УДК 666.974.539.3

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЦЕМЕНТОБЕТОННУ НА БЕЗГІПСОВОМУВ'ЯЗНОМУ В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ

Бігун Г.Г.
Карасьова Л.О.
Національний університет "Львівська політехніка"

Низькі додатні і від'ємні температури сповільнюють гідратацію цементу, приводять до замерзання рідкої фази, викликають небажані напруження та деформації, знижують міцність та довговічність бетону. Для інтенсифікації тверднення бетону при спорудженні монолітних конструкцій і споруд при додатних і від'ємних (до –40°С) температурах розроблено технологію бетонування, що базується на використані нового перспективного в'язного – безгіпсового портландцементу (БГПЦ) з комплексними хімічними добавками (КХД), які представляють собою систему "портландцементний клінкер – спонижувач тужавіння – пластифікатор – прискорювач тверднення" [1.2].

Доцільність застосування безгіпсових портландцементів обумовлено тим, що вже на початку гідратації традиційний сповільнювач тужавіння (двохводний гіпс) в складі рядового портландцементу взаємодіє з рядом хімічних добавок – прискорювачами тверднення. В результаті цього цементне тісто швидко тужавіє, формується рихла крупнопориста структура цементного каменю, і ефективність дії добавок значно знижується. Перехід до безгіпсових портландцементів з комплексними добавками, які складаються з поверхнево-активних речовин і активаторів тверднення – лужних сполук, сприяє отриманню технологічних бетонних сумішей, формуванню щільної мікроструктури каменя. Це дозволяє найбільш ефективно використовувати можливості портландцементів для розробки енергозберігальних технологій безогрівного бетонування в зимових умовах і безпропарювального виготовлення збірного залізобетону.

Комплексні добавки, які включають лігносульфонати і карбонати лужних металів, володіють властивостями суперпластифікаторів. Це дає можливість отримати литі бетонні суміші і виготовляти вироби по безвібраційній технології. Бетонні суміші на безгіпсовому портландцементі з добавками поверхнево-активних речовин і карбонатів лужних металів інтенсивно тверднуть на морозі. Першочергове структуроутворення і швидкий набір міцності каменя БГПЦ при від'ємних температурах визначає алюмінатний тип тверднення при підвищеному вмісті незамерзлої рідкої фази. Це сприяє твердненню бетонів в суворих кліматичних умовах (до –40°С) без застосування додаткових заходів з нагляду за бетоном і забезпечує у віці 28 діб 60... 100 % марочної міцності. Це дає можливість скоротити терміни вводу об'єктів в експлуатацію і в 2...3 рази зменшити витрати протиморозної добавки.

Проведені комплексні дослідження структури і фізико-механічних властивостей бетонів дозволили підтвердити роль КХД як регулятора тужавіння бетону при низьких додатніх і від'ємних температурах і основні їх характеристики, необхідні для розрахунку конструкцій і споруд.

Використання для тверднення бетону при від'ємних температурах ЕГПЦ, який характеризується малим водоспоживанням, дозволяє одержати бетон щільної структури з великою міцністю на початковому і кінцевому етапах тверднення. Введення в склад бетону КХД, що складається з 1,0...1,5 % лігносульфоната і 5...6 % поташу, дозволяє одержати суміші високого збереження та заданої швидкості тверднення умовах від'ємних температур. Добавка відіграє роль регулятора тужавіння бетону, сприяє швидкому утворенню первинного

структурного каркасу із гексагональних гідроалюмінатів, гідрокарболюмінатів і гідроксидів кальцію.

Дослідження параметрів порової структури цементного каменю та бетону підтвердило припущення, що бетон на основі БГПЦ має вищу щільність, знижені на 25-35% істинну пористість і на 10-35% максимальне водопоглинання. Поровий простір бетону характеризується зниженням мезопористості та більш високою однорідністю розмірів капілярів. Це призводить до підвищення фізико-механічних властивостей та морозостійкості бетону в порівнянні в бетоном на рядовому портландцементі.

Встановлено, що наявність достатньої кількості рідкої фази певного складу в бетоні на БГПЦ є необхідною умовою набору критичної міцності при твердненні бетону в умовах від'ємних температур. Надалі після розморожування досягається проектна міцність. Добавка забезпечує зниження температури замерзання рідкої фази. Інтенсифікується гідратація та структуроутворення БГПЦ. При цьому новоутворення, що з'являються на початковій стадії гідратації, є стабільними і не призводять при подальшому твердінні до деструктивних змін.

Розроблено комплексну методику вивчення деформативних властивостей бетону, що твердне. Вона включає дослідження власних і вимушених температурно-вологісних деформацій зсідання і набрякання, коефіцієнту лінійного температурного розширення деформацій при дії повторних навантажень, модуля пружності, Запропоновану методику прогнозування деформацій зсідання і набрякання бетону з врахуванням складу в'язного і умов тверднення бетону.

