

МОДИФІКОВАНИЙ ЦЕМЕНТОБЕТОН ДЛЯ ДОРОЖНІХ ТА АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТЬ

Шевчук Г.Я.¹, к.т.н., доц., Генсецький М.П.¹, к.т.н., доц.,
Гнип О.П.², к.т.н., доц., Раєцька К.О.², аспірант

¹Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна
²Одеська Академія будівництва і архітектури, м. Одеса, Україна

Постановка проблеми. Будівництво, реконструкція та ремонт автомобільних доріг і злітно-посадкових смуг - одна з найбільших галузей будівництва, де застосовують спеціальні цементні та асфальтові дорожні бетони, що працюють в складних експлуатаційних умовах. Оскільки на сьогодні спостерігається великий дефіцит органічних в'язучих, все більшу питому вагу в мережі швидкісних та місцевих доріг займатимуть дороги з цементобетонним покриттям, які можна влаштовувати високопродуктивними сучасними комплексами і засобами малої механізації [1].

Бетон для дорожніх конструкцій часто вкладається як альтернатива асфальтобетону із-за його високої довговічності та інших переваг. Такі бетони одночасно сприймають навантаження і піддаються стиранню. Щоб відповідати усім вимогам, бетон має володіти наступними властивостями: високою міцністю на згин, стійкістю до попереминого замерзання/відтавання, опором квізанню і низьким стиранням [2, 3]. Дорожні бетони підвищеної міцності, деформативності і морозостійкості можуть бути розроблені за допомогою комплексу технологічних прийомів (проектування оптимальних складів бетону та підбору хімічних добавок, реалізації ефективних технологій приготування та вкладання бетонної суміші, догляд за бетоном).

На сучасному етапі розвитку дорожнього будівництва технологія підвищення довговічності цементобетону нерозривно пов'язана із зменшенням значень водоцементного відношення завдяки використанню суперпластифікаторів. Сучасні хімічні добавки є потужним регулятором властивостей бетонної суміші і бетону та забезпечують отримання цементобетонів з покращеними експлуатаційними властивостями.

Мета роботи полягає у модифікуванні структури розроблених складів цементобетонів для дорожніх та аеродромних покриттів за допомогою використання добавок модифікуючої дії на основі суперпластифікаторів нового покоління.

Експериментальні дослідження. В роботах багатьох вчених [4, 5] показано, що цементні бетони і, зокрема дорожні, з покращеними

експлуатаційними властивостями, можна отримати шляхом застосування цементних в'язучих високої марки та добавок суперпластифікаторів модифікуючої дії. При цьому одним з основних напрямків випробування модифікаторів є встановлення сумісності системи «добавка-цемент», що визначає необхідний алгоритм вибору добавки, який дозволяє оптимізувати рішення з огляду технологічної та економічної ефективності. Для проведення експерименту використано портландцемент ПЦ П/А-Ш 400, який відповідає європейському стандарту СЕМ П/А-S. Як встановлено попередніми дослідженнями [6], ефективними виявились добавки суперпластифікаторів на основі полікарбоксилатів, а саме, пластифікатор та повітрязахоплююча добавка-аерант фірми «Sika», які дозволяють формувати в бетоні систему умовно-замкнутих пор і, разом з тим, підвищують його морозостійкість.

Дорожні цементобетони отримували із бетонних сумішей різних складів з добавками модифікуючої дії, які вводили із водою замішування в кількості 0,5; 0,7 і 1,0 % маси цементу. Кількість добавки аеранту становила 0,1% у всіх складах бетонної суміші. За еталон при проведенні досліджень прийнято бетон без добавки модифікатора. Приготовані бетонні суміші по осадці конуса відносяться до малорухомих ($OK=2-3$ см), а кількість портландцементу складала 350-390 $кг/м^3$ бетону, що відповідає нормативним показникам при проектуванні дорожнього цементобетону. Для виготовлення бетонів застосовували пісок кварцовий з модулем зернистості 1,5 і щебінь гранітний фр. 5-10 мм та фр. 20-40 мм. Кількість води підбиралась експериментально в залежності від складу цементобетону та осадки конуса. Розроблені склади цементобетонів формували у вигляді зразків-кубів $10 \times 10 \times 10$ см та зразків-призм $10 \times 10 \times 40$ см. Результати випробувань впливу витрати цементу і кількості комплексного модифікатора на міцність бетону на стиск в різні терміни тверднення (2; 3; 7 і 28 діб) представлено на рис.1.

Як видно з рис.1, при витраті цементу 350 $кг/м^3$ міцність цементобетону без добавки у віці 2-3 доби складає 6,0-9,5 МПа, а у 28 діб - 20,6 МПа. Введення добавки модифікатора від 0,5 до 1,0 % приводить до зростання ранньої міцності (2 доби) до 8,6-9,8 МПа. Через місяць тверднення міцність таких бетонів становить 24,0-30,3 МПа. З підвищенням кількості цементу до 390 $кг/м^3$ міцність бетону без добавок у ранні терміни тверднення рівна 10,9- 15,2 МПа (рис.1), а з добавками - 12,5-19,8 МПа (0,5% добавки) і 15,0-21,2 МПа (1,0% добавки). Застосування добавок модифікуючої дії дозволяє збільшити міцність в 1,5- 2 рази у всі терміни тверднення. При такій витраті цементу можна досягнути клас бетону В30 уже при 0,5% добавки модифікатора.

