

БЕТОНИ И ДОБАВКИ К БЕТОНАМ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 666.972

Гнип О.П., канд. техн. наук, доцент;

Корнило І.М., канд. економ. наук, доцент;

Раєцька К.О., асистент;

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса;

Шевчук Г.Я., канд. техн. наук, доцент, Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів

ЕКОНОМІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПІДБОРУ КОМПЛЕКСНИХ ДОБАВОК ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ТОНКОСТІННИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ ЗА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

Найбільш простим та ефективним методом покращення властивостей бетонних і залізобетонних виробів, який не вимагає значних капітальних затрат, є використання комплексних добавок. Правильний підбір комплексних добавок поліфункціональної дії дозволяє вирішити низку проблем в сучасній технології бетонів. Комплексні добавки поліфункціональної дії – це готові до використання водні розчини комплексних органічних і неорганічних солей, які не містять сульфатів, фенолу, формальдегіду та нафталіну, не здійснюють шкідливого впливу на людину та навколишнє середовище та поєднують в собі різноманітну спрямовану дію на бетон та бетонні розчини. Комплексні добавки є зручними у використанні, тому що звільняють від необхідності підбору компонентів, які мають "співіснувати" в одній суміші та не вступати між собою в небажані хімічні реакції для отримання заданих властивостей бетону.

Комплексні добавки на основі суперпластифікаторів є найбільш ефективними і перспективними модифікаторами властивостей бетонної суміші та бетонів. В Україні номенклатура комплексних добавок зарубіжного та вітчизняного виробництва, які пропонують до використання, є досить широкою. Проте, далеко не завжди найбільш розрекламовані та добре зарекомендовані добавки мають позитивний техніко-економічний ефект в певних технологічних умовах виробництва бетонних та залізобетонних виробів. Тому, цілеспрямований та індивідуальний підбір комплексних добавок є важливим питанням в сучасному бетонознавстві.

Виготовлення тонкостінних армованих залізобетонних виробів вимагає використання пластичних бетонних сумішей з підвищеною витратою цементу та високою рухливістю. Відомо, що портландцементи загальнобудівельного призначення в бетонних сумішах з підвищеною рухливістю характеризуються уповільненим набором міцності бетону у ранній період. Крім того, високі витрати портландцементу в бетонних сумішах сприяють деформації усадки бетону, що призводить до появи тріщин на поверхні затверділого каменю, ушкодженню пасивуючого шару і корозії арматури. При використанні бетонних сумішей з пониженим водоцементним відношенням

(жорстких або з маркою за легкоукладальністю P1, P2) обов'язковою умовою є віброукладання виробів. При недостатній тривалості вібрування спостерігається недоуцільнення бетонної суміші та зниження міцності бетону, а довготривале вібрування не забезпечує бажаної щільності і міцності бетону, крім того є можливим розшарування бетонної суміші [1,2].

Технологія виготовлення тонкостінних густоармованих залізобетонних виробів передбачає використання тепловологісної обробки при температурі 80°C, що забезпечує швидкий набір міцності бетону в ранньому віці. Одночасно, таке технологічне рішення має ряд недоліків, а саме погіршення структури цементного каменю, зниження кінцевої міцності і морозостійкості бетону, значні енергозатрати, послаблення контактної зони цементного каменю з арматурою [3].

Аналіз наукових даних [4] дозволяє виділити три основні групи факторів для спрямованого формування структури і високих експлуатаційних властивостей бетону на ранніх термінах твердіння:

- використання комплексних добавок поліфункціональної дії;
- цілеспрямований вибір цементу з врахуванням його сумісності з добавками;
- оптимальна температура твердіння бетону.

Правильний вибір та поєднання цих факторів дозволяє зменшити тривалість і температуру тепловологісної обробки, що забезпечує спрощення технології виготовлення бетонних та залізобетонних виробів, значну економію енергоресурсів і зниження собівартості продукції. Використання комплексних добавок поліфункціональної дії, а саме суперпластифікатор-прискорювач твердіння, забезпечує зниження витрат води до 30–35% із збереженням рухливості бетонної суміші, збільшення міцності бетону на всіх етапах, економію цементу.

Питанням щодо застосування, встановлення механізму дії, розроблення рекомендації використання комплексних добавок поліфункціональної дії при виробництві бетону займалися такі вчені: В.Г. Батраков, П.А. Глубіш, Р.Ф. Рунова, М.А. Саницький, О.В. Ушеров-Маршак та інші [5, 6].

