

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЦЕМЕНТОБЕТОНУ ДЛЯ ПОКРИТТЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Стьожка В.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, styozhka@ukr.net, orcid.org/0000-0002-5039-9852

Борковський П.П., Національний транспортний університет, Київ, Україна, utgs@ukr.net, orcid.org/0000-0003-4029-7832

IMPROVING THE DURABILITY OF CEMENT CONCRETE TO COVER ROADS

Stozhka V.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, styozhka@ukr.net, orcid.org/0000-0002-5039-9852

Borkowski P.P., National Transport University, Kyiv, Ukraine, utgs@ukr.net, orcid.org/0000-0003-4029-7832

УЛУЧШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА ДЛЯ ПОКРЫТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Стежка В.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, styozhka@ukr.net, orcid.org/0000-0002-5039-9852

Борковский П.П., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, utgs@ukr.net, orcid.org/0000-0003-4029-7832

Вступ. Враховуючи постійний ріст навантажень і швидкості, загальної вантажопідйомності автомобілів і їх кількості виникає потреба у будівництві нових доріг і зберіганні існуючих доріг. Осьові навантаження (11,5 – 13,0 т) стають фактично стандартами, тоді як раніш побудовані дороги були спроектовані у розрахунку на 6 – 10 т. Пропуск машин з більш високою вантажопідйомністю призводить до підвищеного зносу і руйнування доріг. Вирішувати ці проблеми можливо за рахунок будівництва доріг з цементобетонним покриттям, які мають переваги:

- високу міцність цементобетону (в 5-7 разів) і загальну жорсткість покриття у порівнянні з асфальтобетоном;
- значну довговічність цементобетону (строки роботи до капремонту – 40 – 50 років);
- нарощування міцності цементобетону у часі за рахунок поглиблення гідратації цементу;
- високу корозійну стійкість, морозостійкість і водонепроникність при застосуванні сучасних хімічних добавок;
- стабільність деформативних властивостей при дії температури навколишнього середовища;
- здатність суттєво полегшити роботу ґрунтового шару дорожнього одягу при проїзді важкого транспорту;
- необхідність досить доступного обладнання для швидкісного будівництва бетонного покриття з високими показниками рівності;
- досить стабільний показник коефіцієнта зчеплення цементобетонного покриття з колесами автомобіля і слабкою залежністю його від ступеня зволоження;
- більш низькі витрати на експлуатацію (покриття майже не потребує утримання, крім догляду за швами);
- здатність бетонної плити розподіляти навантаження від транспортних засобів на велику площу дозволяє використовувати її при будівництві на слабких ґрунтах, на дорогах, матеріал основи яких має незначний модуль деформації, на високих насипах;
- підвищена безпека руху за рахунок кращих кольорових показників видимості поверхні під час поганих умов проїзду (число ДТП на 32% менше у порівнянні з асфальтобетоном);
- нові технологічні рішення забезпечують зменшенні ціни цементобетонного покриття, що довгий час було аргументом на користь асфальтобетону.

До основних дефектів цементобетонного покриття відносять: лушення; необхідність герметизації швів; руйнування кромки; зміщення по висоті плит, що знаходяться поряд. Але ці дефекти не вказують на недоліки цементобетону, як будівельного матеріалу для дорожнього

покриття. Головними причинами появи дефектів є відставання в області матеріалів, технологій, методів проектування, культури виробництва. Досвід Франції, Німеччини, Бельгії, Великобританії, Австрії та інших держав показав, що якщо вартість бетонних покриттів трохи вище або дорівнює асфальтобетонним, то з точки зору довговічності та експлуатації більш економічними є цементобетонні покриття доріг.

