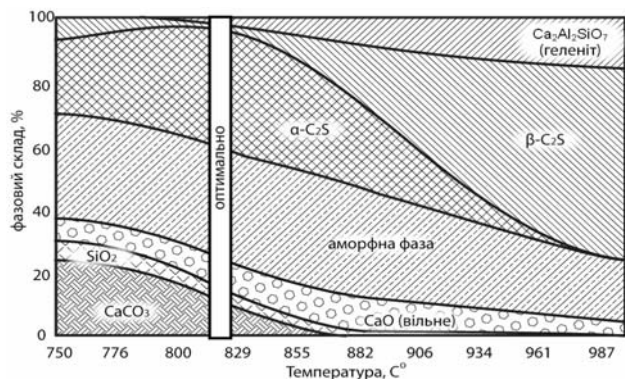


Рис. 3. Схема зміни фазового складу романцементного клінкеру в процесі випалу [9]

Романцемент характеризується підвищеною водо- потребою та швидким тужавінням. Розрізняють швидко- та повільнотужавіючі типи романцементу (табл. 2). Для сповільнення термінів тужавіння допускається введення при помелі до 5 мас.% двоводного гіпсу.

При випробуванні цементно-піщаного розчину (Ц:П=1:3) на основі романцементу ($S_{\text{пит.}} = 800 \text{ м}^2/\text{кг}$; $A_{008} = 4,0\%$) міцність відповідає марці М100. Для модифікованого романцементу за рахунок суттєвого водоредукуючого ефекту ($\Delta B/\text{Ц} = 45\%$) забезпечується приріст міцності в'язучого через 28 та 90 діб тверднення відповідно в 2,2 та 2,4 рази та досягається марка за міцністю М200. Згідно EN 196-1:2005 для романцементу границя міцності на стиск через 28 діб тверднення становить 16,3 МПа, а через 90 діб зростає в 1,7–1,9 разів (табл. 3). Романцемент володіє незначними деформаціями усадки, зокрема у повітряно-сухих умовах – 0,19–0,50 мм/м, а у воді – 0,03–0,19 мм/м.

Як видно з табл. 4, для романцементного тіста нормальна густина досягається при $B/\text{Ц} = 0,40$. Введення добавки гіпсу та модифікаторів (модифікований романцемент) дозволяє зменшити водопотребу тіста нормальної густоти на 17,5%, при цьому початок тужавіння відтягується, а границя міцності на стиск

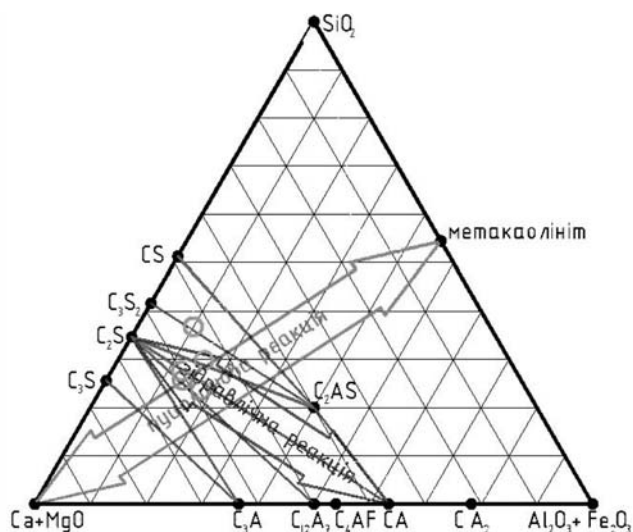


Рис. 4. Гідралічна та пуцоланова реакційна здатність романцементу [3]

каменю через 3; 7 та 28 діб тверднення зростає в 4,5; 4,8 та 2,7 рази.

Вивчення фазового складу продуктів гідратації романцементу виконано за допомогою комплексу фізико-хімічних методів аналізу: рентгенофазового, диференційно-термічного. Хімічні склади матеріалів визначали рентгеноспектрометром ARL 9800 XP. Для дослідження морфології та мікрозондового рентгеноспектрального аналізу романцементного каменю використано растровий електронний мікроскоп РЕМ-106И з енергодисперсійним рентгенівським спектрометром ЕДАР.

