ФІЗИКА І ХІМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА
Т. 13, № 1 (2012) С. 238-243

PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLID STATE
V. 13, № 1 (2012) P. 238-243

УДК 666.031

ISSN 1729-4428

Г.М. Бурак, О.М. Верста, В.В. Левінський, О.В. Струмінська., В.І. Конуп

Присадки – модифікатори властивостей бетонних сумішей і бетону

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
вул. Шевченка,57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна

Застосування спеціальних матеріалів, заповнювачів цементу. Такі матеріали використовують як складову частину будівельного розчину і додають в бетонну суміш зразу перед або в процесі її змішування. Їх називають присадками-модифікаторами, головна функція їх полягає в спрямованому позитивному впливу на властивості бетонної суміші і затверділого бетону.

Стаття поступила до редакції 28.01.2011; прийнята до друку 15.12.2011.

Вступ

В останні десятиріччя одним із головних і дуже важливих напрямів розвитку технології бетону стало застосування спеціальних матеріалів, які відрізняються від води, заповнювачів і цементу. Такі матеріали використовують як складову частину будівельного розчину і додають в бетонну суміш зразу перед або в процесі її змішування. Їх називають присадками-модифікаторами, головна функція їх полягає в спрямованому позитивному впливу на властивості бетонної суміші і затверділого бетону.

I. Аналіз присадок

Присадки-модифікатори розділяють на два види: хімічні присадки різного складу і походження, які вводять у бетонну суміш у дуже невеликих кількостях (від 0,005 до 2…3 % від маси цементу в бетоні) і тонкомелені мінеральні порошки, своєрідні замінювачі цементу, які вводять у бетонну суміш у кількості від 5 до 20 % і більше від маси цементу. [4 - 5]

Присадки-модифікатори класифікують у відповідності до ДСТУ Б В.2.7-65-97 не за хімічним складом, властивостями, походженням тощо, а за їх основним ефектом дії і впливом на головні властивості бетонної суміші і затверділого бетону. [1, 6 - 7]. У відповідності до такого підходу присадки можна умовно поділити на класи.

І клас – регулювання реологічних властивостей бетонної суміші включає: пластифікуючі присадки для підвищення рухливості бетонної суміші; водоредуцюючі – для зниження водопотреби бетонної суміші; водоутримувальні – для зменшення водовідділення при ущільненні суміші; стабілізуючі – для зменшення розшарування і розчиновідділення суміші; ті, що покращують перекачуваність суміші по водогону [7 - 8].

Пластифікуючі присадки поділяються на чотири групи:

I група (суперпластифікатори) – забезпечують підвищення величини осадки конуса (ОК) від 2…4 см (П1) до 20…22 см (П5) без зниження міцності бетону на весь термін випробування.

II група (сильнопластифікуючі) – підвищення рухливості суміші від усадки конуса 2…4 см (П1) до 14…19 см (П5) без зниження міцності бетону [7].

III група (середньопластифікуючі) – підвищення рухливості суміші від 2…4 см (П1) до 9…13 см (П5) без зниження міцності бетону.

IV група (слабопластифікуючі) – підвищення рухливості суміші від ОК 2…4 см (П1) до ОК 8 см.

Вказаний пластифікуючий ефект присадок кожної групи забезпечується за умови, коли витрата матеріалів – цементу, заповнювачів і води – на 1,0 м^3 бетону не змінюється [4 - 9].

Водоредуцюючі присадки I класу (тобто ті, що зменшують водопотребу бетонної суміші без зміни витрати заповнювачів і цементу в складі бетонної суміші) теж поділяють на чотири групи за величиною ефекту – зниження витрати води без зниження рухливості суміші:

I група – зниження витрати води на 20 % і більше. Підвищення міцності бетонів і його водонепроникності на чотири ступені і більше.

II група – зниження витрати води на 12…19 %. Підвищення міцності бетону і марки за водонепроникністю на 2 – 3 ступені.

III група – зниження витрати води на 6…11 %.