Постановка проблеми. Особливий вплив на властивості цементобетонного покриття має застосування спеціальних цементів. В Україні майже відсутні необхідні види і марки дорожнього цементу, тому дослідження і застосування існуючих в'язучих з ефективними добавками є актуальною проблемою, рішення якої дозволить розширити номенклатуру цементних в'язучих для дорожнього будівництва, підвищити довговічність і стійкість цементобетонного покриття доріг, мостів і аеродромів, а також вирішувати питання безпеки руху. Для цього можливо використовувати хімічні добавки, що кольматують пори, надають поверхні бетону гідрофобізуючі властивості, втягують в бетонну суміш повітря. Базуючись на сучасних уявленнях фізико-хімії поверхневих процесів, можна зробити висновок, що введення в бетонну суміш малої кількості кремнійорганічних речовин разом з водою зачинення, дасть можливість значно покращити довговічність і стійкість проти одночасно діючих на бетон агресивних факторів і зовнішнього навантаження. На морозостійкість, корозійну стійкість і довговічність цементобетону дорожнього покриття великий вплив має характер загальної пористості бетону, розмір окремих пор, їхня форма і взаємний зв'язок між ними. Ці фактори змінюються в процесі твердіння цементобетону та його експлуатації. Впливати на ці характеристики можна хімічним і фізичним методами.

Добавки, що модифікують цементний бетон покриття доріг, повинні задовольняти певним вимогам:

- хімічні добавки, що підвищують водостійкість, морозостійкість і корозійну стійкість, повинні бути досить ефективними для того, щоб при малих дозах вони знижували капілярне підсмоктування, водопоглинання і підвищували водонепроникність бетонів дорожніх покриттів;
- дія добавок повинна бути довготривалою;
- добавки, віддзовані в оптимальній кількості і концентрації, не повинні негативно впливати на інші властивості цементобетонного покриття доріг;
- добавки повинні бути нетоксичними, доступними та економічно доцільними, а їх використання в дорожньому будівництві має бути простим, технологічним і обґрунтованим [1,2].

Добавки, що підвищують водостійкість, морозостійкість і корозійну стійкість цементобетонних покриттів можна розділити таким чином: тонкомолоті, з гідравлічними властивостями або властивостями колоїдних речовин; добавки, що підвищують гідрофобність бетонів дорожніх покриттів; полімерні і добавки, що полімеризуються в бетоні; солі неорганічних кислот, що прискорюють процеси гідратації і структуроутворення цементного каменю дорожніх бетонів [3,4]. Для підвищення стійкості і витривалості цементобетону покриття доріг за кордоном, в країнах СНД і Україні широко використовують модифіковані поверхнево-активні домішки (СНВ, ССБ, СДБ, КБМ та інші.). Деякі з них є досить ефективними при втягуванні в бетонну суміш додаткової кількості повітря (3-5%). Однак кожен відсоток втягнутого в бетон повітря знижує міцність бетону при стиску на 4...6%, на розтягання при вигині – на 2...4%, що призводить до зниження несучої здатності покриття доріг.

Виникла потреба в таких добавках для бетонного покриття доріг, що не знижують його фізико-механічних властивостей, підвищують стійкість проти агресивного впливу розчинів хлористих солей, а також морозу, висихання і зволоження. Дослідження, виконані в останні роки показують, що добавки кремнійорганічних сполук (КОС) дуже ефективні, дозволяють істотно підвищити водостійкість і водонепроникність, морозо- і корозійну стійкість бетону при багаторазовому заморожуванні і відтаванні в агресивних розчинах без зниження фізико-механічних властивостей. Найширше застосування в дорожньому будівництві знайшли добавки КОС поліетилгідросилоксанового типу (ГКЖ-94); метилсиліконат натрію (ГКЖ-10); етилсиліконат натрію (ГКЖ-11). На практиці застосовувана кількість КОС у вигляді добавок коливається в дуже широких межах: від 0,01 – 1% до 1 – 5%, що вимагає уточнення їх оптимальної витрати. До загальних недоліків КОС відносять їхні порівняно високу вартість, дефіцитність для будівельної індустрії України. У той же час аналіз стану виробництва КОС показав, що при їх одержанні утворюються побічні продукти, що не знаходять практичного застосування в дорожньому будівництві. Являє науковий і практичний інтерес проведення дослідницьких робіт, спрямованих на виявлення і використання суміші кремнійорганічних речовин. Орієнтовні розрахунки показують, що їх вартість може буде дешевше, ніж чистих кремнійорганічних сполук. Їхнє застосування в дорожньому

будівництві дозволить розширити асортимент КОС; сприяти одержанню ефективних, довговічних модифікованих цементобетонних покриттів доріг; вирішувати актуальні проблеми поліпшення екологічного стану в регіонах промислового виробництва КОС в Україні (Дніпропетровська і Запорізька області).