Згідно даних рентгенофазового аналізу (рис. 5), негідратований романцемент характеризується інтенсивними лініями белітової фази ($d/n = 0,302; 0,275; 0,218 \text{ нм}$), присутні також лінії кальциту ($d/n = 0,303; 0,277; 0,208; 1,912 \text{ нм}$) та кварцу ($d/n = 0,424; 0,334 \text{ нм}$). На дифрактограмах романцементу, гідратованого 28 діб, фіксується лінія чотирикальцієвого монокарбонатного гідроалюмінату $C_3A \cdot CaCO_3 \cdot 12H_2O$ ($d/n = 0,761 \text{ нм}$). Для модифікованого романцементного каменю спостерігаються AF_t -фази типу еtringіту ($d/n = 0,973; 0,561; 0,469 \text{ нм}$) та AF_m -фази типу гідрокальміту $Ca_4Al_2(OH)14 \cdot 6H_2O$ ($d/n = 0,820; 0,288 \text{ нм}$). В результаті гідратації белітової фази, а також за рахунок

Таблиця 2

Фізико-механічні показники цементів

Вік, діб	Міцність на згин / стиск, МПа		
	Романцемент		Портландцемент
	Швидко-тужавіючий < 15 хв	Повільно-тужавіючий > 15 хв	
7	Не зазначено		
28	> 0,8 / > 6,0	> 1,0 / > 8,0	> 1,5 / > 15,0

Таблиця 3

**Фізико-механічні властивості романцементу
(EN 196-1:2005)**

Показник		Значення
Терміни тужавіння, хв.	початок	≥ 8
	кінець	≥ 13
Границя міцності на стиск, МПа	4 год	1,7–4,4
	1 доба	2,0–4,9
	7 діб	2,5–5,2
	28 діб	7,7–16,3
Деформації усадки, мм/м	повітряно-сухі умови	0,19–0,50
	у воді	0,03–0,19

пуцоланової реакції між дегідратованою глиною та гідроксидом кальцію утворюються гідросилікати кальцію і гідрогеленіт, що забезпечує приріст міцності в пізніший період тверднення.

Для модифікованого романцементного каменю через 3 місяці тверднення на кривих ДТА фіксуються ендоефекти при 125°C та в області температур 600–850°C. Перший ендоефект відповідає виділенню води з гідросилікатів кальцію та еtringіту. Другий ендоефект проявляється внаслідок розкладу гідрокарбоалюмінатів та кальцію карбонату. При цьому втрати при прожарюванні складають 38,4%.

Методом растрової електронної мікроскопії встановлено (рис. 6), що для романцементного каменю, гідратованого 28 діб, характерна пориста структура з великою кількістю капілярних пор. На поверхні пори спостерігається утворення дрібних кристалів гідроалюмінатів кальцію (C-A-H). Утворення еtringіту в міжпоровому просторі призводить до компенсації усадки цементного каменю [11]. Згідно даних мікронзондового рентгеноспектрального аналізу (рис. 6, в, г) відносний елементний склад оболонки поверхні пори відповідає основним компонентам романцементного клінкеру, мас. %: Ca – 40,59; Al – 16,8; Si – 16,6; Fe – 0,6; O – 36,8. Поверхня замкнених пор формується з зародків кристалів, що призводить до зменшення

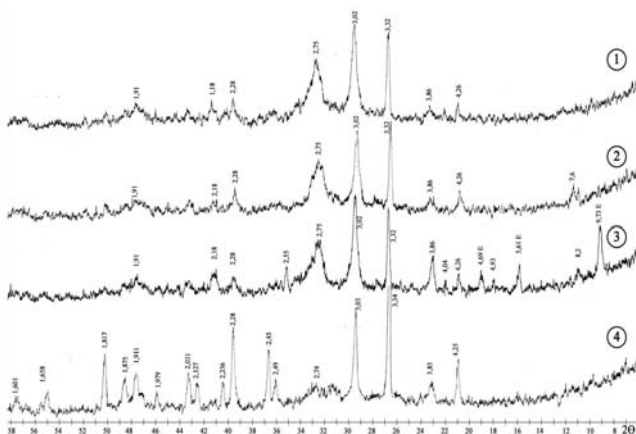


Рис. 5. Дифрактограми каменю на основі романцементу: 1 – негідратований; 2; 3 – гідратований 28 діб відповідно без добавок та модифікований; 4 – з елементу декору