Доведено, що основні фізико-механічні характеристики бетону на БГПЦ з КХД є вищими за аналогічні показники бетону на звичайному портландцементі, а саме: початковий модуль пружності вищий в 1,35...1,81 рази; коефіцієнт лінійного температурного розширення при температурі +40°С нижчий на 14... 17 %; максимальні відносні деформації набрякання нижчі в 1,4 рази; максимальні відносні деформації зсідання нижчі в 1,3 рази; відносна границя витривалості на 8...12% вища.

При досліджені температурно-вологісних деформацій встановлено, що вид цементу і кількість добавки практично не впливають на коефіцієнт лінійного температурного розширення бетону.

Розроблений склад в'язного суттєво інтенсифікує тверднення бетонів при додатніх температурах: в добовому віці міцність бетону складає 50...80%, а через дві доби – 80...100 % проектної. Це дозволяє виконувати роботи з мінімальною зупинкою технологічного процесу, прискорювати темпи будівництва за рахунок збільшення обігу риштувань. Це має важливе значення для монолітного домобудування, а на заводах збірного залізобетону забезпечує перехід до безпропарювальної технології виготовлення виробів.

Основні фізико-механічні характеристики бетону на БГПЦ [1] з КХД (0,5 % лігносульфонату і 2...6 % вуглекислого калію) наведено в таблиці. Тут же наведено для порівняння, характеристики бетону на звичайному портландцементі з добавкою 0,5 % лігносульфонату і 10 % вуглекислого калію [2].

В результаті використання безгіпсових портландцементів з КХД в найбільш повній мірі реалізуються на практиці переваги хімізації бетонів із заміною дефіцитних суперпластифікаторів відходами виробництва. Розроблена технологія дає можливість підвищити якість і довговічність виробів із бетону і залізобетону, зменшити енерго- і матеріалоємкість, знизити затрати праці при їх виробництві. Випуск БГПЦ може бути налагоджений на будь-якому цементному заводі без зміни технології виробництва. Вартість його не відрізняється від вартості звичайного портландцементу. Витрати на виробництво БГПЦ не перевищують витрат на виробництво звичайного. Бетонна суміш на основі розробленого в'язного може виготовлятись на заводах, обладнаних відділеннями хімічних добавок без зміни технологічної схеми виробництва.

Таблиця *– Основні фізико-механічні характеристики бетону на безгіпсовому портландцементі з комплексною хімічною добавкою*

Показники	Один. виміру	I	II
Густина сухого бетону	кг/м^3	2420…2455	2360
Дійсна пористість	%	7,3…8,1	10,7
Максимальне водопоглинення за об'ємом	%	6,9…8,5	9,9
Кубикова міцність на 28 добу	МПа	30,5…35,1	19,9
Призмова міцність на 28 добу	МПа	25,3…27,8	15,8
Коефіцієнт призмової міцності	-	0,77…0,83	0,79
Міцність на розтяг при згині	МПа	3,7…4,8	2,1
Відносна границя витривалості	-	0,43…0,45	0,40
Коефіцієнт стирання	г/см	0,24…0,27	0,31
Морозостійкість при –15°С	цикл	330	140
Початковий модуль пружності у віці 28 діб	ГПа	31,4…41,3	22,6
Коефіцієнт лінійного температурного розширення при температурі + 40°С + 60°С	°С	$(1,06…1,09)\times10^{-5}$ $(1,25…1,39)\times10^{-5}$	$1,25\times10^{-5}$ $1,41\times10^{-5}$
Максимальні деформації набрякання після стабілізації	-	39×10^{-5}	50×10^{-5}
Максимальні деформації зсідання	-	191×10^{-5}	258×10^{-5}

Література

1. Шпынова Л.Г. и др. Безгипсовый портландцемент с добавкой поташа для зимного бетонирования. Бетон и железобетон. – 1988. – № 3. – С. 21-23.
2. Саницкий М.А. Безгипсовые портландцементы с регулируемыми сроками схватывания. Аналитический обзор. – М.: ВНИИЭСМ, 1990. – 64 с.
3. Орловський Ю.И., Семченков А.С., Бигун Г.Г., Коваль С.В. Моделирование и оптимизация воздействия комплексной химической добавки на свойства безгипсового портландцементного бетона. Бетон и железобетон. – 1996. – № 5. – С. 21-23.
4. Бигун Г.Г. Свойства бетонов на безгипсовом портландцементе. Проблемы строительства и инженерии среды. Т.І. – Жешув, 1995. – С. 41-46.