Мета роботи. Мета роботи полягає у покращенні довговічності цементобетону для покриття автомобільних доріг за рахунок використання гідрофобних добавок.

Об'єктом дослідження є цементний бетон для покриття автомобільних доріг (класу за міцністю при стиску В35 (М 450); при згині – В_ч 4,4; морозостійкість бетону F 200.

Основна частина.

З метою покращення фізико-механічних показників цементобетонного покриття доріг (підвищення міцності, морозостійкості, зниження водопроникності) в даній роботі досліджувався вплив гідрофобізуючих добавок на властивості бетону. У дослідженнях використовували три види (КОС): поліетилгідросилоксан ГКЖ-94 (газоутворююча) /ДСТ 10834/; етилсиліконат натрію ГКЖ-10 (повітрявтягуюча) /МРТУ 6-02-271/; поліметилгідридсилоксан 136-157М (газоутворюючий та повітрявтягуючий полімер) /ТУ 6-02-6/. Перші дві КОС широко відомі, як добавки в бетон, тоді як третя – 136-157М лише недавно була використана для модифікації в'язучих. До цього ця кремнійорганічна сполука застосовувалася лише для поверхневої обробки керамічних, ситалових, шлакоситалових і цементобетонних матеріалів. Вона відзначається тим, що її проникність в щільні матеріали вище (до 5 мм у бетон), гідрофобність зберігається довше, ефект від її застосування більший за рахунок газоутворення і повітрявтягування в бетонну суміш при перемішуванні.

В якості в'язучого для проведення досліджень використовувався цемент ПЦ-1-500 Н Здолбунівського цементного заводу. В якості крупного заповнювача використовувався гранітний щебінь Малинського КДЗ, крупністю від 10 до 20 мм. В якості дрібного заповнювача використовувався пісок річковий, дніпровський. Ефективність дії добавки визначалась на зразках (4x4x16 см) дрібнозернистого бетону складу 1:3. Результати досліджень ефективності дії добавок приведені в табл. 1

Таблиця 1 – Результати досліджень ефективності дії гідрофобних добавок

Table 1 – The results of research on the effectiveness of hydrophobic additives

Вид добавки	Кількість добавки, % від ваги цементу	Міцність при стиску R _{ст} , МПа				Водонепроникність, МПа через діб		
		через діб			КЕ _ф	МПа через діб		
		1	3	28		28	90	КЕ _ф
					ΔR*			ΔW*
Без добавки	-	5,0	11,0	20,3	-	0,4	0,8	-
ГКЖ-10	0,1	4,7	11,1	20,8	2,46	1,0	1,4	150
	0,15	4,8	11,2	20,9	2,96	1,0	1,4	150
	0,20	4,8	11,1	20,9	2,96	1,0	1,4	150
ГКЖ-94	0,1	4,6	11,3	21,0	3,45	1,0	1,4	150
	0,15	4,9	11,3	21,0	3,45	1,0	1,4	150
	0,20	4,9	11,3	21,1	3,94	1,0	1,4	150
136-157М	0,1	5,1	12,1	23,6	16,27	1,1	1,5	175
	0,15	5,2	12,3	23,6	16,27	1,1	1,5	175
	0,20	5,2	12,2	23,7	16,76	1,1	1,5	175

З даних, наведених в табл. 1 видно, що кількість гідрофобізатора в межах 0,1 – 0,2% майже не змінює міцність при стиску і водонепроникність. Тому рекомендується при майже однаковому результаті вибирати мінімальну кількість добавки. В подальших дослідах прийнята кількість добавки – 0,1% від ваги цементу з врахуванням 100% гідрофобної добавки.