Таблиця 4

Міцність романцементного каменю (тісто 1:0)

В'язуче	НГЦТ	Терміни тужавіння, год-хв		Границя міцності на стиск, МПа, у віці, діб				
		поч.	кін.	1	3	7	21	28
романцемент	0,40	0–03	0–05	4,9	6,1	7,6	14,0	20,8
модифікований романцемент	0,33	0–16	0–19	10,8	27,5	37,0	49,8	55,6
модифікований романцемент	0,40*	0–20	0–24	4,5	19,4	32,5	38,2	44,5

* – високопластичне тісто при $V/C=0,40$

капілярного підтягування води та водовбирання модифікованого романцементного каменю.

Для романцементного каменю загальна пористість складає 37,8% (відкрита пористість – 11,8 %, закрита – 6,0%). При введенні модифікаторів забезпечується покращення порової структури матеріалу, підвищується однорідність пор за розмірами із забезпеченням дрібнопористої структури. Зменшення відкритої капілярної пористості досягається за рахунок прискорення процесів гідратації та омонолічування структури каменю гідратними новоутвореннями.

Таким чином, романцемент представляє значний практичний інтерес як натуральне гідравлічне в'язуче для оздоблення будинків, при ремонтних та реставраційних роботах. Разом з тим, після закінчення I Світової війни романцемент використовувався поодинокі, а згодом технологія його виробництва та техніка виконання оздоблювальних робіт піддалися забуттю. У відділі будівельних матеріалів Інституту кераміки і будівельних матеріалів в м. Кракові згідно дослідницького проекту "ROCEM – романський цемент для консервації пам'яток архітектури" відновлено технологію виготовлення романцементу в обертовій печі, розширено асортимент продукції на його основі та створено можливість використання матеріалу на ринку реставрації, достовірно наслідуючи властивості і колір історичного цементу [13].

Розчини на основі романцементу характеризуються швидкими термінами тужавіння та незначною усадкою, високою пористістю, що характерна також для вапняних розчинів (штукатурка не затримує вологи в стінах будівлі). Розчини здатні до тверднення під водою, характеризуються високою атмосферостійкістю, достатньо високою ранньою міцністю, на поверхні відсутні бульбашки повітря. Для таких розчинів рН~11, збереження рухливості розчинової суміші становить 35 хв., границя міцності на згин/стиск через 28 діб – 2,0/5,5 МПа, адгезія – 0,54 МПа. Це дозволяє використовувати романцемент як досконалий в'язучий матеріал для реставрації і консервації пам'яток, а також оздоблення будівель.

Слід відмітити, що романцемент також масово використовувався для виготовлення відливних архітектурних деталей ускладненої форми. Сучасні виливки виготовляються в еластичних формах багаторазового

