

Чистяков В.В., д-р техн. наук, **Шургая А.Г.**, **Дорошенко Ю.М.**, канд.техн.наук, **Чиженко Н.П.**, **Сербін В.П.**, д-р техн. наук, **Дорошенко О.Ю.**, канд.техн.наук

ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОЇ ДОБАВКИ НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ І ВЛАСТИВОСТІ ЦЕМЕНТОБЕТОНУ ДЛЯ ПОКРИТТЯ ДОРІГ

Сучасні конструкції автомобільних доріг і технології їх будівництва засновані на двох альтернативних, конкуруючих типах дорожнього покриття – асфальтобетоном і цементобетоном. При цьому теорія і практика переконливо показують, що при будь – яких кліматичних умовах, інтенсивності і складі руху цементобетонні покриття є найбільш довговічними.

Фактичний термін служби цементобетонних покриттів в США в середньому 26 років, асфальтобетонних – 16 років, в Німеччині, відповідно - 26 років і 18 років. За кордоном ставиться задача, яку реально можна виконати: забезпечити термін служби цементобетонних покриттів 50 років і більше. Вказані типи покриттів відрізняються по кінетиці руйнування. Інтенсивність руйнування асфальтобетонних покриттів значно збільшується вже після 5 років експлуатації, цементобетонних – після 20 років. Доречно згадати, що мережі автомобільних доріг в США і в Європі створювалися саме на основі цементобетонних покриттів. В Казахстані покриття автомагістралей будують із цементобетону. В розвинутих країнах сьогодні на практиці дотримуються приблизного пріоритету у співвідношенні між цементобетонним і асфальтобетонним покриттям у загальному об'ємі доріг, що будуються, приблизно, 50:50.

В Росії проектний термін служби цементобетонних покриттів складає 20 – 25 років, асфальтобетонних – 16 – 20 років. Для цементобетонних покриттів фактичний термін служби відповідав даним цифрам або і перевищував. В той час фактичний термін служби асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг в Росії складає, по даним РосдорНІІ, 5 – 8 років, по даним Росавтодору – ще менше - 2 роки, Укравтодору 2-3 роки. У зв'язку з цим будівництво доріг з цементобетонним покриттям є актуальним питанням. Вартість будівництва дорожнього одягу з цементобетонним покриттям зазвичай співпадає з асфальтобетонними. Саме завдяки будівництву довговічних цементобетонних

покриттів можливо вирішити проблему, коли кошти виділяються не на будівництво нових, а на ремонт нещодавно збудованих доріг з асфальтобетонним покриттям [1].

Особливістю технологій будівництва цементобетонних покриттів є використання бетоноукладальників з високочастотним вібраторами, що дозволяє використовувати суміші з рухомістю П1 або жорсткістю Ж1. Перевагою таких сумішей є підвищена морозостійкість, менша схильність до розшарування, а також більш інтенсивний набір міцності.

В 60 – х роках при будівництві цементобетонних покриттів, для отримання заданих характеристик бетонних сумішей В/Ц дорожнього бетону складало 0,5 – 0,55 [2]. Для досягнення проектної марки бетону з таким В/Ц необхідна була велика кількість цементу (550 – 650 кг/ м³), що в сучасних умовах є економічно недоцільним. Зменшити витрати цементу в дорожньому бетоні вдалося за рахунок впровадження пластифікаторів, що зменшують кількість води зачिनення. Впровадження пластифікаторів дало можливість зменшити витрати цементу на 5 – 12 %.

На початку 80 – х роках в дорожньому бетоні активно почалось впровадження нових пластифікуючих добавок – суперпластифікаторів. Це дало можливість зменшити кількість цементу до 20 %.

В 90 – х роках з'явилися суперпластифікатори нового покоління (полікарбоксилати, акрилати). Механізм дії полікарбоксилатів базується на тих самих принципах, що і дія пластифікаторів та суперпластифікаторів. Відмінність нових добавок полягає у наявності в структурі полімерних молекул великої кількості бокових ланцюгів, що дозволяє покращити диспергуючу здатність, навіть при невеликій концентрації.

