

БУДІВНИЦТВО

УДК 666.971.165

ДОБАВКИ ДЛЯ ГАЛЬМУВАННЯ ТУЖАВІННЯ ЦЕМЕНТНИХ БЕТОНІВ

Докт. техн. наук, Сердюк В. Р., асп. Салім Мусса

Вступ

Транспортування цементних матеріалів на відносно великі відстані від цементно-розчинних вузлів до місця використання в умовах жаркої погоди завжди пов'язано з проблемою раннього тужавіння цементу. Відстань перевезення бетонної суміші залежить від допустимого часу її транспортування, середньої швидкості транспортного засобу. Для доріг з твердим покриттям ця відстань може складати 30—35 км, а для ґрунтових доріг — 15—20 км. Допустима тривалість транспортування не повинна перевищувати час тужавіння цементу, що для важких бетонів складає 45—120 хв. Крім того, час транспортування залежить і від температури бетонної суміші: 120 хв. — якщо 5—10 °С, 90 хв. — якщо 10—20 °С, 45 хв. — якщо температура бетону 20—30 °С, якщо 30—40 °С транспортування суміші стає проблематичним.

Гальмування строків тужавіння цементу необхідно не тільки для забезпечення тривалого транспортування і подовження часу укладання бетонної суміші, але й для зменшення максимальної температури в масивних бетонних спорудах в разі прискореного тужавіння бетонної суміші під дією високих температур.

В жарку погоду через 1,5—3 години з моменту виготовлення цементних сумішей нерідко відбувається передчасне тужавіння цементу, що в свою чергу погіршує умови праці і властивості затверділого матеріалу і, звичайно, призводить до збільшення невиробничих витрат матеріалу і будівельного браку.

Використання поверхнево-активних речовин для гальмування тужавіння цементу

Використання добавок поверхнево-активних речовин (ПАР) з метою подовження строків життєздатності бетонних і розчинних сумішей особливо актуально для країн з сухим та жарким кліматом.

З метою гальмування процесу структуроутворення в початковий період твердіння і управління реологічними властивостями цементних систем в їх склад доцільно вводити ПАР в оптимальній кількості. Адсорбуючись на поверхні частинок цементу і гідратних новоутворень, ПАР зменшують вандерваальсові сили взаємодії між окремими частинками, які створюють коагуляційну структуру. Наявність ПАР в цементних системах забезпечує гальмування процесу їх гідратації, зменшує швидкість створення центрів кристалізації.

Явище адсорбційної модифікації процесу кристалізації гідратних новоутворень, яке має місце під час гідратації цементу в присутності ПАР, і наукове обґрунтування використання поверхнево-активних добавок вперше було розроблено ще в 40-х рр. академіком П. А. Ребіндером, а пізніше розвинуто в роботах інших вітчизняних та зарубіжних дослідників.

Гальмування росту кристалів новоутворень призводить до збільшення їх числа і створення дрібніших кристалів. Вибіркова адсорбція ПАР на поверхні зародків кристалів призводить до зміни їх форми, гальмує здатність дисперсної фази в створенні коагуляційного каркасу. Адсорбційні плівки створюють ніби змазку, яка покращує ковзання частинок. Добавки пластифікаторів, як правило, забезпечують зменшення водоцементного відношення суміші і гальмують хімічні процеси взаємодії цементу з водою.

Використання хімічних добавок, які гальмують тужавіння цементу є обов'язковим елементом виконання бетонних робіт в умовах сухого і жаркого клімату. Виробництво

бетонних сумішей з подовженими строками тужавіння досягається за рахунок використання добавок триполіфосфатів лужних металів, розчиненого скла, водорозчинної поліамідної смоли, карбоната калія і тетрабората натрія, кубових залишків синтетичних жирних кислот, солей гумінових кислот, меляси, цукрової та вишньої кислот і їх солей тощо [1–6].

Під час проведення досліджень нами були використані сировинні матеріали, що є рядовими для залізобетонних заводів м. Вінниці, портландцемент М400 і М500 Кам'янець-Подільського цементного заводу, пісок Дніпровський з $M_{кр} = 1,5$ щегляв Гніванського кар'єру фракції 5–10, 10–20 і 20–40 мм.