Таблиця 1

Присадки для підвищення міцності, корозійної стійкості, непроникності, морозостійкості бетону та надання йому спеціальних властивостей

Вид присадок за призначенням	Найменування присадок	Умовне скорочення позначення	Кількість присадок, % від маси цементу	Нормативний документ
Гідрофобізуючі	Фенілетокси силоксан	ФЭС (ФЭС-50)	0,03…0,1	ТУ 6-02-995
	Алюмометилсиліконат натрію	АМСР	0,08…0,1	ТУ 6-02-700
	Полігідрокси-силоксани	136-41 (кол. ГКЖ-94) 136-157М (кол. ГКЖ-94 М)	0,03…0,1 0,03…0,1	ГОСТ 10834-76 ТУ 6-02-694
	Етилсиліконат натрію	ГКЖ-10	0,05…0,2	ТУ 6-02-696
	Метилсиліконат натрію	ГКЖ-11	0,05…0,2	ТУ 6-02-696
	Сірчанокислі солі пеназолінів	ССП	0,03…0,1	ТУ 38-40783
Кольматуючі пори (ущільнюючі)	Поліамідна смола №89	С-89	0,6…1,5	ТУ 6-05-1224
	Діетиленгліко-лева смола	ДЭГ-1	1,0…1,5	ТУ 6-05-1823
	Сульфат алюмінію	СА	3,0	ГОСТ 11150-84
	Сульфат заліза	СЖ	3,0	ГОСТ 4148-78 ГОСТ 9185-75
	Хлорид заліза	ХЖ	2,0…3,0	ГОСТ 4148-78 ГОСТ 11150-84
Протиморозні	Аміачна вода	АВ	5,0…15,0	ГОСТ 3760-79 ГОСТ 9-92
	Хлорид кальцію	ХК	1,5	ГОСТ 4147-74 ГОСТ 11150-84
	Нітрит натрію	НН	2,0…10,0	ГОСТ 19906-74 ТУ 38-10274
	Нітрит-нітрат хлорид кальцію	ННХК	3,0…14,0	ТУ 6-18-194
	Нітрат кальцію з сечовиною	НКМ	3,0…12,0	ТУ 6-06-349
	Поташ	П	5,0…15,0	ГОСТ 10690-73
	Нітрит-нітрат кальцію	ННК	3,0…9,0	ТУ 6-18-194
	Нітрат кальцію	НК	3,0…9,0	ГОСТ 4142-77
	Хлорид натрію	ХН	4,0	ГОСТ 13830-91 ТУ 6-13-14
Інгібітори корозії сталі	Сечовина (карбамід)	М	8,0…12,0	ГОСТ 2081-92
	Нітрит натрію	НН	3,0	ГОСТ 19906-74 ТУ 38-102-74
	Тетраборат натрію (бура)	ТБН	0,2…0,3	ГОСТ 8429-77
	Біхромат натрію	БХН	0,5	ГОСТ 2651-78
	Біхромат калію	БХК	0,5	ГОСТ 2652-78
	Катапін-інгібітор	КИ-1	0,025…0,15	ТУ 6-01-408938

Підвищення міцності бетону і марки за водонепроникністю на 1 – 2 ступені.

IV група – зниження витрати води на 5 % і менше. Підвищення міцності бетону і марки за водонепроникністю на 1 ступінь.

Водоутримувальні присадки I класу – ті, що забезпечують водовідділення бетонної суміші з ОК = 20…22 см не більше 2 %.

Стабілізуючі присадки I класу (тобто ті, що зменшують розшарування і розчинне відділення суміші) – забезпечують показник розчиновідділення бетонної суміші з ОК = 20…22 см не більше 2,5 %.

До таких присадок належать високодисперсні гідрофільні порошки – каолін, бентонітова глина, а також комплексні присадки, які містять емульгатор або вирівнювач, гідрофобізатор. Спільне використання таких присадок разом із суперпластифікатором дає можливість готувати литі нерозшаровувані бетонні суміші [2, 9 - 10].

II клас – присадки, які регулюють кінетику процесів тужавлення і твердіння бетонної суміші (прискорення або уповільнення) в початковий період

змішування.

Присадки – уповільнювачі тужавлення – забезпечують збільшення часу втрати рухливості бетонної суміші від ОК = 2 см в два рази, і більше при температурі повітря (20±2)^{o}С.

Присадки – прискорювачі тужавлення – забезпечують прискорення тужавлення на 25% і більше при температурі повітря (20±2)^{o}С.

Присадки –прискорювачі тверднення – забезпечують підвищення міцності бетону на 20% і більше у віці 1 доби тверднення в нормальних умовах.

Присадки – уповільнювачі тверднення – забезпечують зниження міцності бетону на 30% і більше у віці до 7 діб порівняно з міцністю бетону без присадки [5, 8].

III клас – присадки, які регулюють структуру і пористість бетонної суміші, цементного каменю і бетону.

Повітровтягуючі присадки – забезпечують підвищення в ущільненій бетонній суміші вмісту повітря на 2…5 % за об'ємом, підвищення морозостійкості бетону в два рази і більше.