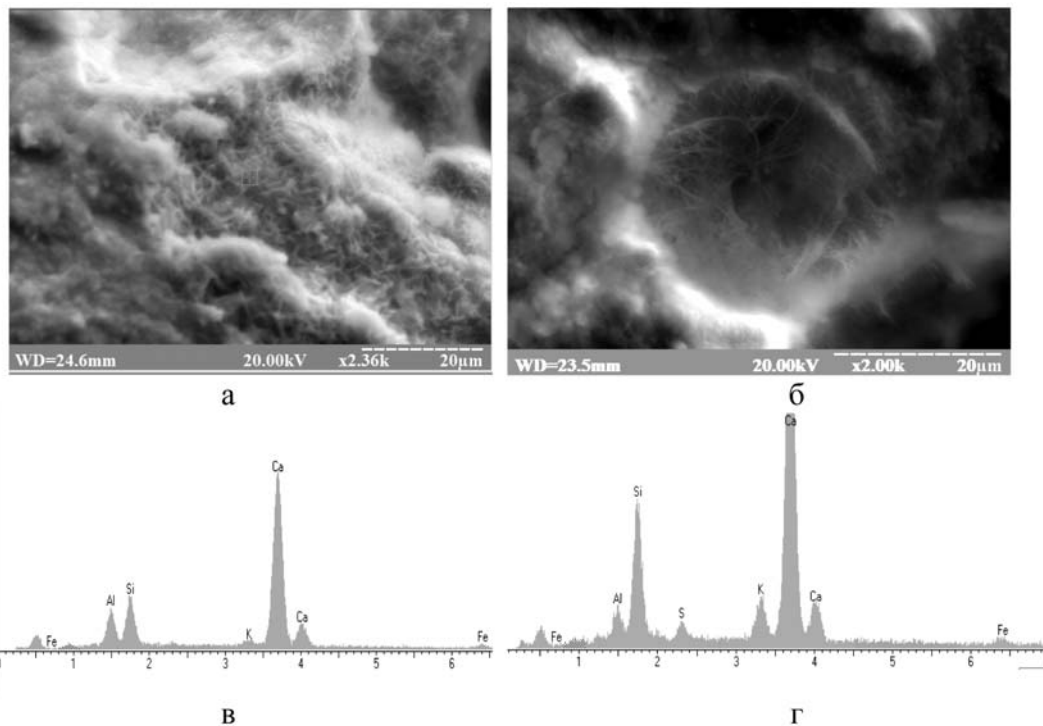


Рис. 6. Мікроструктура (а, б) та спектр рентгенівського характеристичного випромінювання (в, г) з поверхні пори романцементного каменю: а, в – поверхня пори без добавки; б, г – модифікований романцементний камінь

використання, які зроблені з синтетичних матеріалів, стійких до вологості та дії хімічних сполук, що входять до складу романцементу. Профілі овальної і простої форми отримуються за рахунок пластичності розчинів на основі модифікованого романцементу. На рис. 7 представлено елементи на основі романцементу з властивостями, що відповідають оригінальним історичним декораціям.

Романцемент можна використовувати і для виготовлення фарб, що служать для реновації поверхні штукатурок та інших декоративних елементів. Такі фарби придатні для оздоблення, відновлення та естетичної інтеграції фасаду та архітектурних елементів, особливо, якщо фарба накладається на елементи декору з багатою гамою деталей у формі різьби або

коли неможливе застосування тонкого шару (2–3 мм) штукатурки. Використовуючи мінеральні пігменти або забарвлені піски, можна отримати барви, необхідні для відтворення оригінальної поверхні фасаду. При цьому усуваються різного роду виквіти, що виникають внаслідок хімічних реакцій у штукатурці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Parker J.: Brit. Pat. No 2120, London 1796.
2. Kuhl H. Zement-Chemie / Verlag Technik. Berlin, 1952; dito. 2. Aufl. 1958.
3. Wolter A. Belite cements and low-energy clinker / Cement International. – 2007. – №1. – P. 64–73.
4. Broszura informacyjna Oddziału Mineralnych Materiałów Budowlanych w Krakowie: Zeszyt 2



а



б

Рис. 7. Орнамент (а) та елемент декору на основі романцементу фасаду будівлі (б)

serii Projekt UE ROCEM; Zeszyt 5 serii Projekt UE ROCEM.

5. Государственный стандарт. Романцемент. ГОСТ 2542-44. – М.: Всесоюзный комитет стандартов при совнаркомме СССР, 1944. – 5 с.

6. Значко-Яворский И.Л. Очерки истории вяжущих веществ от древнейших времен до середины XIX века. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 497 с.

7. Пащенко О.О. В'язучі матеріали / Пащенко О.О., Сербін В.П., Старчевська О.О. – К.: Вища школа, 1995. – 416 с.

8. Hughes D.C., Jaglin D., Kozłowski R., Mucha D. Roman cements – Belite cements calcined at low

temperature - Cement and Concrete Research, 39, 2009. – P. 77–89.

