

Ефективність використання комплексних модифікаторів у бетонах для плит проїздної частини автодорожніх мостів

Тарас Олійник

Кафедра автомобільних шляхів, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м. Львів, вул. С. Бандери, 12.

Possibility complex modifying on a basis polycarboxilate for improving reological and phisico-mechanical properties of concrete bridge automobile road slab was shown.

Ключові слова – високофункціональні бетони, комплексні модифікатори, міцність, водонепроникність, розплив конуса, водовідділення.

I. Вступ

На сучасному етапі будівництва одною з ведучих концепцій являється системний підхід підвищення надійності будівельних конструкцій, яка охоплює всі етапи життєвого циклу будь-якої інженерної споруди, в тому числі і моста: проектування будівництва, експлуатація, проведення діагностики перед підсиленням, виконання проектних робіт по ремонту та будівництву мостів з послідовним контролем якості виконання робіт. Такий системний підхід необхідний для успішної розробки технології і вибору матеріалу для будівництва та ремонту мостових конструкцій. Так як досвід експлуатації мостів, дані вишукувань та випробувань проведених у багатьох мостовипробувальних станціях України показують, що технічний стан багатьох мостів не відповідає сучасним вимогам щодо інтенсивності руху, вантажопідйомності, безпеки, тобто вимогам експлуатаційної надійності і довговічності [1]. Одним із найбільш перспективних напрямків технічного прогресу в технології бетону є формування заданої структури цементного каменю для підвищення його стійкості та покращення комплексу експлуатаційних властивостей бетону.

II. Постановка проблеми

Аналіз конструкції моста в цілому, свідчить що мостова споруда, як правило включає елементи з різними характеристиками довговічності, а агресивні чинники, які впливають на ці елементи, є для кожного індивідуальними. Що стосується плит проїздної частини автодорожніх мостів, то саме ця частина мотової споруди найінтенсивніше піддається різним агресивним факторам як природного характеру (вода, поперемінна температурна дія), так і фізичного чи штучного характеру (стирання, тріщиноутворення, недостатня міцність) і т.п. Розглядаючи бетонування монолітних конструкцій, зокрема плит проїздної частини автодорожніх мостів, слід зауважити, що не лише ряд зовнішніх факторів негативно впливає на конструкцію, часто корінна причина завчасного руйнування мостових конструкцій закладена в матеріалі конструкції – бетоні. Використання портландцементу в мостобудівництві з застосуванням речовин та технологій для пришвидшеного твердіння приводить до формування структури цементного

каменю з підвищеною пористістю і утворенням тріщин, порушенням щеплення арматури з бетоном, підвищеною водопроникністю і рядом інших проблем. Іншими серйозними недоліками є застосування хімічних добавок на основі хлору, тонкий захисний шар арматури, що призводить до її швидкої корозії, недотримання технології бетонування та якості цементної системи. Ці проблеми та багато інших, які виникають при будівництві, можна здебільшого вирішити за допомогою комплексних модифікаторів пластифікуючої та прискорюючої дії.

III. Аналіз останніх досліджень і публікацій

За останні роки чимало уваги приділялось дослідженням з визначення регулювання параметрів системи на стадії взаємодії цементу з водою. Сучасна технологія дослідження бетону приділяє велику увагу визначенню взаємозалежності між структурою бетону і його характеристиками міцності. Істотний вплив на структуроутворення цементної системи та формування структури бетону з потрібними властивостями визначає характер модифікування продуктів гідратації цементу. Суть основної оптимізації структури і властивостей конгломератних матеріалів, до яких відноситься бетон, полягає в усуненні дефектів і неоднорідностей, оскільки самі вони є безпосередньою причиною руйнування і фізико-хімічної нестійкості, неоднорідності матеріалу. Щоб зменшити неоднорідність та дефекти, як основні умови оптимізації структури і властивостей бетонів, необхідно підвищити дисперсність твердої фази; забезпечити якомога меншу товщину прошарків, що склеюють частинки за рахунок оптимального вмісту в'язучих у дисперсному середовищі; забезпечити щільність скелету цементного каменю перевівши пори, що залишилися, в мікро- і ультрамікропори. Зазначені умови є необхідними та недостатніми для отримання максимальної щільності бездефектної структури, треба правильно визначити і знайти оптимальне співвідношення компонентів, добитись граничної однорідності їх розподілу в бетоні і виключити будь-які утворення дефектів і неоднорідностей в структурі в результаті недосконалості технологічного процесу. Забезпечити необхідний розподіл частинок при вкладанні бетону, без застосування віброущільнюючої техніки, що є трудо- та енергозатратним та надати рухливості в часі із зменшенням В/Ц можливо із застосуванням супер- та гіпрепластифікаторів. Проаналізувавши проблеми монолітного будівництва слід зауважити, що на сучасному етапі застосування

різних модифікаторів та інших добавок, сприяє створенню високоякісних та високоміцних бетонів – high performance concretes – НРС.