Повітровтягуючі присадки (для легких бетонів) забезпечують збільшення об'єму втягнутого повітря в межах від 6 до 15 % із збереженням злитої структури бетону. Втрата втягнутого повітря після 30 хв. витримування не більше 25 %. Відсутність зниження міцності при однаковій середній щільності легкого бетону.

Піноутворюючі присадки (для легких бетонів) забезпечують втягнення повітря в межах від 10 до 25 % введеного у бетонну суміш разом із раніше приготовленою піною, з одержанням поризованої структури бетону; втрату повітря після 30 хв. витримування до 25 %; відсутність зниження міцності при однаковій середній щільності пінобетону.

Газоутворюючі присадки (для легких бетонів) забезпечують за рахунок утворення газу в бетонній суміші в об'ємі від 15 до 25 %; період активного газоутворення від 5 до 30 хв., відсутність зниження міцності при однаковій середній густині бетону.

Газоутворюючі присадки (для важкого бетону) забезпечують утворення газу, який виділяється в ущільненій бетонній суміші в об'ємі від 1,5 до 3,5 % підвищення морозостійкості бетону в два рази і більше.

IV клас – присадки для підвищення міцності, корозійної стійкості, непроникності, морозостійкості бетону.

Підвищення міцності бетону забезпечують пластифікуючі і водорегулюючі присадки всіх чотирьох груп.

Корозійну стійкість підвищують повітровтягуючі, гідрофобізуючі присадки I, II, III груп (зниження водопоглинання бетону відповідно у 5 разів, від 2 до 5 разів, від 1,5 до 3 разів), кольматуючі присадки (підвищують водонепроникність бетону на 2 і більше ступенів), а також інгібітори корозії арматурної сталі, які підвищують захисні властивості бетону по відношенню до стальної арматури в залізобетонних конструкціях. Морозостійкість і непроникність бетону підвищують водоредуцюючі присадки всіх чотирьох груп, що вказані, для підвищення корозійної стійкості бетону, крім інгібіторів і корозії арматурної сталі.

V клас – присадки для надання бетону спеціальних властивостей.

Протиморозні присадки, які забезпечують тверднення бетону при від'ємних температурах. Це присадки, багато з яких застосовують також для прискорення тужавлення і тверднення бетонної суміші (II клас).

Гідрофобні присадки I, II і III груп, які забезпечують зниження водопоглинання бетону, відповідно в 5 разів і більше, в 2 - 5 разів, 1,5 - 2 рази (при випробуванні 28 діб тверднення).

В табл. 1. наведено найбільш поширені присадки IV і V класів.

II. Дослідження впливу хімічних присадок фірми «Стахема» на морозостійкість бетонів

Склад та властивості контрольних, проміжних та основних зразків приведені в методиці дослідження морозостійкості.

2.1. Експериментальна частинна.

2.1.1. Об'єкти дослідження.

В роботі для виробництва бетону використані наступні складники:

- пісок – кар'єр Тригал; $М_к$ = 1,67;

Таблиця 2.1

Дослідження впливу хімічних присадок на морозостійкість бетонів

Контрольні зразки		Проміжні зразки		Основні зразки	
Маса, г	Міцність,	Маса, г	Міцність,	Маса, г	Міцність,
2430	267	2425	268	2435	265
2420	250	2430	252	2430	268
2435	271	2415	269	2420	260
2420	256	2430	258	2430	258
2445	268	2435	266	2415	251
2425/2429	259/262	2440	258/262	2420	250/259

