

М.А. Саницький, О.Р. Позняк, О.Т. Мазурак, М.М. Чемерис
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельного виробництва

БЕТОНИ З КОМПЛЕКСНИМИ МОДИФІКАТОРАМИ НОВОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

© Саницький М.А., Позняк О.Р., Мазурак О.Т., Чемерис М.М., 2004

Досліджено вплив комплексних модифікаторів нової генерації на фазовий склад та властивості портландцементних в'язучих. Показана ефективність використання комплексних модифікаторів при монолітному будівництві, що забезпечує підвищення міцності та щільності бетонів.

Суттєве зростання останнім часом в Україні та промислово розвинутих країнах світу обсягів монолітного будівництва пов'язане із забезпеченням ефективності вкладання бетону, розпалубки монолітних споруд у якнайкоротші терміни при достатній якості останніх, виготовленням тонкостінних густоармованих конструкцій підвищеної міцності, можливістю проведення будівельних робіт у зимових умовах. Це вимагає використання в складі бетонної суміші комплексних модифікаторів – хімічних додатків поліфункціональної дії.

Постановка проблеми. Основними визначниками якості бетону є його міцність, щільність, пористість, водонепроникність, морозостійкість, що значною мірою визначаються водоцементним відношенням бетонної суміші. Введення хімічних модифікаторів під час приготування бетонної суміші дозволяє коректувати водоцементне відношення, що забезпечує зменшення пористості бетону та підвищення його міцності. Системний підхід при виборі хімічних додатків для бетонних сумішей, що повинні мати ряд технологічних властивостей, необхідних для монолітного будівництва, дає змогу зупинитись на комплексних модифікаторах, які містять алюмосилікатний компонент та прискорювачі тверднення, а також суперпластифікатори нової генерації на основі полікарбоксиланів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При монолітному будівництві під час транспортування та укладання бетонної суміші повинні зберігатися її однорідність, реологічні властивості та не допускатись розшарування компонентів бетонної суміші. Слід відзначити, що надлишок води замішування спричиняє зміну стабільності реологічних властивостей, викликану флокуляцією зерен цементу чи розшаруванням складників цементного тіста [1, 2]. Сучасний підхід до виробництва монолітного бетону передбачає покращення реологічних властивостей бетонних сумішей за рахунок використання високоефективних комплексних модифікаторів, що забезпечує міцність та довговічність бетону.

Дослідження бетонів з комплексними хімічними модифікаторами є одним із головних завдань сучасного бетонознавства. Використання традиційних суперпластифікаторів має ряд недоліків, зумовлених високою чутливістю бетонів до передозувань, значною схильністю бетонних сумішей до розшарування, а також блокуючими діями на кінетику початкового твердіння цементних систем [3, 4].

Підвищена пористість цементного каменю та велика кількість води затворення спричиняють зниження міцності бетону та часто є причиною появи висолів на його поверхні. Утворення висолів спостерігається на бетонах як поступове наростання неестетичних плям, що змінюються від мутних білих шарів вапняних осадів до грубих білих вапняних потоків. Більшість таких утворень – це результат осідання карбонату кальцію $CaCO_3$, а також осадів інших солей, наприклад, гіпсу $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ [5, 6]. Зменшення пористості та проникності бетону, збільшення його щільності попереджує утворення висолів на його поверхні і досягається зменшенням водоцементного відношення при введенні комплексних модифікаторів до складу бетонної суміші. Тому необхідними є дослідження впливу комплексних модифікаторів на технологічні властивості бетонних сумішей та фізико-механічні показники бетонів.

Мета роботи полягала у вивченні впливу комплексних модифікаторів нової генерації на реологічні властивості бетонних сумішей, пористість та висолоутворення бетону для забезпечення високої якості монолітного будівництва.

Методи досліджень і матеріали. Як хімічні добавки використовували суперпластифікатори нової генерації FM 11, BV-10, RBV виробництва фірми ISOLA на основі полікарбоксиланів та комплексний модифікатор, до складу якого входять алюмосилікатний компонент та прискорювачі тверднення на основі натрію тіосульфату та роданіду.