В Україні нагромаджений значний досвід використання комплексних додатків поліфункціональної

Ефективність впливу комплексних додатків на міцність залізобетонних виробів

Найменування продукції	Клас бетону	ОК. (см) Ж, (сек.)	Умови твердіння бетону	Вид додавки, % маси цементу	В/Ц	Границя міцності при стиску, МПа, у віці днів Міцність бетону від проектної марки (%)				
						1	3	7	14	28
Кільця каналізаційні	15	20 сек	нормальне	б/д	0,30	-	11,6 (58%)	13,2 (66%)	14,2 (71%)	18,4 (92%)
				Реламікс (0,3мас.%)	0,25	-	15,0 (75%)	17,9 (89%)	18,9 (95%)	19,7 (99%)
				Реламікс Н (0,8мас.%)	0,25	-	15,4 (77%)	18,4 (92%)	19,4 (97%)	21,0 (105%)
				Реламікс С (0,8мас.%)	0,23	-	15,0 (75%)	18,0 (90%)	19,0 (95%)	20 (100%)
Перемички	15	4 см	3,5год. перед ТВО +2,5год ТВО при 85°C	б/д	0,42	12,0 (60%)	13,6 (68%)	16,0 (80%)	18,2 (91,%)	19,6 (98%)
				Реламікс (0,5мас.%)	0,35	14,1 (70%)	15,2 (76,%)	21,5 (107%)	22,3 (112%)	25,8 (120%)
				Реламікс Н (0,8мас.%)	0,33	15,0 (75%)	16,0 (80%)	22,0 (110%)	23,0 (115%)	23,6 (118%)
				Реламікс С (0,8мас.%)	0,35	14,4 (72%)	16,2 (81%)	20 (100%)	21 (105%)	21,6 (108%)
Лотковий елемент	20	4 см	4год. перед ТВО +2год. ТВО при 85°C	б/д	0,44	15,0 (60%)	18,0 (72%)	21,0 (84%)	23,5 (94%)	24,5 (98%)
				Реламікс (0,5мас.%)	0,36	15,7 (64%)	20,6 (82%)	24,4 (97%)	25,9 (104%)	26,0 (104%)
				Реламікс Н (0,8мас.%)	0,35	17,8 (71%)	20,5 (82%)	23,8 (95%)	27,0 (108%)	27,0 (112%)
				Реламікс С (0,8мас.%)	0,35	17,3 (69%)	20,0 (80%)	23,8 (95%)	26,0 (104%)	26,3 (105%)
Паркани (П5-в)	20	3 см	4год. перед ТВО +2,5год. ТВО при 85°C	б/д	0,41	16,2 (54%)	20,4 (68%)	22,8 (76%)	24,6 (82%)	28,5 (95%)
				Реламікс (0,5мас.%)	0,36	23,0 (76%)	24,6 (82%)	27,7 (92%)	28,9 (97%)	33,0 (110%)
				Реламікс Н (0,8мас.%)	0,35	22,5 (75%)	24,3 (81%)	28,2 (94%)	31,2 (104%)	33,0 (110%)
				Реламікс С (0,8мас.%)	0,35	21,6 (72%)	24,3 (81%)	30 (100%)	31,5 (105%)	33,6 (112%)

дії вітчизняного (Релаксол, Амкірод, Дофен і ін.) та іноземного виробництва (Agiplast), Addiment FM 32-62, Izola Bauchemie, Protard). Проте, в літературних джерелах та рекомендаціях щодо застосування цих добавок в неповному обсязі враховані всі фактори виробництва саме заданих підприємств з виготовлення залізобетонних виробів та конструкцій.

З появою на ринку суперпластифікаторів, а в останнє десятиліття і гіперпластифікаторів, з'явився термін «модифікований бетон». Суперпластифікатори, знижуючи до 30–35% витрати води із збереженням рухливості бетонної суміші, суттєво підвищують міцність бетону або дозволяють економити цемент. Використання суперпластифікаторів значно зменшує об'єм міжзернового простору і, відповідно, капілярну пористість, яка є основним визначальним фактором при наборі міцності, морозостійкості та корозійної стійкості бетону. Недоліком додатків пластифікуючої дії є підвищення індукційного періоду твердіння портландцементу, тобто зниження набору пластичної міцності цементного тіста в ранній період. Цей ефект часто спостерігається навіть при зниженні водоцементного співвідношення. Таким чином, використання тільки суперпластифікатора не дозволяє вирішити проблему високої міцності бетону в ранній період без використання тепло-вологісної обробки (ТВО). Найбільш перспективним є поєднання суперпластифікаторів з прискорювачами твердіння, так як тільки комплексні добавки поліфункціональної дії сприяють зниженню водоцементного співвідношення без збільшення індукційного періоду твердіння. До такого висновку прийшли і виробники добавок до бетонів українського виробництва [7].