Таблиця 2.2

Схема та час циклів заморожування-відтавання

$8^{00} – 12^{00}$ з	$8^{00} – 12^{00}$ з	$8^{00} – 12^{00}$ з
1 цикл	11 цикл	21 цикл
$12^{00} – 14^{00}$ в	$12^{00} – 14^{00}$ в	$12^{00} – 14^{00}$ в
$14^{00} – 18^{00}$ з	$14^{00} – 18^{00}$ з	$14^{00} – 18^{00}$ з
2 цикл	12 цикл	22 цикл
$18^{00} – 8^{00}$ в	$18^{00} – 8^{00}$ в	$18^{00} – 8^{00}$ в
$8^{00} – 12^{00}$ з	$8^{00} – 12^{00}$ з	$8^{00} – 12^{00}$ з
3 цикл	13 цикл	23 цикл
$12^{00} – 14^{00}$ в	$12^{00} – 14^{00}$ в	$12^{00} – 14^{00}$ в
$14^{00} – 18^{00}$ з	$14^{00} – 18^{00}$ з	$14^{00} – 18^{00}$ з
4 цикл	14 цикл	24 цикл
$18^{00} – 8^{00}$ в	$18^{00} – 8^{00}$ в	$18^{00} – 8^{00}$ в
$8^{00} – 12^{00}$ з	$8^{00} – 12^{00}$ з	$8^{00} – 12^{00}$ з
5 цикл	15 цикл	25 цикл
$12^{00} – 14^{00}$ в	$12^{00} – 14^{00}$ в	$12^{00} – 14^{00}$ в
$14^{00} – 18^{00}$ з	$14^{00} – 18^{00}$ з	$14^{00} – 18^{00}$ з
6 цикл	16 цикл	26 цикл
$18^{00} – 8^{00}$ в	$18^{00} – 8^{00}$ в	$18^{00} – 8^{00}$ в
$8^{00} – 12^{00}$ з	$8^{00} – 12^{00}$ з	$8^{00} – 12^{00}$ з
7 цикл	17 цикл	27 цикл
$12^{00} – 14^{00}$ в	$12^{00} – 14^{00}$ в	$12^{00} – 14^{00}$ в
$14^{00} – 18^{00}$ з	$14^{00} – 18^{00}$ з	$14^{00} – 18^{00}$ з
8 цикл	18 цикл	28 цикл
$18^{00} – 8^{00}$ в	$18^{00} – 8^{00}$ в	$18^{00} – 8^{00}$ в
$8^{00} – 12^{00}$ з	$8^{00} – 12^{00}$ з	$8^{00} – 12^{00}$ з
9 цикл	19 цикл	29 цикл
$12^{00} – 14^{00}$ в	$12^{00} – 14^{00}$ в	$12^{00} – 14^{00}$ в
$14^{00} – 18^{00}$ з	$14^{00} – 18^{00}$ з	$14^{00} – 18^{00}$ з
10 цикл	20 цикл	30 цикл
$18^{00} – 8^{00}$ в	$18^{00} – 8^{00}$ в	$18^{00} – 8^{00}$ в

- щебінь – кар’єр Побережжя; фракції 5 – 20 мм;
- цемент ПЦШ-400, виробництво Ямниця.
- присадка “бетодур AN1”;
- присадка «Стахемент» – виробник фірма “Стахема”, Братислава, Словаччина.

2.1.2. Методика розрахунку вмісту присадки у бетоні та характеристика підборів.

В розрахунках кількості присадок враховується густина та концентрація присадок. Вміст присадок по відношенню до розходу цементу в роботі

розраховували за формулою (2.1):

$$V = \frac{m_ц \cdot C_ц}{C_д \cdot r_д} \quad (1)$$

де С – концентрація присадки в цементі, л; $m_ц$ – розхід (маса) цементу на 1м3 бетону, кг; $C_ц$ – кількість присадки по відношенню до розходу цементу, %; $C_д$ – концентрація присадки в перерахунку на суху речовину, %; $\rho_д$ – густина присадки, кг/м^3.

Характеристика підборів:

Підбір №1: контрольний (табл. 2.1).

Підбір №2: вміст розглянутих присадок «Бетодур» становить 1,5% до витрат цементу.

Підбір №3: змінено витрати матеріалів та присадок (табл. 2.1); ОК – 4 - 6 см, В/Ц ≤ 0,5.

2.2. Методика визначення морозостійкості бетонів.

Морозостійкість визначають у проектному віці (28 днів). Кількість кубиків 10 х 10 х 10 виготовляють у формах згідно вимог ДСТУ Б.В.2.7-47.96: контрольних – в кількості 6 шт., основних – в кількості 12 шт.

Контрольні зразки – зразки, які призначені для визначення міцності бетону на стиск перед початком випробування основних зразків.

Основні зразки – призначені для заморожування і відставання.

Масу зразків визначають з точністю до 0,1 %. Перед насиченням зразки зважують. Насичення здійснюють 5 %-им розчином Натрій хлориду. Для насичення зразки занурюють у розчин на 1/3 висоти на 24 год.; на 2/3 їх висоти – ще на 24 год., після чого зразки повністю занурюють в розчин на 48 год. так, щоб рівень рідини був вище за верхню грань зразків не менше, ніж 20 мм. Зважені та насичені контрольні зразки перевіряють на міцність а записують дані .

Для вибраних виробів по ДСТУ визначають кількість циклів заморожування-відставання (30 циклів за скороченою схемою для плит річкових русел).

Насичені зразки викладають в морозильну камеру на 1,5 – 2 год., температуру понижують до -16 – -18^{0}С і витримують їх ще 2 – 2,5 год. Після цього зразки викладають в розтин так, щоб вони не торкалися один одного і витримують 2 год.