9. Produkcja i zastosowanie cementu romańskiego / H. Szelaґ, A. Garbacik, P. Pichniarczyk, T. Baran // Izolacje, budownictwo, przemysł, ekologia. – 2008. – №3. – S. 58–63.

10. Cement romański i jego właściwości / T. Baran, A. Garbacik, P. Pichniarczyk, H. Szelaґ // Surowce i maszyny budowlane, 2008. – №1.

11. Саницький М.А., Кропивницька Т.П., Котів Р.М. Будівельні розчини з комплексними модифікаторами повітрявтягувальної дії для кам'яних кладок / XI Міжнар. наук.-практ. конф. “Дни современного бетона”. – Запоріжжя: Будіндустрія ЛТД, 2010. – С. 97–102.

УДК 666.972:69.0594

Чернявський В.Л., доктор техн. наук, професор;

Гасанов А.Б., канд. техн. наук, доцент;

Гуркаленко В.А., канд. техн. наук, доцент, Харківський національний університет будівництва і архітектури, г. Харків

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТОЙКОСТИ БЕТОНА

Разделим время, в течение которого бетон наружного (защитного) слоя конструкции сохраняет свои защитные свойства, на два периода: первый – эксплуатационный, от начала воздействия среды до момента обследования, продолжительностью $T_э$ и второй – прогнозируемый, от момента обследования до исчерпания бетоном ресурса по состоянию, продолжительностью $T_п$.

Предполагая, что при неизменяющихся параметрах эксплуатационной среды скорость исчерпания ресурса по состоянию будет постоянной, получим

$$S_t/T_п = (S_0 - S_t)/T_э, \quad (1)$$

где S_t – оценка состояния на момент обследования; S_0 – оценка состояния, принимаемая в качестве начальной.

Из условия (1) следует, что

$$T_п = T_э S_t / (S_0 - S_t). \quad (2)$$

Величина $T_п$ существенно зависит от величины израсходованного за время $T_э$ ресурса по состоянию ($S_0 - S_t$) и существенно связана со значением оценки начального состояния S_0 . Для бетонов классов по прочности В15...В40 (соответственно марок по во-

донепроницаемости W4...W8), характеризующихся величинами начальных параметров $W_{C(O)} = 3,4...5,2\%$; $p_{нo} = 12,4...12,6$; $L_0 = 2...3\%$; $V_0 = 40...55\%$, начальное значение оценки коррозионного состояния находится в пределах: $S_0 = 1,23...4,21$. Причем для бетонов марки W4 – $S_0 = 1,23...2,47$, марки W6 – $2,48...3,31$, марки W8 – $3,32...4,21$.

Если сведения о начальных свойствах бетона обследуемых конструкций отсутствуют, значение S_0 для расчета выбирают наибольшим из всех возможных (например, $S_0 = 4,21$), что, как видно из (2), ведет к сознательному уменьшению продолжительности $T_п$. В тех случаях, когда имеются сведения хотя бы о марке бетона по водонепроницаемости (данные заводской, построечной лаборатории), то для расчетов выбирают максимальное значение S_0 сообразно указанной марке (например, для бетона W4 – $S_0 = 3,31$).

Для удобства сравнения оценок коррозионного состояния различных объектов и упрощения практического использования предлагаемого метода прогнозирования проведено масштабирование оценок

Таблица 1

Значения средней скорости изменения η_t бетона марок по водонепроницаемости W4...W8

Степень агрессивности среды	Продолжительность эксплуатации (лет) до S_t ; $\eta_t=0$	Значение средней скорости изменения η_t за год
Слабая	15...20	0,05...0,066
Средняя	10...14	0,07...01
Сильная	<10	0,1

Таблица 2

Степень агрессивности среды		Значение K_t
Значение	Ожидаемая	
Слабая	Сильная	0,58
Слабая	Средняя	0,68
Средняя	Сильная	0,85
Средняя	Слабая	1,46
Сильная	Средняя	1,2
Сильная	Слабая	1,75