У бетонах високої міцності перші мікротріщини з'являються в межах 65...75% напружень руйнування, тоді як майже 75% з них можна вважати лінійними. Напруження причепності до арматурних стержнів, що отримані в балках з високоміцного бетону майже на 40% вищі ніж у балках виготовлених з бетону середньої міцності. З урахуванням високої густини таких бетонів можна прогнозувати значне підвищення їх опору агресивним середовищам і морозостійкості, застосування гіперпластифікаторів не лише зменшує кількість необхідної води ($V/C = 0,25...0,35$) але й дозволяє виготовляти бетони рідкої консистенції, це значно полегшує бетонування складних перерізів у залізобетонних конструкціях з підвищеним вмістом армування [2].

Вимоги до бетону ставляться в залежності від призначення, а також умов експлуатації, так наприклад для доріг умови є досить суворими, висока міцність, морозостійкість, ударна в'язкість, стійкість до стирання, для забезпечення таких потреб застосовують портландцементи (марок не нижче 400) з відносно не високим вмістом трьохвалентного алюмінату (не більше 10%) найменш морозостійкого мінералу клінкеру. При будівництві доріг та мостів виникає необхідність транспортувати бетонну суміш на велику відстань. Тому схоплюватись дорожній портландцемент повинен не раніше ніж через 2 години [3]. Таких результатів можна добитись і при застосуванні звичайних портландцементів додаючи комплексні модифікатори на основі полікарбоксилатів.

За останній час було проведено багато досліджень різними науковцями, [1,2,6] які намагались покращити якісні характеристики бетону із застосуванням різних суперпластифікаторів, та лише при використанні полікарбоксилатних гіперпластифікаторів дані найбільш оптимальні. Спеціалізовані розробки привели до появи нових типів полікарбоксилатних гіперпластифікаторів. Нові продукти кращі за традиційні через значне зменшення V/C , зменшення і контролю усадки. З допомогою нової технології можливо створити полімери для різних типів цементу, це також означає що кожна полімерна структура по різному себе поводить в різних цементах. За допомогою даного матеріалу можна зменшити вміст води аж на 40%, що до недавня було фантастичним адже при використанні типових пластифікаторів вдається зменшити вміст води лише на 15%. Як відомо механізм дії традиційних суперпластифікаторів пов'язаний з їхньою адсорбуючою дією на гідратних новоутвореннях (перш за все на гідро-алюмінатах), причому протяжність пластифікуючої дії забезпечується надлишком суперпластифікатора в рідкій фазі. Утворення адсорбованого шару приводить до дефлокуляції, зміну електрокінетичного потенціалу і, як наслідок, до збільшення об'єму дисперсного середовища і сили електростатичного відштовхування.

В основі полікарбоксилатів лежить інший механізм – статичне відштовхування бокових ланок адсорбованих макромолекул при відсутності ярко вираженого впливу 1-го потенціалу на пластифікуючу дію. [4]

IV. Експериментальні дослідження

Високофункціональні бетони повинні відповідати багатьом вимогам, їхня багатofакторність ставить високі вимоги при виготовленні. Для приготування бетонної суміші використовували бетонозмішувач примусової дії, оскільки лише примусове змішування дозволяє досягнути хорошої гомогенізації.

Для отримання бетонів застосовували портландцемент загально будівельного призначення ПЦ II/Б-К 400, ПЦ II/А-Ш 400 ВАТ "Миколаївцемент". В якості наповнювачів використовували тонкомелений кремнезем та алюмосилікатну золу-винесення Бурштинської ТЕС із вмістом 50-55 мас.% SiO_2 та 21-23 мас. Al_2O_3 . Для виготовлення бетонів використовували щебінь фракцій 5-10 і 10-20 мм (ДСТУ Б В.7-75-98), щебідсів, кварцовий пісок Ясинецького родовища (ДСТУ Б В.27-32-95). В якості модифікаторів використовували суперпластифікатор на нафталін формальдегідній основі С-3, гіперпластифікатор на основі полікарбоксилатів (ПКС) та прискорювачі тверднення – високорозчинні електроліти солі лужних металів.

