

**РОЗРОБКА БЕТОНІВ ДЛЯ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ  
ПІДВИЩЕНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ  
ДОБАВОК ПОЛКАРБОКСИЛАТНОГО ТИПУ**

**Шевчук Г.Я<sup>1</sup>, Гуняк О.М.<sup>1</sup>, Гнип О.П.<sup>2</sup>, Мішин В.М.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка» м. Львів  
<sup>2</sup>Одеська державна академія будівництва і архітектури, м. Одеса*

**Постановка проблеми.** Для дорожньої галузі в умовах обмеженого фінансування якість стає життєвою необхідністю, а виконання дорожньо-будівельних ремонтних робіт на належному рівні є запорукою подовження термінів служби доріг і мостів, покращення експлуатаційного стану транспортної мережі в цілому, що дозволяє створити комфортні та безпечні умови руху.

Незважаючи на те, що зі 169 тис. км доріг загального користування тільки 2,4 тис. км мають цементобетонне покриття, на сьогодні немає чітких критеріїв щодо їх експлуатації та утримання. Більшість цементобетонних покриттів збудовано в 50-70-ті роки минулого століття, тому майже всі вони потребують ремонту. Це не тільки важлива практична задача, а й складна наукова проблема, особливо, коли йдеться про поєднання старого цементобетонного шару з новим – жорстким або нежорстким.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Найбільш довговічним дорожнім покриттям вважається цементобетонне, термін служби якого може складати 20-30 років. Довговічність таких покриттів, в значній мірі, визначається тим, наскільки властивості бетону відповідають умовам роботи бетонної конструкції.

При розв'язанні проблеми довговічності цементобетону враховують взаємозв'язок властивостей вихідних матеріалів, складу бетонної суміші, структури і властивостей бетону, технологічних факторів, експлуатаційних та природнокліматичних впливів. Тому довговічність цементобетонних покриттів має комплексний характер і включає конструктивний, технологічний та матеріалознавчий аспекти [1].

Передчасний капітальний ремонт цементобетонних покриттів зумовлений, в більшості випадків, поверхневими руйнуваннями і хаотичним тріщиноутворенням різної інтенсивності. Однією з важливих причин такого руйнування є формування недостатньо морозостійкої і міцної структури бетону[2].

Підвищення морозостійкості, і в цілому довговічності дорожніх покриттів, пов'язано з необхідністю зниження внутрішніх напруг, що виникають при поперемінному замерзанні-відтаванні бетону, а також збільшення механічного опору цементного бетону цим внутрішнім напругам, тобто підвищення міцності дорожнього бетону при розтягу. Саме таким характеристикам можуть відповідати розроблені дорожні покриття модифікованої структури.

**Метою роботи є** розробка складів цементобетонів для дорожніх покриттів підвищеної довговічності з використанням добавок полікарбоксилатного типу.

**Експериментальні дослідження.** Використання різноманітних в'язучих речовин, заповнювачів, добавок, а також технологічних прийомів дає змогу одержувати бетони з різноманітними властивостями. До таких матеріалів і належить дорожній цементобетон, який характеризується підвищеною економічністю, довговічністю при достатньо високих показниках міцності. Це забезпечує можливість застосування його під час зведення споруд широкої номенклатури, мостового і дорожнього будівництва. Виготовлення цих бетонів потребує застосування високоякісних модифікуючих добавок. До них відносяться суперпластифікатори третього покоління полікарбоксилатного типу на основі, так званих розкислювачів води. Ці добавки відрізняються дуже невеликими дозуваннями при значному ефекті дії. Вони представляють собою композицію матеріалів на основі сучасних полімерів, що дозволяє отримати необхідний ефект з різними видами цементів і заповнювачів. Тому їх можна застосовувати для бетонів різних класів по міцності в дорожніх покриттях.

Цементобетон з добавками модифікаторами можна рекомендувати як альтернативу асфальтобетону для будівництва дорожніх покриттів, які одночасно сприймають навантаження і піддаються стиранню. При проектуванні і випробуванні дорожніх бетонів необхідно дотримуватись ще й наступних вимог: витрата цементу 350-400 кг/м<sup>3</sup> бетону; витрата заповнювачів: пісок – 32 %; щебінь фр 5-10 мм – 28 %; фр 20-40 мм – 40 %; рухливість бетонної суміші – 2-4 см; водоцементне відношення В/Ц=0,4; міцність бетону на стиск у віці 28 діб – 42,5 МПа; морозостійкість – F150; водонепроникність – W 8; стирання – T 5,5.