Дослідження проводились на цементобетоні складу: цемент – 500 кг/м³; пісок – 650 кг/м³; щебінь – 1100 кг/м³; водоцементне співвідношення (В/Ц) – 0,43. Визначали можливість зменшення В/Ц при заданій легкоукладальності; міцність при стиску (R_{ct}); міцність на розтяг при згині (R_{zt}); міцність на осьовий розтяг ($R_{o,p}$); морозостійкість (200 ц); водонепроникність, МПа; стираність, г/см²; міцність при ударі, Дж/см³. Дані про вплив гідрофобізуючих добавок на зменшення В/Ц при заданій легкоукладальності наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Вплив гідрофобної добавки на легкоукладальність бетонної суміші
Table 2 – The impact of hydrophobic additives on the light concrete mixture

Наявність добавки	Склад бетону, кг/м ³				Осадка конусу, см
	Ц	П	Щ	В/Ц	
-	500	650	1100	0,43	5-7
136-157М (0,1)	500	650	1100	0,41	5-7
-	550	600	900	0,47	15-18
136-157М (0,1)	550	600	900	0,43	15-18

З табл. 2 видно, що застосування гідрофобізуючої добавки 136-157М дозволяє зменшити В/Ц на 5% при заданій легкоукладальності для малорухливих сумішей. При використанні більш пластичних сумішей (ОК =15-18) процент зменшення В/Ц досягає 9%. Це дає можливість прогнозувати підвищену морозостійкість та водонепроникливість. Результати досліджень впливу добавки 136-157М на міцність при стиску та розтяг при згині наведені в рис. 1а видно, що міцність при стиску (R_{ct}) та осьовому розтягу ($R_{o,p}$) (рис.1б) підвищується після 28 діб на 11%...15%.

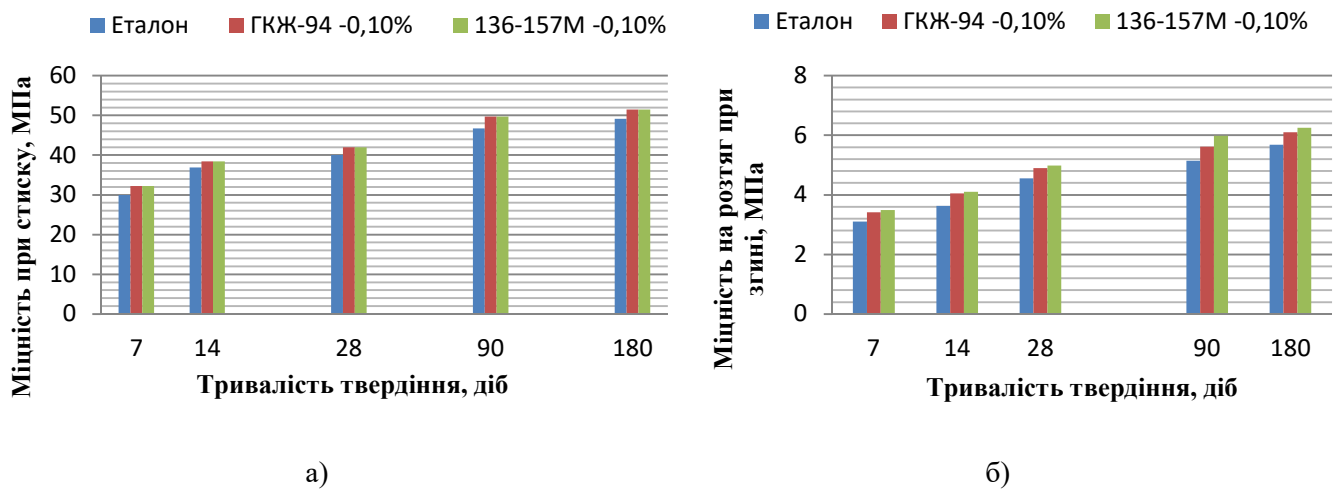


Рисунок 1 – Вплив гідрофобних добавок на міцність при стиску (а) та міцність на розтяг при згині (б) цементобетону
Figure 1 – The influence of hydrophobic additives on the compressive strength (a) and tensile strength during bending (b) of cement concrete