Вивчення впливу комплексних додатків на властивості в'язучих проводили на портландцементях ПЦ ІІ/А-Ш-400 ВАТ "Миколаївцемент" та ВАТ "Івано-Франківськцемент" згідно з ГОСТом 310.4. При виготовленні бетонів як дрібний заповнювач використовували пісок Ясинецького родовища ($M_k=1,3$), як грубний заповнювач застосовували щебінь Віровського родовища.

Методом рентгенофазового аналізу на дифрактометрі ДРОН-2 при CuK_α випромінюванні проводили дослідження фазового складу затверділого цементного каменю з додатками.

Результати досліджень. Використання в бетонних сумішах комплексних модифікаторів, до складу яких входять алюмосилікатний компонент та прискорювачі тверднення, зумовлює необхідність дослідження їх впливу на гідратацію портландцементу. Згідно з даними рентгенофазового аналізу (рис. 1), продукти гідратації портландцементу представлені лініями еtringіту ($d/n=0,961$ нм та ін.), портландиту ($d/n=0,492, 0,262, 0,1925$ нм), кальциту ($d/n=0,303$ нм та ін.) та гексагональними гідроалюмінатами кальцію типу C_4AH_{13} ($d/n=0,756, 0,731$ нм). При введенні до складу портландцементу комплексного модифікатора спостерігається зменшення інтенсивності ліній карбонату кальцію ($d/n=0,303$ нм та ін.) порівняно з портландцементом без додатку, що свідчить про ущільнення портландцементного каменю.

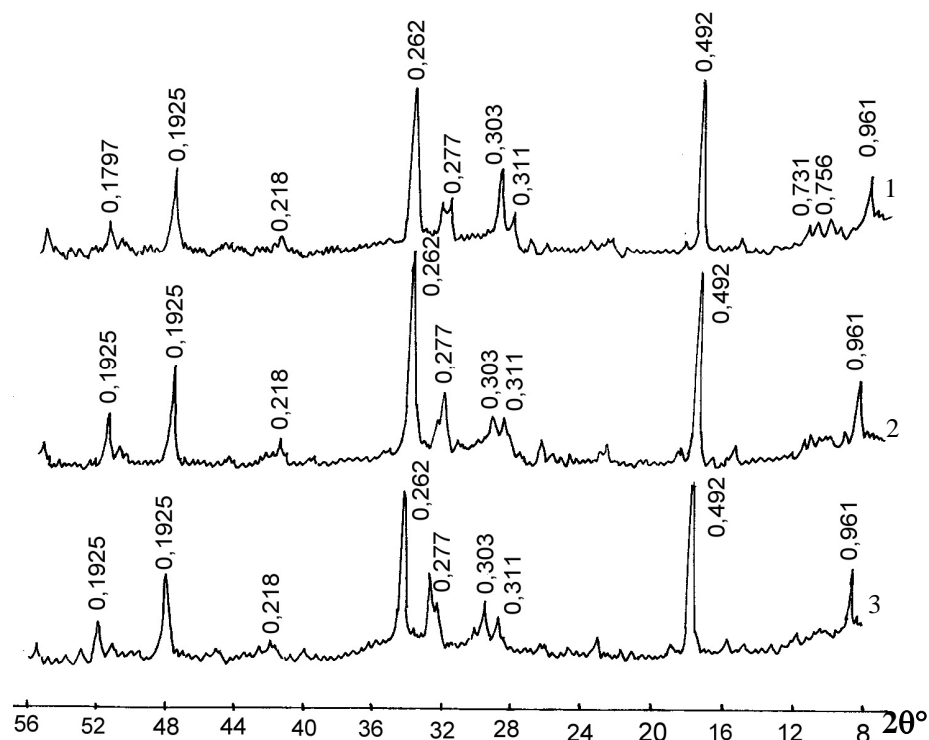


Рис. 1. Дифрактограми портландцементу, гідратованого 28 діб у нормальних умовах: 1 – без додатків; 2 – з додатком алюмосилікатного компонента; 3 – з комплексним модифікатором