Склад бетонної суміші є визначальним фактором при виконанні вищевказаних вимог. Роботами вчених [3,4,5] встановлено, що такі цементобетони можна отримати шляхом застосування високоякісних цементів марки 400 або 500 та добавок модифікаторів. В даній роботі використано портландцемент М400 (ПЦ II/A-III 400), пісок кварцовий з модулем зернистості 1,3 та щебінь гранітний фр. 5-10 і 20-40 мм. Як

встановлено попередніми дослідженнями [6], ефективними в дорожніх покриттях виявились добавки суперпластифікатори на основі полікарбоксилатів, і зокрема, пластифікатор Sika BV 3M та повітрязахоплююча добавка Sika Mix Plus.

В процесі проведення експерименту цементобетони отримували із бетонних сумішей різних складів, як з добавками суперпластифікатора, так і без них. Добавку Sika BV 3M вводили в кількості 0,6 % маси цементу, і вона була постійною для всіх складів бетону, а Sika Mix Plus – в кількості 0,05; 0,07 і 0,10 % маси цементу. За еталон, при проведенні досліджень, прийнято цементобетон без добавки. Кількість портландцементу у всіх складах бетону коливалась від 350 до 390 кг/м<sup>3</sup>. Приготовані бетонні суміші відносяться до малорухомих (P1). Кількість води змінювалась в залежності від складу бетону при досягненні осадки конуса 2-3 см. Результати досліджень по впливу витрати цементу і добавки полікарбоксилатного типу на властивості дорожнього цементобетону наведені в табл. 1.

Як видно із результатів випробувань (табл.1), при витраті цементу 350 кг/м<sup>3</sup> (склад № 1) міцність цементобетону у віці 3-7 діб складає 10,1-15,2 МПа, а до 28 діб вона зростає до 26,9 МПа. Введення добавки Sika Mix Plus від 0,05 до 0,07 % (склад №3 і 4) приводить до підвищення ранньої міцності (через 3 доби) до 14,8 – 15,7 МПа. У місячному віці тверднення міцність таких бетонів становить 29,8 – 32,7 МПа (клас бетону B20-B25). Збільшення повітрязахоплюючої добавки до 0,10 %, при 0,6 % добавки Sika BV 3M, дещо знижує міцність у всі терміни тверднення, тому підвищення кількості добавки Sika Mix Plus більше 0,10 % є недоцільним.

При подальшому збільшенні витрати цементу до 370 кг/м<sup>3</sup> (склад №5) спостерігається зростання міцності. Так, цементобетон у віці 3–28 діб досягає міцності 12,3-27,6 МПа. Встановлено, що добавки полікарбоксилати приводять до підвищення міцності у всі терміни тверднення, а у віці 28 діб дозволяють отримати цементобетони з міцністю 32,4-34,6 МПа (склад № 8 і 9), що відповідає класу бетону B25.

При витраті цементу 390 кг/м<sup>3</sup> (склад №11) міцність цементобетону без добавок у всі терміни тверднення зростає не суттєво (табл.1), порівняно із бетоном при витраті портландцементу 370 кг/м<sup>3</sup>. Застосування добавок полікарбоксилатного типу (склад № 13-15) дозволяє збільшити міцність у всі терміни тверднення та знизити водоцементне відношення з 0,45 до 0,40. При такій витраті цементу можна досягнути марки цементобетону M400 (склад № 14). При витраті цементу 390 кг/м<sup>3</sup> і модифікуючої добавки 0,05 % Sika Mix Plus +0,6 % Sika BV 3M міцність цементобетону у віці 28 діб рівна 34,8 МПа, що практично рів-

ноцінно міцності (34,6 МПа) такого ж бетону, але з витратою цементу 370 кг/м<sup>3</sup> (склад № 9). Слід зазначити, що збільшення кількості добавки Sika Mix Plus до 0,10%, незалежно від витрати цементу, приводить до деякого зниження міцності бетону у всі терміни тверднення, тому оптимальним можна вважати кількість повітрязахоплюючої добавки Sika Mix Plus 0,05 – 0,07 % маси цементу.

Таблиця 1

Вплив витрати цементу і добавки полікарбосилатного типу на властивості цементобетону (ПЦ П/А-Ш 400, зразки-куби 10x10x10 см)