Дані дослідження морозостійкості, водонепроникливості, стираності та міцності на удар наведені в табл. 3. Морозостійкість досліджувалась при заморожуванні при $t = (-20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ і відтаюванні у 5%-му розчині NaCl. Водонепроникність визначалась за стандартною методикою до появи “микрої плями” на зразках. Стираність визначалося в г/см² після 840 та 1120 обертів на кругу ЛКІ-3, міцність на удар – на копрі Пейджа. За даними, наведеними в табл. 4, видно, що добавки КОС підвищують морозостійкість (на 30...45%), водонепроникність (в 2,5...3,0 рази), міцність на удар (на 26...30%) та зменшують стираність (на 50...58%), що зумовлюється впливом домішок на процеси структуроутворення бетону.

Таблиця 3 – Вплив хімічних добавок на фізичні властивості цементобетону покриття доріг
 Table 3 – Influence of chemical additives on the physical properties of cement-concrete coating of roads

Наявність домішок КОС	Морозостійкість (200 циклів)			Водонепроникність, МПа після діб		Міцність при ударі, Дж/смз	Стираність, г/см ² , після обертів
	R _{сг} , МПа	Середовище відтаювання					
		H ₂ O	5%NaCl	28	90		
	R _{сг} /K _м , МПа	R _{сг} /K _м , МПа	840 / 1120				
Без добавок	57,5	50,5/0,89	42,0/0,33	0,4	0,8	2,50	0,26 / 0,32
ГКЖ-94	61,2	64,3/1,00	55,1/0,90	1,0	1,4	2,95	0,16 / 0,19
136-157М	61,8	66,4/1,00	60,8/0,98	1,2	1,4	3,15	0,11 / 0,17

Таким чином, встановлено, що добавки КОС дозволяють одержати цементобетонні покриття доріг з підвищеними фізико-механічними властивостями і значною довговічністю. Наведені дані дозволяють прогнозувати підвищену тріщиностійкість цементобетонного покриття.

Тріщиностійкість безпосередньо визначалася за допомогою відомого методу “кільце Лерміта”. Суть методу полягає в тому, що цементний камінь у середині кільця обтискує сталевий стержень, який не деформується, а тому в зразку виникають тріщини. Цей метод дозволяє оцінити вплив добавок на такі властивості: усадка, повзучість, розтяжність, модуль пружності і міцність цементного каменю. Поряд з цим методом тріщиностійкість оцінювалася на зразках-призмах 4x4x16 см, виготовлених з цементного розчину з металевим стержнем.

Досліджувався вплив гідрофобізуючих добавок на цементний камінь нормальної густини та розчин (1:3 з В/Ц = 0,4). Час, коли з'явилися перші тріщини, визначався візуально. На зразках цементного каменю без добавок вже через 2,5 год. з'явилася перша прямолінійна тріщина з розкриттям 0,5 – 0,8 мм. У зразках з гідрофобізуючими добавками тріщини з'явилися після 13 – 16 год., при цьому вони розгалужувалися, перетворюючись на систему дрібних тріщин із розкриттям 0,1 – 0,3 мм. У цементному розчині без добавок поява тріщини зафіксована після 28 год. і через 120 год. у зразках з гідрофобізуючими добавками. Зменшення тріщиноутворення досягається за рахунок зниження деформації усадки; зменшення концентрації внутрішніх напружень, що гальмує зростання тріщин, їхню кількість і ступінь розкриття.

Гідрофобізуючі добавки дозволяють частково перерозподілити концентрацію напружень не лише в процесі структуроутворення бетону, але і під час його навантаження, що добре підтверджується даними міцності цементного бетону на стиск і розтяг осьовий та при згині, що дозволяє прогнозувати підвищене зчеплення розчину з заповнювачем, арматурою та старим бетоном.

У зв'язку з тим, що цементобетонне покриття доріг твердіє в природних умовах, були проведені дослідження механічних властивостей цементного розчину, який тверднув в умовах відносної вологості 65...70 % та t = 20 °С. Фіксувалася усадка призм, час утворення тріщин кільцевим методом, випробувалися зразки-вісімки на осьовий розтяг. З результатів досліджень видно, що без добавок тріщиноутворення почалося через 5 годин, з добавкою 0,1% ГКЖ-94 – через 30 год., з добавкою 0,1% 136-157М – через 82 год.