Одним із досягнень останніх років в технології дорожніх бетонів є використання бетонів класу В40. Прикладом цього є реконструкція автомобільної дороги Київ – Ковель та об'їзної дороги міста Житомир, де верхній шар дорожнього одягу збудований з цементного бетону класу В40. До 2004 року для будівництва таких доріг на Україні використовували бетон класу В25. Збільшення класу бетону, що застосовується в якості дорожнього одягу, обумовлено зростанням інтенсивності руху, а також навантаженням на вісь вантажного автомобіля. Отримання дорожніх бетонів класів В40 і вище забезпечується при використанні вітчизняних матеріалів, за рахунок зниження водоцементного відношення (В/Ц) до величини 0,28 – 0,35 і використанні

комплексних хімічних добавок (повітрявтягуючих добавок і суперпластифікаторів).

Метою нашої роботи є дослідження впливу комплексної добавки на цементобетон для покриття доріг, яка була розроблена в лабораторії Мостозагону – 112 в м. Бровари.

Комплексна добавка є модифікованою комплексною добавкою. До її складу входить: суперпластифікатор, гідрофобізатор та аерант. Завдяки направленому підбору компонентів і їх співвідношенню комплексна добавка забезпечує підвищення життєздатності бетонної суміші (240 хвилин), а також суттєве зростання показників міцності, водонепроникливості та морозостійкості бетону. Різниця від комплексної добавки (патент № 42633) полягає у наявності аеранта. Аерант вводиться з метою регулювання кількості залученого повітря. Для верхнього шару дорожнього одягу з цементобетону кількість залученого повітря повинно складати 5...7 % від об'єму [3].

Для дослідження особливостей процесів твердіння цементу і бетону застосовувався метод акустичного резонансу дисперсних структур, розроблений І.Г. Гранковським [4]. Даний метод дозволяє отримати кількісні характеристики зміни пружних властивостей цементно-водної дисперсії (зміна пластичної міцності). Ця характеристика визначається за результатами вимірювань частоти резонансу $\omega_{рез}$, рис.1. [4]. Амплітуда резонансу дає можливість фіксувати диспергаційні або агрегаційні процеси твердіючої системи [4-7].

Після замішування цементу фіксується суттєве підвищення амплітуди резонансу $A_{рез}$, що свідчить про диспергацію похідних частинок цементу. Цей процес відбувається на протязі 60 хв.

Надалі в цементній системі фіксуються агрегаційні (конденсаційні) процеси – зменшення $A_{рез}$. При досягненні мінімального значення $A_{рез}$ на кривій $\omega_{рез}$ фіксується різкий спад пружних властивостей. Це обумовлено вивільненням частини ($\approx 15\%$) раніше звільненої гідратними новоутвореннями води [4-6]. Надалі фіксується поступове зростання дисперсності твердіючої системи (крива $A_{рез}$) з одночасним підвищенням пружності цементно – водної дисперсії (крива $\omega_{рез}$).

Наведені вище процеси відбуваються до початку тужавлення цементно – водної дисперсії. На цьому етапі формується матриця майбутньої

конденсаційно- кристалізаційної структури – носія міцності цементного каменю і бетону.