Вважається, що комплексні добавки закордонного виробництва «працюють» у бетонах на всі 100% і повністю виправдовують свою недешеву вартість. Однак, необхідно врахувати, що за кордоном надзвичайно висока якість цементу та решти компонентів бетону, крім того, значна увага приділяється зерновому складу щебеню та піску. Досвід виробників бетону та залізобетону показав, що у більшості випадків зарубіжні добавки погано працюють на вітчизняних цементах та в поєднанні з вітчизняними добавками. Тобто, підбираючи одну добавку певного зарубіжного виробника, необхідно використовувати й інші добавки того ж виробника, а це не є економічно вигідним, так як присутні більш дешеві вітчизняні аналоги.

Відомими в Україні та країнах СНД є хімічні добавки-модифікатори виробництва ВАТ «Поліпласт-Україна» (м. Харків), які рекомендують застосовувати у виробництві збірного залізобетону, густоармованих, тонкостінних та складної конфігурації конструкцій. Використання цих добавок дозволяє покращити технологічні властивості бетонної суміші та фізико-механічні показники бетону, проте недостатньою є інформація щодо практичного застосування вказаних добавок у виробництві тонкостінних армованих залізобетонних виробів.

Доцільність використання добавок визначається досягненням різноманітних технологічних та економічних показників ефективності при виробництві і експлуатації залізобетонних виробів, конструкцій та спорудженні будівель.

Вивчення впливу комплексних добавок «суперпластифікаторів-прискорювачів твердіння бетону»: «Реламікс» на основі суміші неорганічних (роданидів і тіосульфатів) та органічних натрієвих солей поліметиленафталінсульфонатів; «Реламікс Н» на основі поліметиленафталінсульфонатів натрію та мономерних органічних сполук, а також «Реламікс С» на основі кальцієвих солей гідроксикарбонових кислот на властивості бетонів у виробничих умовах при виготовленні тонкостінних армованих виробів.

При одержанні бетонів класу В15-25 для окремих видів залізобетонних виробів на ВАТ «ВЕСТ ТД» використовували портландцемент ПЦ II/A-Ш-500 (ДСТУ БВ.2.7.46-96) ВАТ «Івано-Франківськцемент» з фізико-механічними показниками: питома поверхня $S_{\text{пит}} = 290 \text{ м}^2/\text{кг}$, залишок на ситі № 008 – 9,2 %, початок тужавіння – 1 год. 35 хв., кінець тужавіння – 2 год. 45 хв., активність у віці 2; 7; 28 днів відповідно 26,3; 35,6 та 54,8 МПа; дрібний заповнювач – пісок Нікитського родовища (ДСТУ Б.В. 2.7.-32-95) з модулем крупності $M_{\text{кр}} = 1,28$, насипною густиною – $1390 \text{ кг}/\text{м}^3$, істинною густиною – $2590 \text{ кг}/\text{м}^3$, порожнистістю – 45,1%, вмістом пилюватих та глинистих домішок – 1,2%; грубий заповнювач – гранітний щебінь Первомайського родовища (ДСТУ Б.В.2.7.-74-98) фракції 5–20 мм, вміст пилюватих та глинистих домішок – 0,6%, вміст зерен пластинчастої та голчастої форми – 10%, марка за механічною міцністю – 120 МПа, морозостійкість – 300. У якості комплексних добавок використовували «Реламікс», «Реламікс Н», «Реламікс С» виробництва ВАТ «Поліпласт-Україна» (м. Харків). Суперпластифікатори-прискорювачі твердіння вводили у вигляді водного розчину робочої концентрації в кількості 0,3–0,8% маси цементу. Вищезгадані комплексні добавки забезпечують ранню розпалубну міцність бетону, зниження тривалості та температури ТВО, стабільний набір міцності, як у ранній, так і пізній період твердіння бетону при природному твердінні та при дії ТВО, покращення зовнішнього виду та поверхні залізобетонних виробів і конструкцій.