ПЦ = 350 кг/м³

ПЦ = 390 кг/м³

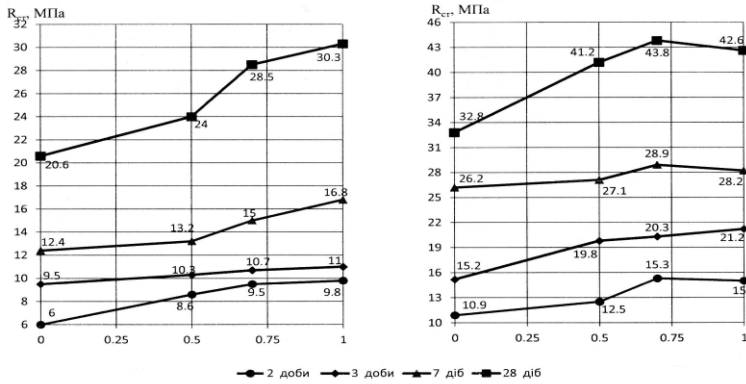


Рис. 1. Графічна залежність міцності на стиск дорожнього цементобетону від витрати портландцементу та кількості добавки модифікуючої дії

Авторами [7] встановлено, що при введенні комплексних модифікаторів прискорення процесів гідролізу алітової фази та ущільнення мікроструктури каменю досягається за рахунок стабілізації структурно-активних гексагональних пластинчастих кристалів гідроалюмінатів кальцію, що забезпечує зростання міцності цементних систем. Слід відзначити, що введення добавок модифікуючої дії забезпечує зниження водоцементного відношення з 0,43 до 0,33 у всіх складах дорожнього цементобетону.

Результати випробування міцності бетонів на розтяг при вигині, що є важливою характеристикою для дорожніх та аеродромних покриттів, також підтвердили високу ефективність використання запропонованих добавок модифікаторів. Так, міцність бетону на розтяг при вигині через 28 діб тверднення показує 4,21-4,64 МПа (0,5-1,0% модифікуючої добавки при витраті цементу 350 кг/м³) та 5,72-6,10 МПа (0,5-1,0% модифікуючої добавки при витраті цементу 390 кг/м³). Цей показник для цементобетону без добавок становить 3,80 МПа. Дослідженнями також встановлено, що використання в дорожніх цементобетонах добавки модифікуючої дії, до складу якої входить аерант, забезпечує оптимальну кількість повітряних пор в бетонній суміші (4,36-5,90%), яка необхідна для отримання високих показників міцності по морозостійкості.

Висновок. Таким чином, підбір складів бетонів для дорожніх та аеродромних покриттів і використання цементуючих систем з добавками полікарбоксилатного типу дає змогу направлено керувати

структурою бетонних сумішей, що забезпечує високі гарантовані параметри експлуатаційної надійності в умовах підвищених навантажень. Аналізуючи результати випробувань, можна стверджувати, що модифікуючі добавки дозволяють заощадити цемент ($30-85 \text{ кг/м}^3$) і отримати цементобетон для покриття доріг класу В25-В30.

Summary

The presented research on the development of concrete compositions for road and airport paving using additives modifying action.

Література

1. Солодкий С.Й., Думич І.Ю. Вплив типу основи на витривалість монолітних цементобетонних покриттів //Автошляховик України. – 2014. – № 2. – С. 23-26.
2. Шейнин А.М. Цементобетон для дорожніх и аэродромных покрытий. – М., 1991. – 150 с.
3. Гамеляк І.П., Смолянець В.В. Застосування цементобетонного покриття в дорожньому будівництві// Дорожня галузь України. – 2013. - № 6. – С.46-51.
4. Батраков В.Г. Теория и перспективы направления развития работ в области модифицирования цементных систем// Цемент. – 1999. - №5/6. – С. 14-19.
5. Эффективность использования комплексных модификаторов в дорожных бетонах/ О.Р. Позняк, М.А. Саницкий, У.Д. Марущак, Т.В. Олийнык и др. // Асфальт. – 2009. – № 2. – С. 22-34.
6. Розробка бетонів для дорожніх покриттів підвищеної довговічності з використанням добавок полікарбосилатного типу /Г.Я. Шевчук, О. М. Гуняк, О.П. Гнип, В.М. Мішин //Вісник ОДАБА. – Одеса, 2012. – Вип. 46. – С. 371-376.
Комплексні модифікатори пластифікуюче-прискорюючої дії в технології бетонів/ М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Марущак, І.І. Кіракевич //Збірник наукових праць. Сучасні технології бетону. – Вип. 72. – Київ, 2009. – С. 52-59.