Методами математичного планування експерименту з використанням матричного підходу до регресивного аналізу і знаходження коефіцієнтів рівнянь регресії проведено оптимізацію комплексного модифікатора, який містить алюмосилікатний компонент та прискорювачі тверднення. На основі експериментальних даних у заданому інтервалі зміни кількісного співвідношення компонентів за

допомогою математичної обробки на Pentium 166 MMX одержані регресійні рівняння міцності цементного каменю. Аналіз отриманих математичних залежностей, а також їх графічна інтерпретація дозволяють визначити оптимальний склад комплексного модифікатора. Встановлено, що введення алюмосилікатних компонентів забезпечує підвищення міцності розчину і зменшення його водопоглинання, однак збільшення його кількості до 3 мас. % спричиняє спад міцності розчину. Введення комплексного модифікатора забезпечує приріст міцності розчину в ранні терміни тверднення в 1,2–2 рази в нормальних умовах та в 2–7 разів при понижених додатних температурах (+5...+7°C). Слід відзначити, що введення натрію тіосульфату та роданіду забезпечує зменшення водопотреби цементно-піщаного розчину з 0,55 до 0,50, а також дозволяє знизити його водопоглинання на 20 %.

В табл. 1 наведено результати досліджень впливу комплексного модифікатора на міцність і пористість бетону. Встановлено, що введення додатка до складу бетону суттєво не впливає на його міцність у віці 28 діб, проте забезпечує зменшення пористості бетону в 1,6–1,7 рази та сприяє збільшенню водонепроникності та зменшенню утворення висолів на його поверхні.

Таблиця 1

Вплив комплексного модифікатора на властивості бетону

№	Вміст КМ, мас. %	В/Ц	Пористість, %	R _{ст} , МПа
1	–	0,55	13,0	37,5
2	–	0,45	8,6	46,4
3	–	0,40	5,4	49,8
4	1,5	0,55	8,0	37,7
5	1,5	0,45	5,0	46,5
6	1,5	0,40	3,2	50,0

Комплексний модифікатор, який містить солі натрію, кальцію та інші домішки і має високу дисперсність, при введенні його в бетонну суміш забезпечує створення тонкопористої щільної структури цементного каменю. За рахунок набухання алюмосилікатного компонента та утворення колоїдних сполук, які кольматують пористу структуру бетону, забезпечується підвищення водонепроникності та зменшення висолоутворення бетону.

З метою вивчення впливу суперпластифікаторів нової генерації з групи полікарбоксиланів на реологічні властивості в'язучих формували цементно-піщанні розчини (1:3) з 1,0 мас. % додатка при В/Ц=0,4. Як видно з рис. 2, введення суперпластифікатора FM-11 забезпечує збільшення пластичності цементно-піщаного розчину на 27 %, а BV-10 – на 17 %. Слід відзначити, що при збільшенні розпливу конусу на 20–30 %, суттєвого зменшення міцності цементно-піщаного розчину при використанні вказаних додатків не спостерігається.