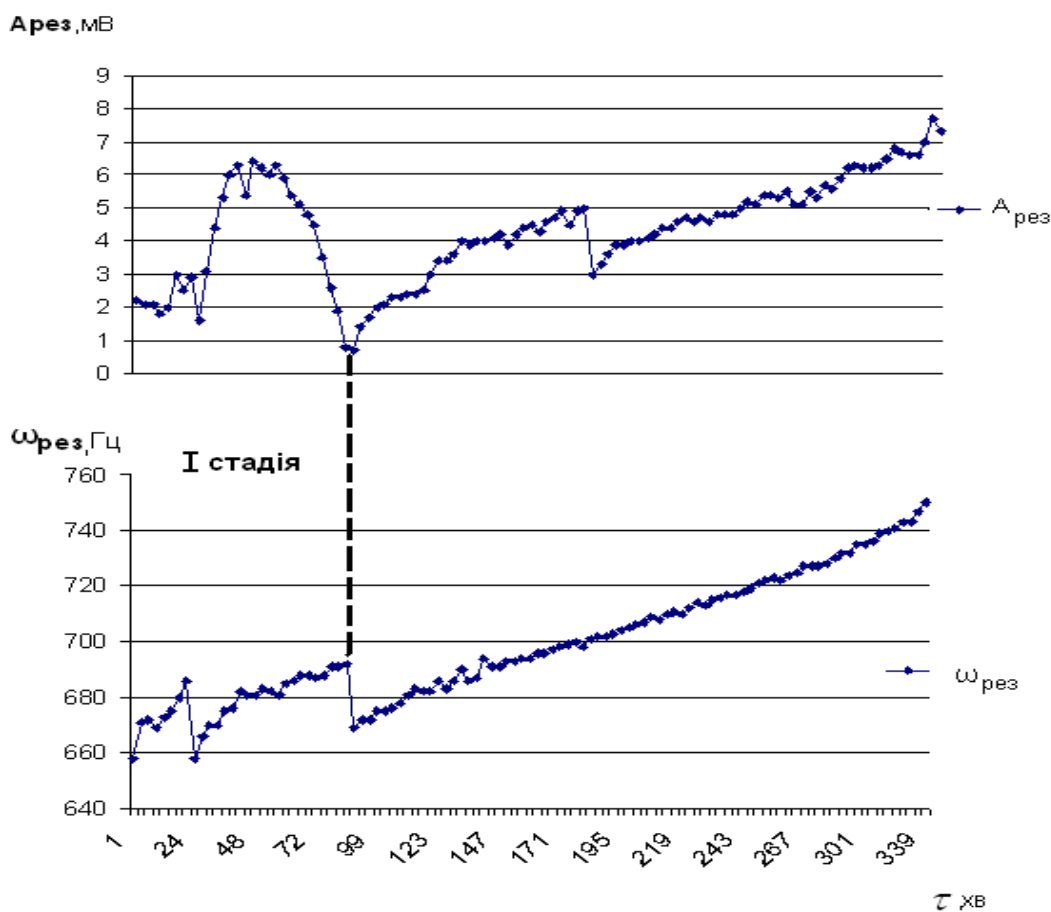


Рис.1 Криві кінетики структуроутворення цементно-водної дисперсії з комплексною добавкою (В/Ц=0,216)

На рис. 2 наведено результати диференційно – термічного аналізу (ДТА) цементного каменю контрольного складу і з комплексною добавкою.

Модифікований комплексною добавкою склад характеризується сповільненням процесів гідратації цементу. Через одну добу кількість зв'язної гідратами води становить 14,8 % (контрольний склад) і 15,6 % (з комплексною добавкою). Через 28 діб, відповідно, 22,6 % і 19,6 %.

Незважаючи на зменшену ступінь гідратації (на 14 %) після 28 діб тверднення, модифікований комплексною добавкою бетон характеризується підвищеною міцністю на стиск (+15-20 %). Слід додатково зазначити, що у модифікованому складі бетону вміст цементу в 1 м³ бетону на 20 кг менше.

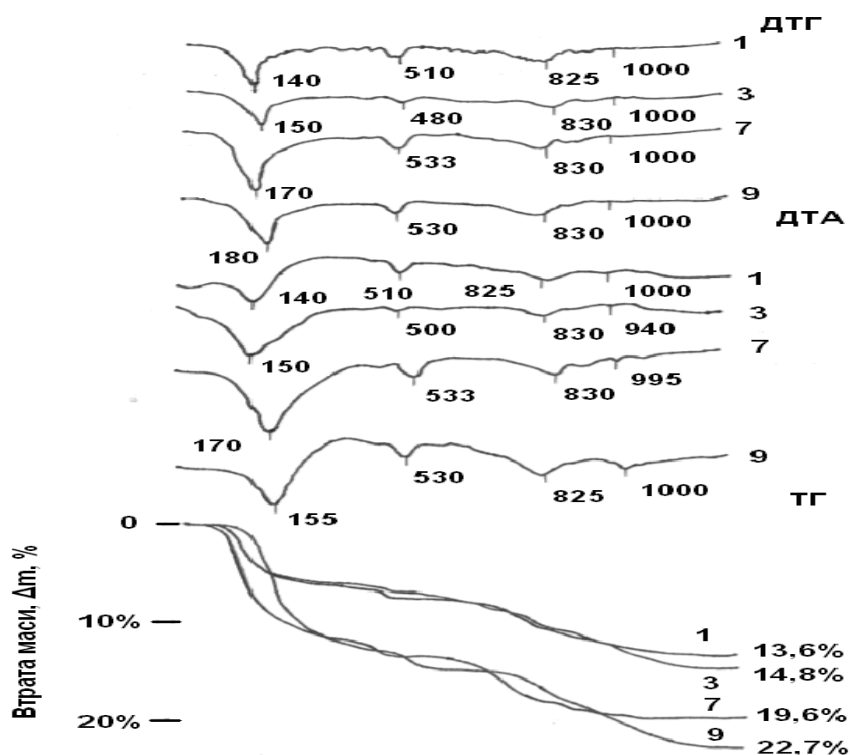


Рис. 2 Криві ДТГ, ДТА, ТГ цементного каменю. Контрольний склад (1,3), склад №2 з добавкою (7,9). 1 доба (1,2), 28 діб (7,9)