Один цикл включає одне заморожування та одне відтавання. Після 15 циклів роблять проміжні випробування.

Зразки оглядають при кожному циклі, перевіряють утворення тріщин та втрати (відколювання). Якщо зразки не витримують заморожування-відставання і піддаються ерозії – випробування припиняють.

Після 30 циклів випробовують основні зразки. Результати досліджень наведені в табл. 2.2.

2.3. Методика обчислення втрат міцності та втрат маси.

Втрати міцності (%) обчислюють за формулою:

$$\Delta s = \frac{s_к - s_о}{s_к} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де σк – міцність контрольного зразка; σо – міцність основного зразка,

наприклад $\Delta s = \frac{262 - 259}{262} \cdot 100\% = 1{,}1\%$.

Таким чином міцність зменшилась на 1,1 %. За ДСТУ допускається зменшення міцності до 5 %.

Аналогічно обчислюють втрати маси:

$$\Delta m = \frac{2429 - 2427}{2429} \cdot 100\% = 0{,}8\%$$

Втрати маси становлять менше 1 %. За ДСТУ допускаються втрати маси до 3 %.

Висновки

Проведено літературний огляд з проблеми підвищення ефективності бетону. Проаналізовано і систематизовано літературні дані. Встановлено, що присадка «Стахемент» є перспективною в якості прискорювача твердіння бетонної суміші тільки при обробці парою, при сухій термічній обробці присадки не працювали.

[1] Ю.М. Баженов, Г.И. Горчаков, Л.А. Алимов. *Получение бетона заданных свойств.* Стройиздат, М. 52 с. (1984).

[2] О.А. Волянський. *Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій*. Підручник для студ. вузів. Ч.1 Технологія бетону. Вища школа, К. 271 с. (1994).

[3] В.І. Гоц. *Бетони і будівельні розчини*. ТОВ УВПК «ЕксОб», КНУБА, К.: К. 472 с. (2004).

[4] Л.Й. Дворкін, О.Л. Дворкін, Ю.В. Гарніш. *Проектування складів бетону із заданими властивостями*. Рівне: Вид-во Рівненського державного технічного університету, 215 с. (2000).

[5] Добавки в бетон: Справочное пособие: Пер. с анг./ Под ред.. В.С. Рамачандрана. Стройиздат, М. 570 с. (1988).

[6] О.О. Пащенко, В.П. Сербін, О.О. Старчевська. *В'яжучі матеріали:* Підручник. Вища школа, К. 414 с. (1995).

[7] В. Рамачандран, Р. Фельдман, Д. Бодуэн. *Наука о бетоне.* Стройиздат, М. 278 с. (1986).

[8] В.Б. Ратинов. Т.И. Розенберг. *Добавки в бетон*. – Стройиздат, М. 186 с. (1989).

[9] М.Ш. Файнер. *Рекомендації по застосуванню хімічних добавок у бетонах та будівельних розчинах*. "Місто", Чернівці. 31 с. (1999).

[10] Фізико-хімічні особливості гідратації портландцементів з комплексними модифікаторами системи «Релаксол»/ М.А. Саницькмй, У.Д. Марущак, О.Т.Мазурак та ін.// *Строительные материалы и изделия,*(5, 6), сс. 17-25 (2003).

G.M. Burak, O.M. Versta, V.V. Lewinskyj, O.O. Struminska, V.M. Sachko, V. Konup

Additives – Modifiers of Properties of Concrete Mixtures and Concrete

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 57 Shevchenko Street, Ivano-Frankivsk, 76025, Ukraine

Concrete and mortars – important ancient building materials. An important area of technology is the use of special materials other then water, fillers and cement. This is called additive modifiers, which are directed positive influence on the properties of concrete mixture and hardened concrete.

We reviewed some surface phenomena in cement systems for the understanding of the mechanism of influence of surfactants on the properties of concrete mix and concrete, as one way to improve the efficiency of building materials is their use within the complex chemical applications on the basis of polyfunctional surfactants and salts of alkali metals.

Established that the additives of surfactants prevents floccules is Deflocculant cement that significantly enhances the quality and properties of concrete mixture and hardened concrete.

We have examined various types of additives, which are a diverse, including reducing water losses, increase the mobility of the concrete mixture, it plastyfikatsiya and stabilization by adsorption of additives on the surface of air bubbles, increasing resistance hardened concrete.

The analysis found that pH additive “Stahement” equal 4.3, and density equal to 1.123 g/cm3. This additive is promising as an accelerated approval of concrete mix in the processing of steam. When dry, thermal processing additives did not work.