Склад бетону	Кількість добавки, % маси цементу		В/Ц	ОК, см	Міцність на стиск, МПа, через, діб				ρ <sub>бет,3</sub> кг/м <sup>3</sup>
	Sika Mix Plus	Sika BV 3M			3	7	28	60	
Витрата цементу – 350 кг/м <sup>3</sup>									
1	-	-	0,50	3,0	10,1	15,2	26,9	32,9	2345
2	-	0,6	0,47	3,0	13,0	18,8	28,9	38,8	2350
3	0,05	0,6	0,45	2,5	14,8	20,4	29,8	39,5	2390
4	0,07	0,6	0,45	2,5	15,7	21,2	32,7	40,4	2410
5	0,10	0,6	0,44	3,0	15,0	20,6	30,0	39,8	2460
Витрата цементу – 370 кг/м <sup>3</sup>									
6	-	-	0,50	3,0	12,3	17,0	27,6	33,7	2390
7	-	0,6	0,46	2,5	14,2	20,7	29,1	39,2	2397
8	0,05	0,6	0,44	3,0	15,6	22,0	32,4	32,5	2405
9	0,07	0,6	0,43	2,5	16,8	24,6	34,6	42,5	2440
10	0,10	0,6	0,40	2,5	15,4	23,1	33,0	40,8	2465
Витрата цементу – 390 кг/м <sup>3</sup>									
11	-	-	0,50	3,0	15,5	20,5	30,7	36,8	2425
12	-	0,6	0,44	3,0	16,5	23,4	32,3	42,3	2435
13	0,05	0,6	0,43	3,0	17,8	25,0	34,8	44,9	2440
14	0,07	0,6	0,40	2,5	19,0	27,2	39,3	47,4	2480
15	0,10	0,6	0,40	2,5	18,1	26,8	38,0	45,5	2495

В результаті проведених досліджень встановлено, що цементобетони з добавками полікарбоксилатного типу підвищують свою міцність і до 60 діб тверднення (табл. 1). Показано, що всі склади цих бетонів з добавками досягнули класу В30. Механізм дії суперпластифікаторів нової генерації на основі полікарбоксилатів на відміну від звичайних суперпластифікаторів, як наведено в роботі [7], досягається за рахунок стеричного ефекту, який полягає в тому, що довгі ланцюги полімерів перешкоджають зближенню цементних зерен.

Густина цементобетону є важливою характеристикою, що в значній мірі, визначає міцність, непроникність і довговічність цементобетонного покриття. Як свідчать дані досліджень (табл. 1), цей показник збільшується при зниженні водоцементного відношення бетонної суміші, тобто при використанні добавки модифікатора.

### ***Висновки***

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що при застосуванні портландцементу М400, а саме ПЦ II/A-Ш 400 з добавками полікарбоксилатів, досягнуто зниження водоцементного відношення при однаковій рухливості бетонної суміші, підвищення міцності цементобетону у всі терміни тверднення. Поліфункціональний характер модифікуючої добавки дозволяє отримати бетони класу В25-В30 у віці 28-60 діб. Ця міцність достатня для виготовлення дорожніх покриттів жорсткого типу доріг вищої категорії.

### **Summary**

As a result of experimental studies found that the application of Portland cement M400, namely PC II / A-Z 400 with additives polikarboksylativ, to decrease vodotsementnoho relation with the same mobility of the concrete mix, increase the strength of cement-concrete in terms of curing all. Multifunctional nature of the modifying additives provides a concrete class B25-B30 at the age of 28-60 days. This strength is sufficient for the manufacture of road coverings such as hard roads of higher category.

## *Література*

1. Вплив комплексної добавки на особливості твердіння і властивості цементобетону для покриття доріг / В.В. Чистяков, А.Г. Шургал, Н.П. Чиженко, В.П. Сербін та ін. // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. - № 39. – 2011. – С. 122-126.
2. Шейнин А.М. Цементобетон для дорожних и аэродромных покрытий. – М., 1991. – 150 с.
3. Эффективность использования комплексных модификаторов в дорожных бетонах / О.Р. Позняк, М.А. Саницкий, У.Д. Марущак, Т.В. Олійник и др. // Асфальт. – 2009. - № 2. – С. 22-34.
4. Саницкий М.А., Позняк О.Р., Олійник Т.В.. Модифіковані бетони для прогресивних дорожньо-будівельних технологій // Науково-технічний збірник НТУ «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво». – Київ, 2008. – Вип. 75. – С. 147-150.
5. Марків Т.Є., Новосад П.В., Новосад О.П., Саїв І.В. Модифіковані бетони з поліпшеними експлуатаційними властивостями // Вісник НУ «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва. – Львів, 2010. - № 664. – С. 93-97.
6. Шевчук Г.Я., Топилко Н.І., Гнип О.П., Омельчук О.В. Цементобетони з комплексними добавками для дорожнього покриття //Науковий вісник НЛТУ України. – Львів, 2011. – Вип. 21.10. – С. 153-158.
7. Позняк О.Р.Мазурак О.Т., Марущак У.Д. Особливості процесів гідратації технологічних систем з модифікаторами на основі полікарбоксилатів // Вісник НУ «Львівська політехніка». Хімія, технологія речовин та їх застосування. - Львів, 2008. - № 609. – С. 310-314.