Вплив запропонованої комплексної добавки визначався на сумішах з однаковою осадкою конусу 3 - 4 см. В усіх бетонних сумішах використовували щебінь Малинського кар'єру, дніпровський пісок із модулем крупності 1,41 та цемент Балаклеївського заводу марки ПЦ - I - 500 Н. Зразки цементобетону (10*10*10) тверділи в нормальних умовах.

З отриманих даних (табл. 1) видно, що при оптимальній витраті цементу - 350 кг/м³ і даної комплексної добавки - 1,0 % від маси цементу, при заощадженні цементу \approx 20 кг/м³, можливо отримати цементний бетон для покриття доріг класу В35 - В45. Слід зауважити, що дані результати отримані при осадці конусу 3 - 4 см. При зменшенні осадки конусу від 4 до 1 см, марка бетону збільшиться ще на 5-10 %, а при зміні співвідношення щебінь/пісок - міцність збільшиться на 8 - 12 %. Дослідження по визначенні морозостійкості по прискореному методу [8], що проведені у ДерждорНДІ ім.Шульгіна під керівництвом к.т.н. Харченко С.З., показали марку F300.

Марка цементобетону з даною комплексною добавкою по водонепроникливості, яка визначалася згідно [9], відповідала W12.

Дана комплексна добавка є універсальною, її можна застосовувати як в дорожньому, в мостовому і промислово-цивільному будівництві.

Таблиця 1 – Склад сумішей та результати випробовувань

№ складу ц/б	Ц, кг/м ³	П, кг/м ³	Щ ₅₋₁₀ , кг/м ³	Щ ₁₀₋₂₀ , кг/м ³	В, л/м ³	Добавка від маси цементу	В/Ц	Кількість повітря, % (через 30 хв.)	Міцність при стиску, МПа через діб	
									7	28
1	350	741	343	801	165	-	0,471		34,3	45,1
2	325	598	541	816	146	0,9	0,432	4,36	38,54	46,41
	350	586	541	816	143		0,393	4,75	44,07	50,32
	375	578	541	816	138		0,354	5,00	44,62	53,28
3	325	598	541	816	141	1,0	0,417	5,15	40,84	46,76
	350	586	541	816	138		0,380	5,64	44,92	51,37
	375	560	541	816	133		0,342	6,00	47,96	55,19
4	325	608	541	816	137	1,1	0,404	5,47	42,37	50,57
	350	610	541	816	133		0,366	5,91	44,72	51,62
	375	603	541	816	128		0,328	6,54	45,95	53,39

Література

1. Шейнин А.М., Эккель С.В. Зеленый свет цементобетонным покрытиям // Автомобильные дороги. – 2010 - № 2. С. 42 – 44.
2. Иванов Ф.М.. Цементный бетон.- М.: Автотрансиздат, 1957. – 32 с.
3. ВБН В.2.3. – 218 – 008 – 97. Проектування і будівництво жорстких та с жорсткими прошарками дорожніх одягів. – К.: - Укравтодор. – 1998. – 218 с.
4. Гранковский И.Г. Структурообразование в минеральных вяжущих системах.- Киев: Наукова думка, 1984, 299 с.
5. Чистяков В.В., Дорошенко Ю.М., Гранковский И.Г. Интенсификация твердения бетона.- Киев: Будівельник, 1988. – 118 с.
6. Гранковский И.Г., Чистяков В.В. Особенности гидратации и структурообразования портландцемента на ранних стадиях. // Журн. прикл. химии, - 1991. – Т. 54 № 1, с.15-20.
7. Чистяков В.В., Гранковский И.Г., Гоц В.Н.Формирование структуры твердения шлакощелочного вяжущего. // Журн. прикл. химии. – 1986. - Т. 59 № 3, с. 590-595.
8. ГОСТ 10060-95 Бетоны. Методы определения морозостойкости.
9. ГОСТ 12730.5-84 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости.