

УДК 666.942.015

У.Д. Марушак

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра хімічної технології силікатів

ВПЛИВ ДОБАВОК-МОДИФІКАТОРІВ НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТІВ ПРИ ЗНАКОЗМІННИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

© Марушак У.Д., 2000

Методом низькотемпературної дилатометрії досліджено вплив добавок-модифікаторів на температуру початку льодоутворення та деформації розширення цементно-піщаного розчину, які відбуваються при цьому. Показано ефективність використання комплексних хімічних добавок для бетонів, що тверднуть в умовах знакозмінних температур.

The influence of modificate additives on the beginning of freezing temperature and expansion deformation of cement-sand mortars was investigated by low temperature dilatometry method. Effectivity of using complex chemical additives for concrete hardened at low temperature condition was shown.

Період знакозмінних температур на території України є порівняно тривалим і викликає ряд труднощів на підприємствах будівельної промисловості, що пов'язано із сповільненим набором міцності виробів, зменшенням оборотності опалубки при монолітному будівництві. Крім того, заморожування бетонної суміші на звичайному портландцементі супроводжується інтенсивним льодоутворенням, що призводить до руйнування структури цементного каменю за рахунок деформацій розширення. В умовах понижених додатних знакозмінних і від'ємних температур тверднення бетону вимагає спеціальних заходів, що дають змогу прискорити набирання міцності без втрат довговічності і якості виробів. Забезпечити необхідну міцність бетону в найкоротший час можна за рахунок інтенсифікації його тверднення тепловими методами, введенням хімічних добавок або приготуванням бетонних сумішей на швидкотверднучих портландцементях.

За умов економічної кризи актуальною є відмова від енергомістких теплових методів. І все ширшого використання набуває інтенсифікація тверднення за рахунок введення протизамерзаючих добавок до складу в'язучого.

Відомо, що у міру тверднення портландцементу склад рідкої фази змінюється, тобто змінюється і температура її замерзання. Тому дослідження деформацій бетонної суміші в процесі заморожування проводили відразу після формування або на початку тужавіння, оскільки раннє замерзання найнебезпечніше і може призвести до незворотних структурних порушень за рахунок фазових переходів води. У цьому зв'язку виникає необхідність прискорення процесів раннього структуроутворення портландцементу, зменшення його водопотреби та збільшення кількості незамерзаючої рідкої фази в цементі. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є використання портландцементних композицій з протизамерзаючими добавками, що забезпечують тверднення бетонної суміші при знижених температурах.

Враховуючи всезростаючий дефіцит багатьох матеріалів, зокрема традиційних протизамерзаючих добавок на основі хлоридів, нітриту натрію та поташу як поширених і

дешевих добавок найчастіше використовують відпадки різних виробництв, які мають антифризні властивості.

Для проведення досліджень як хімічні добавки були використані тіосульфат натрію (Т), роданід натрію (Р), які є відпадками коксохімічної промисловості, а також для порівняння нітрат-кальцію. Необхідно зауважити, що добавки Р та Т підвищують рухливість цементно-піщаного розчину, що дає змогу зменшити кількість води у замішуванні. Так, при введенні добавки Р в кількості 2–8 мас.% досягається зниження водоцементного відношення на 5–12 % (таблиця).

**Вплив добавок-модифікаторів на деформації розширення і температуру початку
замерзання рідкої фази свіжозамороженого цементно-піщаного розчину
(Ц:П=1:2, РК = 106–115 мм)**

Вид та кількість добавки, мас. % цементу	В/Ц	Деформації розширення $\Delta l/l$, %	Температура початку замерзання рідкої фази цементу Т, °С
б/д	0,40	1,60	-1,5
Ca(NO ₃) ₂ , 4 мас.%	0,40	1,56	-6,0
Т, 2 мас.%	0,38	1,51	-3,8
Т, 4 мас.%	0,36	1,47	-6,0
Р, 2 мас.%	0,37	1,48	- 9,0
Р, 4 мас.%	0,36	1,38	-11,0
Р, 8 мас.%	0,35	0,48	-12,0

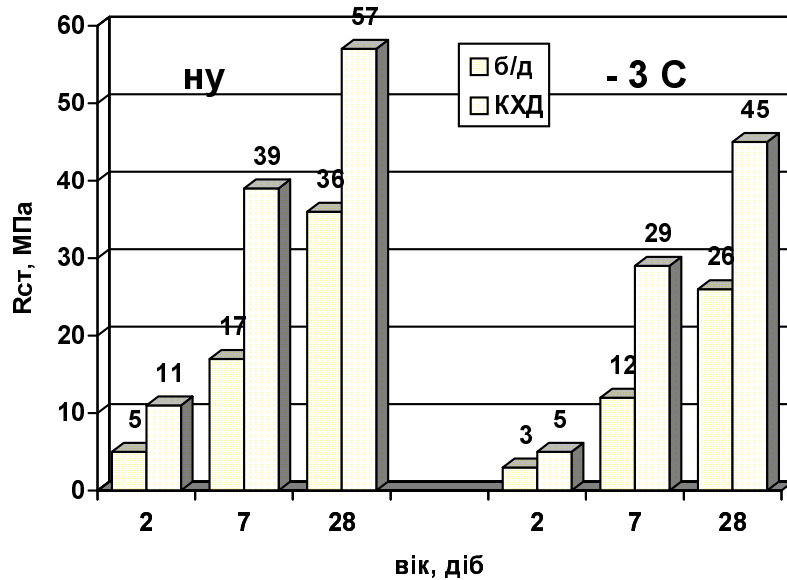
Вплив хімічних добавок на температуру початку замерзання рідкої фази та деформації розширення, які відбуваються при заморожуванні свіжоприготовленого дрібнозернистого бетону складу Ц:П = 1:2 при РК = 106–115 мм досліджувався методом низькотемпературної дилатометрії.

Як показали результати дослідження (таблиця), у цементно-піщаному розчині без добавок відбувається інтенсивне льодоутворення при -1,5 °С, що відповідає температурі початку замерзання рідкої фази. Деформація розширення при цьому становить 1,6 %.

При введенні хімічних добавок до складу цементно-піщаного розчину спостерігається зниження температури замерзання. Так, використання добавки Т в кількості 2–4 % зменшує температуру початку льодоутворення до -3,8...-6,0 °С. Результати дослідження показали, що добавка роданіду натрію виявляє сильнішу протизамерзаючу дію, ніж добавка тіосульфату натрію. Введення добавки роданіду у кількості 8 мас.% до складу цементно-піщаного розчину дає змогу знизити температуру початку льодоутворення до -12 °С. Результати дослідження показали і те, що при введенні хімічних добавок досягається зменшення деформацій розширення на 2,5–30 %, що зменшує небезпеку виникнення деструктивних явищ у тверднучому розчині. Завдяки використанню досліджуваних добавок створюється можливість модифікування структури цементного каменю.

Подальшим ефективним кроком у створенні портландцементних композицій, які мають здатність тверднути в умовах знакозмінних, знижених та від'ємних температур, є використання комплексних хімічних добавок (КХД) у складі портландцементу. Такі комплексні хімічні добавки містять, як правило, пластифікатор та прискорювач тверднення, який проявляє протизамерзаючу дію і внаслідок синергізму дає змогу підвищити пластифікуючу дію пластифікатора, що сприяє зменшенню кількості води замішування, а в результаті – зниженню деформацій розширення.

Результати визначення міцності цементно-піщаних розчинів з комплексними хімічними добавками, що тверднуть у нормальних умовах та при від'ємній температурі, показані на рисунку. Для порівняння використано звичайний портландцемент без добавки.



Міцність цементно-піщаного розчину (Ц:П=1:2, РК=106-115 мм), що тверднув у різних температурних умовах

Результати дослідження показали, що введення комплексних добавок призводить до зменшення водопотреби портландцементу і як результат – до підвищення міцності в усі періоди тверднення. Так, через 28 діб тверднення при нормальних умовах міцність портландцементу з добавкою КХД на 38 % стає вищою, ніж портландцементу без добавок.

Ці дослідження вказують на значне сповільнення тверднення портландцементу при від'ємній температурі. Так, міцність портландцементу без добавок через 28 діб становить 72 % міцності розчину, що тверднув у нормальних умовах. Введення КХД до складу цементно-піщаного розчину дає можливість підвищити міцність через 28 діб тверднення при -3 °C на 42 % порівняно з розчином без добавок.

Методом рентгено-фазового аналізу встановлено, що при твердненні портландцементу без добавок через 1 добу на дифрактограмах фіксуються лінії гідратних фаз гідроксиду кальцію ($d/n=0,49; 0,263$ нм та ін.) та еtringіту ($d/n=0,971; 0,557$ нм), а також лінії гіпсу ($d/n=0,756; 0,427$ нм). На дифрактограмах гідратованого портландцементу з добавкою 2 % Т спостерігаються лінії тих самих гідратних фаз, що й для цементу без добавок, але при цьому зауважується відсутність ліній двоводного гіпсу і зменшення інтенсивності непрогідратованих цементних мінералів порівняно з цементом без добавок. Це свідчить про прискорення процесів гідратації в присутності добавок.

Використання у складі портландцементів модифікаторів – комплексних хімічних добавок поліфункціональної дії, які є відпадками хімічного виробництва, дає змогу створити ефективні в'язучі, що мають здатність набирати міцність в умовах знижених та знайомих температур.