Добавкою служив жировий гудрон (ЖГ), який є відходом виробництва протрачів мила. В складі ЖГ містяться частково омилені неочищені жири (до 40 %), фарбувальні речовини та інші компоненти, також використовувались підмалець, дрібні води (ПМЩ), ТУ 18–780–78. В складі ПМЩ містяться натрієві солі жирних кислот, неомилені і частково омилені жирні кислоти двох основних фракцій – $C_{12}-C_{14}$ і $C_{16}-C_{20}$, а також 0,1–0,2 % NaOH; 0,5–0,8 % Na_2CO_3 ; 5–13 % NaCl; загальний жир 1–2 %. рН середовища складає 9–10. Для гальмування строків тужавіння використовувалась також кормова патока – відхід виробництва цукру, широко відомий пластифікатор бетонних сумішей – СДБ.

На рис. 1 показано вплив ЖГ на строки тужавіння цементу, якщо температура 20 °С. Зі збільшенням кількості добавки до 0,3–0,5 % від маси цементу міцність стандартних цементно-піщаних зразків під час стиску зменшується на 8–22 %.

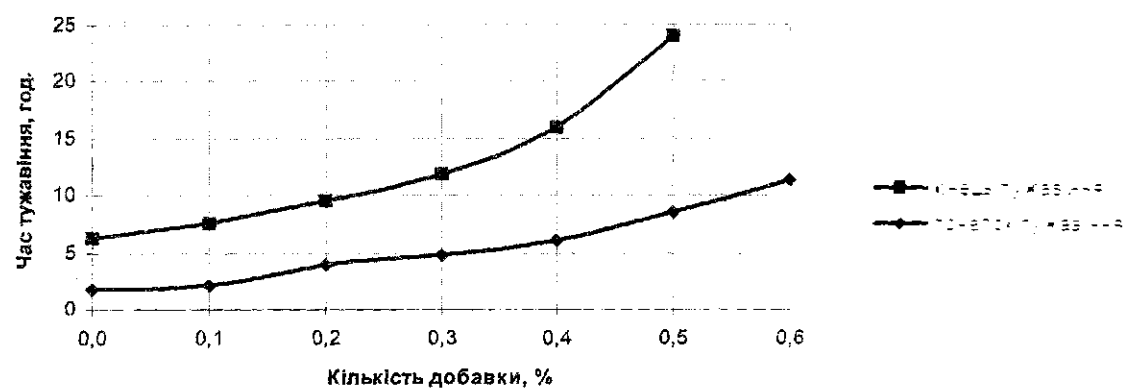


Рис. 1. Вплив добавки ЖГ на строки тужавіння портландцементу.

Добавка ЖГ з причини високого вмісту в її складі жирової складової зменшує водопоглинання цементних матеріалів. Проведені нами раніше дослідження [7] підтверджують доцільність використання цієї добавки, зокрема з метою об'ємної гідрофобізації легких бетонів.

Було досліджено вплив добавок ПМЩ і СДБ на строки тужавіння портландцементу М400. На рис. 2 (кр. 6, 7, 8) показано, що добавка СДБ затримує і гальмує призатість тужавіння цементного тіста нормальної густини. Якщо добавка ПМЩ до 4 % від маси цементу, кінець тужавіння в'язучого настає через 4,5 години, проти 6,5 годин без використання добавки. Зі збільшенням добавки ПМЩ до 5 % (кр. 5) має місце збільшення строків кінця тужавіння до 7,3 години.

Як видно з рис. 2 дія добавки ПМЩ на строках тужавіння цементу має двойтий ефект. Якщо відносно невелика кількість добавки, в цементні суміші має місце ефект прискорення тужавіння цементу (кр. 2, 3, 4), зі збільшенням кількості добавки (кр. 5) початок тужавіння розпочинається раніше ніж у контрольного зразка (кр. 1), але строки кінця тужавіння значно перевищують строки тужавіння контрольного зразка.

Особливість такої дії добавки ПМЩ на строки тужавіння цементу пояснюється хімічним складом самої добавки. Електроліти, які містяться в складі ПМЩ в початковий період гідратації цементу прискорюють початок його тужавіння і з відносно невеликою кількістю добавки ефект прискорювання тужавіння цементу перевищує гальмувальну дію

поверхнево-активних речовин, які містяться в складі добавки. Зі збільшенням кількості добавки ПМЩ ПАР, які містяться в її складі, перевищують прискорювальний ефект гідратації за рахунок електролітів і тому при кількості добавки 0,5 % і більше її необхідно використовувати для гальмування строків тужавіння цементу. Таким чином хімічний склад добавки ПМЩ визначає її подвійний ефект, який залежить від її кількості в складі цементної композиції.