Проведеними дослідженнями впливу суперпластифікаторів на реологічні та будівельно-технічні властивості дрібнозернистого бетону встановлено (рис.1), що розплив конуса розчинової суміші при використанні гіперпластифікатора ПКС зростає з 115 до 260 мм, в той час, як використання С-3 забезпечує розплив конусу - 210 мм при однаковому V/C .

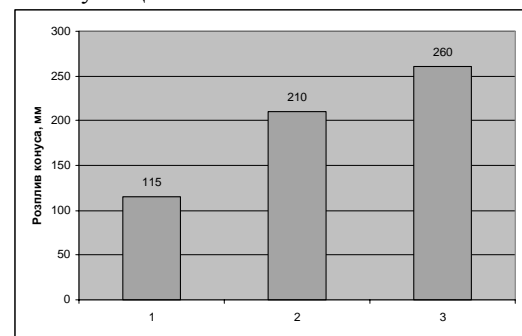


Рис.1. Вплив суперпластифікаторів різних поколінь на рухливість дрібнозернистої бетонної суміші: 1 – без добавок; 2 – 0,5% С-3; 3 – 0,5% ПКС.

Використання високорухливих бетонних сумішей при монолітному будівництві ставить додаткові вимоги до їх однорідності.

Розроблені бетонні суміші відповідають вимогам по легковкладальності Р5. Портландцементи загальнобудівельного призначення в умовах підвищеної рухливості бетонної суміші як правило характеризуються водовідділенням, що зумовлює

зростання пористості та зниження морозостійкості бетону [5].

Про вплив суперпластифікаторів на водовідділення розчинових, як і бетонних сумішей неоднозначний. Так, за даними В.Г.Батракова [5] суміші з СП порівняно з непластифікованими сумішами аналогічної рухливості характеризуються більшою зв'язністю і меншим водовідділенням. В той же час спостерігається схильність таких сумішей до розшарування. Відповідно до наших експериментальних даних при дозуванні ПК та МК водовідділення розчинових сумішей значно менше за бетонну суміш без добавок.

Згідно ДБН В.2.7-64-97 водовідділення бетонної суміші з осіданням конуса 20-22 см не більше 0,8 %. Таким чином, бетонна суміш на основі МД відповідає відповідним нормативам.

Випробування бетону на стиск, (рис.2), показало, що лише ефективні модифікуючі добавки здатні забезпечити відповідні будівельно-технічні характеристики. Слід зауважити, що у модифікованому бетоні висока як рання так і кінцева міцність.

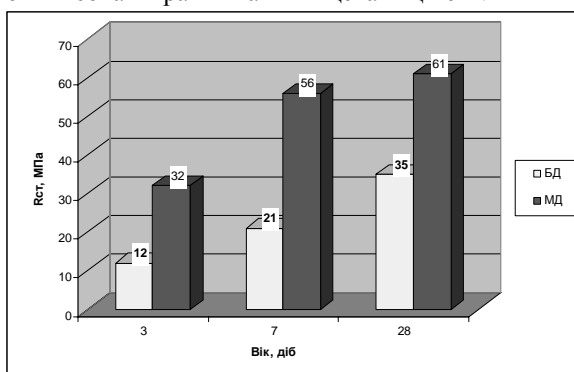


Рис.2. Границя міцності бетону при стиску

Отримані бетони відповідають класам за міцністю:

Без добавок В25

Модифікований добавками В45

При використанні 0,5 мас.% гіперпластифікатора на основі полікарбоксилатів спостерігається значне зростання міцності дрібнозернистого бетону, порівняно з бетоном без додатків.

Варто зауважити, що одним з найважливіших аспектів використання суперпластифікаторів та комплексних модифікаторів на їх основі, крім водоредуруючого і пластифікуючого ефектів, є забезпечення збереження рухливості бетонної суміші протягом тривалого часу, що дозволяє транспортувати її на далекі відстані. Особливої актуальності набувають такі суміші при будівництві мостів. Нова генерація суперпластифікаторів на основі полікарбоксилатів виконує дві функції: дефлокує портландцементну систему та стабілізує вкладальність суміші з часом. Обмеження спаду легковкладальності бетонної суміші можливе завдяки адсорбції полікарбоксилатів (стеричний ефект) на портландцементі та контролю кількості гідроксиду кальцію в розчині. Проблема стабілізації вкладальності з часом розв'язана при невеликій

витраті нових додатків та нижчій, порівняно з традиційними, водопотребі в'язучого.