Використання комплексних добавок «Реламікс», «Реламікс Н», «Реламікс С» дозволяє підвищити рухливість бетонної суміші від Р1 до Р5 з одночасним підвищенням міцності бетону в умовах нормального твердіння: у віці три доби – на 40–50%, у віці 28 днів – на 20%; знизити кількість води замішування до 20%; підвищити кінцеві міцнісні характеристики бетону на 25% та знизити витрати цементу до 22% (в рівнорухливих сумішах). При цьому забезпечується відпускна міцність бетону на низькоактивних та низькомарочних цементах за рахунок ущільнення його структури, що сприяє підвищенню його морозостійкості та водонепроникності збільшенню у 1,5–1,6 рази зчеплення бетону з закладною арматурою, зниженню тривалості та зменшенню енергетичних затрат на віброукладання бетонної суміші і тепловологісної обробки бетону.

Промисловими випробуваннями досліджено вплив комплексних добавок «Реламікс», «Реламікс Н», «Реламікс С» на властивості залізобетонних виробів та встановлено, що при вмісті добавок 0,3–0,8 мас.% і збереженні сталої рухливості бетонної суміші зни-

жується водоцементне відношення, що дозволяє одержати бетони вищого класу міцності при зменшенні тривалості та температури ТВО на 55 °С.

Як показали результати випробувань (табл. 1), міцність виробів вже на 3 добу досягає відпускної міцності (70% від марочної міцності), що підвищує оборотність форм залізобетонних виробів. Використання комплексних добавок дозволяє реалізувати основний технологічний ефект: при збереженні марки бетонної суміші за рухливістю та витрати цементу – водоцементне відношення знижується на 12–18%, а механічна міцність зростає в 1,4–1,7 рази.

Промисловими випробуваннями встановлений позитивний технологічний ефект від використання комплексних добавок “Реламікс”, “Реламікс Н”, “Реламікс С” виробництва ВАТ “Поліпласт-Україна” при виготовленні тонкостінних густоармованих виробів, який полягає у покращенні властивостей бетонних сумішей, зниженні енергетичних затрат на віброукладання бетонної суміші, температури та тривалості ТВО виробів, підвищенні механічної міцності бетону.

Впровадження безпропарочної і малопрогрівної технології при виробництві залізобетонних виробів та конструкцій шляхом використання комплексних добавок забезпечує економію енергоресурсів, зниження собівартості та покращення якості і довговічності продукції, спрощення технології.

УДК 691.87

Бабаевская Т.В., канд. техн. наук, нач. лаборатории;

Гладун А.Л., инженер-технолог, Компания «Будиндустрия», г. Запорожье

ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНА И ДОБАВКИ КОМПАНИИ “БУДИНДУСТРИЯ”

Развитие и технология современных бетонов, как известно, базируется на использовании эффективных индивидуальных, комплексных химических и минеральных добавок для бетона.

Традиционные и новые добавки позволяют решить любые технологические проблемы изготовления бетонных изделий и конструкций в летнее и зимнее время. При этом достигаются необходимые пока-

ЛІТЕРАТУРА

1. Рунова Р.Ф. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво / Рунова Р.Ф., Гоц В.І., Саницький М.А. – К.: УВПК „ЕксОб”, 2008. – 360 с.

2. Химические и минеральные добавки в бетон / Под ред. А.В. Ушерова-Маршака. – Харьков: Колорит, 2005. – 280 с.

3. Петрова Т.М. Ресурсосберегающие технологии при изготовлении шпал / Петрова Т.М., Серенко А.Ф., Егоров В.Н. // Журнал «Путь и путевое хозяйство». – 2006. – №9 – С. 2–3.

4. Серенко А.Ф. О совершенствовании технологии производства железобетонных шпал // Журнал «Известия Петербургского университета путей сообщения». – 2006. – №1 – С. 107–111.

5. Модификаторы новой генерации для бетонов / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Марущак, М.М. Чемерис та ін. // Журнал «Будівельні матеріали та виробы». – 2006. – №1. – С. 5–7.

6. Високофункціональні бетони на основі модифікаторів нової генерации / М.А.Саницький, О.Р.Позняк, І.І.Кіракевич, Б.Г. Русин // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Теорія і практика будівництва”. – 2008. – №627. – С. 191–197.

7. Касторных Л.И. Добавки в бетоны и строительные растворы: Учебно-справочное пособие – 2-е изд. – Ростов на Дону.: Феникс. – 2007. – 221 с.

затели прочности, плотности и стойкости изделий с учетом технико-экономической и эстетической привлекательности [1].

Ведущие мировые и отечественные концерны и фирмы ориентированы на выпуск систем разнообразных добавок. В этом же направлении много лет работает и компания «Будиндустрия» [1, 2, 3]. Отработана и широко освоена система добавок «Ре-



Рис. 1. Наливные полы помещения завода «Преобразователь», г. Запорожье