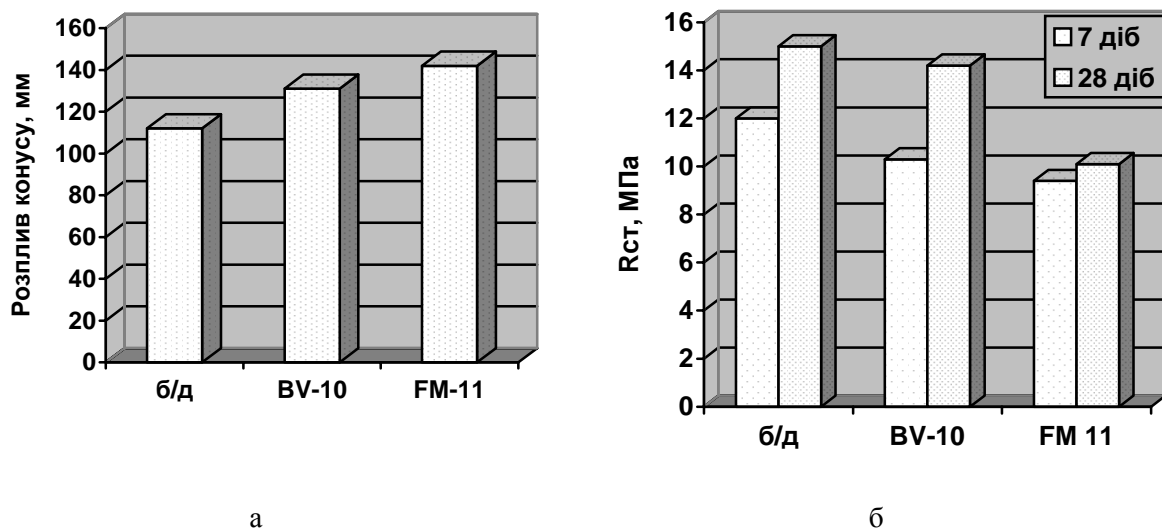


Рис. 2. Вплив суперпластифікаторів на пластичність (а) та міцність (б) цементно-піщаного розчину

Механізм дії суперпластифікаторів нової генерації на основі полікарбоксиланів, на відміну від суперпластифікаторів типу С-3, досягається за рахунок стеричного ефекту (довгі ланцюги полімерів перешкоджають зближенню цементних зерен). Завдяки зниженню поверхневого натягу води додатками вказаних суперпластифікаторів досягається дефлокуляція цементних зерен і підвищується рухливість бетонної суміші від ОК=2–4 см до ОК=10–15 см, при цьому міцність бетону зростає (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив суперпластифікаторів нової генерації на міцність бетонів

№	Додаток	Витрата додатка, мас.%	В/Ц	Межа міцності при стиску, МПа, у віці, діб				
				1	2	4	14	28
1	–	–	0,45	1,9	6,0	14,9	27,0	34,0
2	FM 11	1	0,39	2,4	8,6	19,4	30,2	38,1
3	FM 11	1	0,34	3,1	11,7	23,8	33,3	41,9
4	FM 11	0,5	0,36	2,6	9,0	19,6	36,2	45,6
5	FM 11 FS-176	0,5 1	0,36	3,6	9,5	17,7	27,0	43,2

При використанні портландцементів ПЦ ІІ/А-Ш-400 з додатками полікарбоксиланів, крім значного зростання рухливості бетонної суміші, досягається підвищення ранньої міцності бетону. Поліфункціональний характер комплексних модифікаторів забезпечує отримання бетонів класів В-40...В-60 на звичайних портландцементях ПЦ ІІ/А-Ш-400 або економію портландцементу в бетоні на 20–30 %.

Висновок. Застосування комплексних поліфункційних додатків для продукції монолітного бетону дозволяє розробити нові підходи до модифікування реологічних властивостей бетонної суміші і створення бетонів нової генерації як композитів із заданими будівельно-технічними параметрами, що забезпечують підвищення якості і довговічності будівельних конструкцій.

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. – М.: Технопроект, 1998. – 768 с. 2. Jozef Jasiczak, Pawel Mikolajczyk. Technologia betonu modyfikowanego domieszkami i dodatkami. – Poznan, Wydawnictwo Politechniki Poznanskiej, 1997. – 158 s. 3. Pawel Lukowski. Nowe osiagniecia w dziedzinie domieszek do betonu / Polski cement. – 2002. – №2. – S. 38 – 39. 4. Демьянова В.С., Калашиников В.И., Ильина И.Е. Сравнительная оценка влияния отечественных и зарубежных суперпластификаторов на свойства цементных композиций // Строительные материалы. – 2002. – № 9. – С. 4 – 6. 5. Brylicki W. Estetyka i chemia // Polski cement. – 1998. – №4. – p. 13. 6. Bensted J. Chemia wykwitow // Cement. Wapno. Beton. – 2001. – № 4. – P. 133–142.