Дані по випробуванню деформативності бетону при осьовому розтягу показують, що підвищення однорідності бетону та зниження дефектності кристалоутворень і контактів їх зрощування за рахунок застосування гідрофобних добавок веде до значного підвищення деформативності при осьовому розтягу на 20 % при незначному підвищенні міцності на стиск. Завдяки зміні характеру структури і розподілу пор вдалося підвищити щільність і однорідність, розтяжність та міцність на осьовий розтяг, зменшити усадку, що зумовлює підвищення тріщиностійкості та довговічності цементобетону покриття доріг модифікованих кремнійорганічними добавками.

Межі внутрішнього мікротріщиноутворення в бетоні без добавок і з гідрофобізуючими добавками в процесі навантаження зразків визначалися за методикою О.Я. Берга (показники меж мікроруйнувань і меж мікротріщиноутворень). Одним із шляхів визначення цих показників є метод ультразвукових вимірів. Розвиток мікроруйнувань у структурі бетону приводить до зниження швидкості ультразвукових коливань, які розширюються поперек лінії дії стискаючого напруження.

Таким чином, навантаження R_{0t} відповідає початку зменшення швидкості ультразвуку, і візуально фіксуються появою мікротріщин на поверхні зразка. Областю умовної пружної роботи бетону є час від початку навантаження до напружень, при яких утворюються перші мікротріщини по поверхні зчеплення цементного каменю з заповнювачем. При цьому межа пружної роботи відповідає найбільшому скороченню часу проходження ультразвуку. При подальшому підвищенні навантаження мікротріщини утворюються в цементному камені з появою пластичних деформацій. Верхня межа області розвитку пластичних деформацій відповідає підвищенню коефіцієнта поперечної деформації, тобто максимального значення теоретично можливого для суцільного тіла. Крива прирощення швидкості проходження ультразвукового імпульсу проходить через екстремум і наближується до початкового значення, характерного для ненавантаженого бетону і прийнятого за умовний нуль. Підвищення верхньої межі тріщиноутворення (R_{vT}) дозволяє прогнозувати більш високу витривалість і довговічність цементного бетону дорожнього покриття під дією багаторазового прикладання навантажень [5,6]. Таким чином, проведеними дослідженнями встановлена висока ефективність застосування КОС у технології дорожнього цементобетона, зростання фізико-механічних властивостей, довговічності і тріщиностійкості цементобетонного покриття доріг. В зв'язку з тим, що бетонна суміш для влаштування цементобетонного покриття транспортується деякий час, необхідно перевіряти, як впливає витримка бетонної суміші на кінетику набору міцності при стиску [7,8]. Для цього з тільки що приготовленої бетонної суміші з гідрофобною добавкою і без неї виготовляють зразки, які досліджували через 3, 5, 8, 12 годин та 1, 3, 7 і 28 діб. Частина бетонної суміші витримувалась 20 і 40 хвилин, після чого з неї також готувалися зразки. Результати цих досліджень наведені в табл. 4.

Згідно даних наведених в табл. 5 видно, що цементобетон з добавкою КОС має міцність вищу у порівнянні з еталоном під час досліджень кінетики набору міцності, тобто таку суміш можна транспортувати до місця укладання без зменшення міцності.

Таблиця 4 – Вплив часу витримання бетонної суміші з гідрофобними добавками та міцність при стиску

Table 4 – The influence of time withstand concrete mix with hydrophobic additives and durability in compression

Час витримання суміші в хв.	Наявність добавки	Міцність при стиску, МПа							
		годин				діб			
		3	5	8	12	1	3	7	28
-	еталон	0,2	0,5	1,7	3,9	9,7	19,3	29,1	34,1
	136-157М	0,2	0,4	1,6	3,8	9,8	20,4	30,3	36,0
20	еталон	0,3	0,6	1,7	4,2	9,9	22,4	31,0	34,8
	136-157М	0,3	0,6	1,9	4,8	10,5	23,8	33,7	38,9
40	еталон	0,4	0,7	1,9	4,8	11,2	24,4	34,9	35,0
	136-157М	0,4	0,8	2,2	5,4	12,6	26,9	37,8	41,1