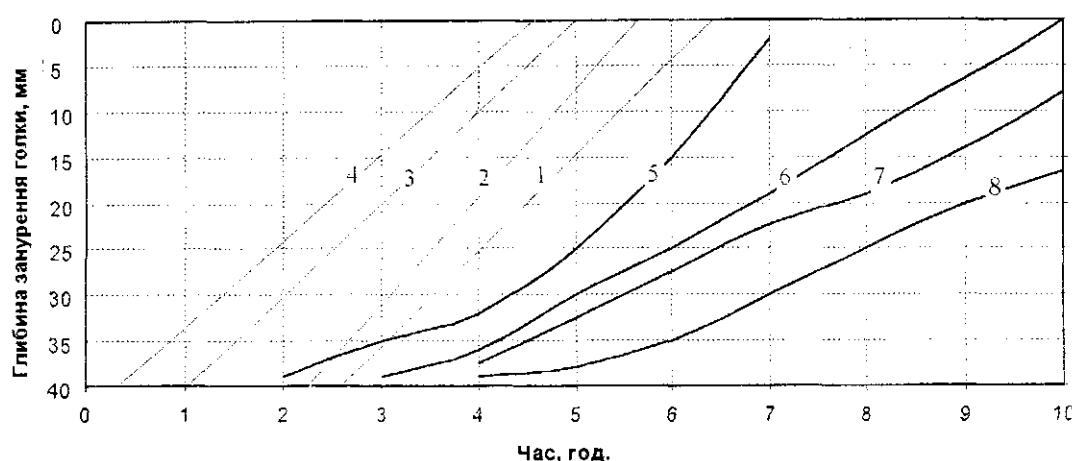


Рис. 2. Вплив добавок ПМЩ і СДБ на кінетику тужавіння портландцементу
(1 — без добавки; 2, 3, 4, 5 — відповідно 1, 2, 4, 5 % добавки ПМЩ;
6, 7, 8 — відповідно 0,15, 0,2, 0,25% добавки СДБ)

За рахунок дії електролітів, які містяться в ПМЩ, підвищується міцність цементних зразків після тепловологої обробки або після твердіння протягом 28 діб, але наявність в складі добавки хлоридів може призвести до утворення висолів під час висушування бетону. Крім того, наявність хлоридів в складі добавки обмежує її використання в армованих залізобетонних виробках з причини можливої корозії арматури.

Добавка СДБ (рис. 2, кр. 6, 7, 8) в складі цементних композицій виконує притаманну їй функцію пластифікатора цементних композицій і одночасно гальмує тужавіння цементу, тому її, як правило, використовують разом з іншими добавками-електролітами. В складі СДБ містяться кальцієві або суміші кальцієвих і натрієвих а також амонієвих солей лігносульфонових кислот, а також суміш редукувальних і мінеральних речовин. Редукувальні речовини, адсорбуючись на зернах цементу, продуктах його гідратації, гальмують його твердіння. Здатність цементу адсорбувати на себе ці редукувальні компоненти зі складу СДБ використовується для підвищення ефективності пластифікуючого ефекту цієї добавки для розробки на основі СДБ ефективнішого пластифікатора НИЛ-20 [8].

Результати наших досліджень [9] свідчать про високу ефективність добавки кормової цукрової патоки (КЦП) як добавки, що гальмує тужавіння цементу і тим самим подовжує термін зручності цементних композицій, не впливаючи негативно на міцнісні характеристики бетонів. КЦП — це густа в'язка рідина темно-коричневого кольору, добре розчиняється у воді і є доступною добавкою в цементні композиції. Якщо додавати КЦП 0,2—0,3 % від маси цементу, після пропарювання або твердіння бетонних зразків протягом 28 діб їх міцність практично співпадає з міцністю контрольних зразків.