В роботі проводили дослідження збереження рухливості дрібнозернистого бетону з комплексним модифікатором, до складу якого входять полікарбоксилати та прискорювачі тверднення. Для порівняння визначали також втрату рухливості цементно-піщаного розчину (Ц:П=1:3) без додатків (рис. 3).

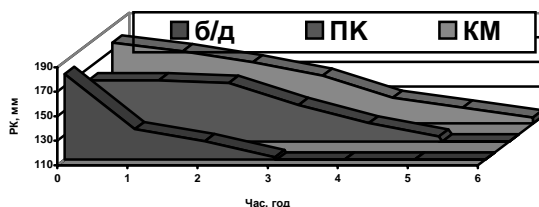


Рис. 3. Зміна рухливості дрібнозернистого бетону з часом

Як свідчать результати досліджень, введення комплексного модифікатора на основі полікарбоксилатів і електролітів дозволяє одержувати цементно-піщаний розчин, який зберігає свою рухливість до 6 год, в той час як розчин без додатків втрачає свою рухливість через 3 год (до початку тужавіння).

Важливою характеристикою бетону є його водонепроникність, яка характеризує здатність опору проходження води по капілярним порам. Висока водонепроникність означає високу морозостійкість, а це як ми вже говорили є досить важливим для мостового будівництва, оскільки вода не потрапляє в пори, не замерзає там і не руйнує бетон.

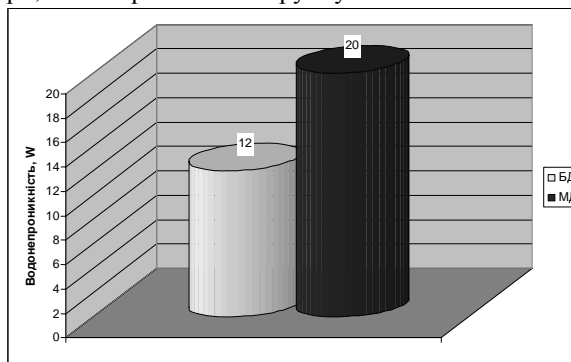


Рис.4. Водонепроникність бетону

Структура даного бетону дрібнопориста, із замкненими порами, крупний щебінь рівномірно розподілений по всьому бетону, що свідчить про якісне перемішування суміші.

Сучасний світовий підхід до виробництва довговічного та міцного бетону – це використання високоефективних багатоконпонентних модифікаторів бетонної суміші. Згідно отриманих результатів можна стверджувати, що лише сучасні високоефективні добавки здатні забезпечити високі експлуатаційні показники.

Отриманий бетон можна з гордістю назвати високофункціональним і придатним для використання при виготовленні мостових плит, оскільки відповідає всім вимогам.

ВИСНОВОК

Отримані результати після проведення досліджень будівельно-технічних властивостей бетонів показують, що застосування комплексних модифікаторів на основі гіперпластифікаторів полікарбоксилатного типу дозволяє значною мірою підвищити тривалу рухливість бетонної суміші та прискорити тверднення бетонів у віці 3 діб нормального тверднення на 50% і більше, досягнути підвищення міцності бетонів у проектному віці на 30-40%; зазначено також істотне зменшення розшаровуваності бетонної суміші на відміну від бетонів на портландцементі без модифікаторів. Модифіковані бетони характеризуються класом за міцністю В45, водопроникністю (W20), підвищеною морозостійкістю та тріщиностійкістю.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Шкуратовский А. А., Назаренко В. Б., Страхова Н. Е. (КАДИ) Долговечность и надежность мостовых конструкций // Автомобильные дороги №12, 1986. ст.11
- [2] Ратушняк Г. С., Тадеуш Ценжак, Закорчменний Л. В. Бетони високої міцності – проблеми розвитку і виготовлення // Будівництво України, 2001, №4 ст.22
- [3]http://gazenergosnab.ru/catalog/promishlennoe_stroitelstvo/zement/
- [4] В. Р. Фаликман Поликарбоксилаты: вчера, сегодня, завтра//Современные бетоны /Общая редакция – д.т.н., проф. А. Ушеров-Маршак, к.т.н., Бабаевская Т. В. – Запорожье, 2008.
- [5] Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. - М.: Технопроект, 1998. – 768 с.
- [6] Модифікатори нової генерації для бетонів / Саницький М. А. Позняк О. Р., Марущак У. Д. та ін.// Будівельні матеріали та вироби. – 2006. - №1 ст. 5 – 7