Таким чином дія досліджених добавок зводиться в основному до гальмування процесів гідратації і гідролізу клінкерних мінералів, викликаних уповільненим виділенням гідроксиду кальція в розчин, а також процесів коагуляції і зближення зерен цементу і його гідратних новостворень, в результаті чого інтенсивність тужавіння цементного тіста уповільнюється. ПАР адсорбуються на зернах цементу і на гідратних новоствореннях. Адсорбція ПАР — найважливіший фактор їх гальмувальної дії на процес тужавіння цементу. Вплив цукровмішувальних речовин на процеси початкової гідратації цементів є комплексним. З одного боку вони, як сильні іоногенні гідрофілізуючі ПАР, адсорбуються на зернах цементу, екранують кристалізаційні контакти і гальмують гідратацію

в'язучого; з іншого боку — цукор взаємодіє з гідрооксидом кальцію, який виникає під гідролізу аліту, і створює кальцеві сахарати. Це зменшує ступінь перенасичення розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в початковий період гідратації цементу, додатково гальмує створення коагуляційних і кристалізаційних структур цементного каменю.

Висновки

1. Більшість ПАР в цементних системах подовжують строки тужавіння цементів і проявляють багатофункціональний ефект. Із досліджених добавок-уповільнювачів гідратації цементу — ЖГ, ПМШ, СДБ і КЦП найефективнішою є добавка КЦП.
2. Використання добавок, які гальмують тужавіння цементу на стадії виготовлення розчинів і бетонів, подовжує життя цементних композицій протягом робочої зміни, зменшує брак під час виконання бетонних робіт, але вимагає відповідних заходів щодо швидкого випаровування води і висушування матеріалу до завершення гідратаційного твердіння мінерального в'язучого.

ЛІТЕРАТУРА

1. Афанасьев Н. Ф., Целуйко М. К. Добавки в бетоны и растворы. — К.: «Будівельник», 1989. — 128 с.
2. Дворкин Л. И., Кизима В. П. Эффективные литые бетоны. — Львов: «Вища школа», 1986. — 143 с.
3. Хигерович М. И., Байер В. Е. Улучшение свойств бетона органическими поверхностно-активными добавками — М.: ВНИИЭМ, 1975. — 47 с.
4. Gregerson I. High-strength concrete Dlexes greater muscle/ Building Design and Construction. — 1991. — Vol. 32. — N 1. — P. 64—67.
5. Мионов С. А., Малинский Е. Н. Основы технологии бетона в условиях сухого жаркого климата. — М.: Стройиздат, 1985. — 315 с.
6. Пунагин В. Н., Пшинько А. Н., Руденко Н. Н. Бетон в условиях повышенных температур. Днепропетровск, 1996. — 252 с.
7. Сердюк В. Р., Хаддадин Л., Рязузов Ю. Д. А.с. 1659381 «Сырьевая смесь для приготовления ячеистого бетона». Бюл. изобр. — 1991. — № 21.
8. Батраков В. Г., Шурань Р. А., Вавржина Ф. Р. Применение химических добавок в бетоне. М.: ВНИИЭСМ, 1982. — С. 15—16.
9. Сердюк В. Р., Салім Мусса. Підвищення удобоукладальності цементних композицій // Вісник ВПІ. — 1996. — № 2. — С. 5—7.

Кафедра менеджменту та охорони праці в будівництві

УДК 624.151

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ СТОВПЧАСТИХ І СТРІЧКОВИХ ФУНДАМЕНТІВ ПО ГЛИБИНІ ЇХ ЗАКЛАДЕННЯ

Канд. техн. наук, доц. Маєвська І. В., Хасан Рашад Галєб

В Україні розміри підшви фундаментів мілкого закладення у більшості випадків підбираються за умови неперевищення тиском по підшві фундаменту розрахункового опору ґрунту основи R [1]. Відомо, що величина R залежить від характеристик міцності ґрунту, його питомої ваги, а також ширини і глибини закладення фундаменту, причому зі збільшенням глибини закладення потрібна ширина фундаменту зменшується.

В традиційному методі розрахунку основ і фундаментів глибину закладення підшви звичайно приймають найменшою з можливих (з забезпеченням конструктивних вимог, урахуванням величини навантаження, гідрогеологічних умов і глибини сезонного промерзання). Вибір найменшої глибини закладення обґрунтовується при цьому зменшенням обсягу земляних робіт.

Але, якщо зі збільшенням глибини закладення розмір підшви фундаменту зменшиться суттєво, то це може призвести в цілому для проектного рішення до економії матеріалів і зменшенню вартості, не дивлячись на збільшення обсягу земляних робіт і висоти фундаменту.