Висновок. Таким чином, в результаті проведення досліджень встановлено:

- гідрофобізуюча добавка 136 – 157М позитивно сприяє проходженню фізико-хімічних процесів гідратації цементу у порівнянні з еталоном і добавкою ГКЖ-94;
- оптимальна кількість добавки знаходиться в межах 0,1- 0,15% від ваги цементу;
- застосування гідрофобізуючої добавки 136 – 157М дозволяє за рахунок повітрявтягування і газоутворення зменшити В/Ц при заданій легкоукладальності;
- гідрофобізуюча добавка 136 – 157М дозволяє підвищити механічні властивості бетону (через 28 діб міцність при стиску на 5%; міцність на розтяг при згині на 9%; міцність на осьовий розтяг, на 11,7%);
- водонепроникність бетону з гідрофобізуючою добавкою через 28 діб підвищилася майже в 2 рази, а морозостійкість на 40 %;
- водопоглинання зменшилось на 70 %; тріщиноутворення зменшилось в 5 разів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. – Москва: Стройиздат. – 1990. – 400 с.
2. Дорошенко Ю.М., Дорошенко О.Ю. Кремнийорганические добавки – эффективные модификаторы цементного бетона покрытия дорог // Бетон и железобетон. – 2013. – №1 (18). – С.56 – 60.
3. Чистяков В.В., Шургая А.Г., Дорошенко Ю.М., Чижено Н.П., Сербін В.П., Дулевич Я.О. Вплив комплексної добавки на особливості твердіння і властивості цементобетону для покриття доріг. // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2011. – №39 – с.115 – 122.
4. Дорошенко Ю.М., Дорошенко О. Ю., Борковський П.П., Чижено Н.П., Куцоконь О., Наконешна Я. Технологічні методи регулювання властивостей бетону // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2014. – №51.– С.50 – 54.
5. Хигерович М.И., Байер В.В. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цементов, растворов и бетонов. – Москва: Стройиздат. – 1979. – 126 с.
6. Карибаев К.К. Поверхностно-активные вещества в производстве вяжущих материалов. – Алма-Ата: Наука. – 1980. – 336 с.
7. Пашченко А.А., Свидерский В.А. Кремнийорганические покрытия для защиты от биокоррозии. – Киев: Техника. – 1988. – 136 с.
8. Защепин А.Н., Янбух Н.Н. Рекомендации по применению кремнийорганических добавок при строительстве цементобетонных покрытий дорог и аэродромов. – Союздорнии. Балашиха – 6. – Московская обл. – 1970. – 20 с.

REFERENCES

1. Batrakov V.G. Modified concretes. – Moscow: Construction. – 1990. 400 s.
2. Higerovich M.I., Bayer V.V. Hydrophob-plasticizing additives for cements, solutions and concrete. – Moscow: Construction. – 1979. – 126 s.
3. Chistyakov v., Shurgaya A. G., Doroshenko Yu. M., Chyzenko N. P., Sertin v. P., Dulevych i. O. Influence of a complex additive on peculiarities of hardening and properties of cement concrete to cover the roads. Construction materials, products and sanitary engineering. – 2011. -No39 – P. 115 – 122.
4. Doroshenko Yu. M., Doroshenko O. Yu., Borkovsky P. P., Chyzenko N. P., Kutsokon O., Nakuszna I. Technological methods of regulating the properties of concrete//building materials, products and sanitary equipment. – 2014. -No51. – P. 50 – 54.
5. Higerovich M.I., Bayer V.V. Hydrophobe-plasticizing additives for cements, solutions and concrete. – Moscow: Construction. – 1979. – 126 s.
6. K.K. Surface-active substances in the production of astringent materials. – Alma-Ata: Science. – 1980. – 336 s.
7. Pashchenko A.A., Svidersky V.A. Silicon Organic Coatings to protect against biocorrosion. – Kiev: Techniques. – 1988. – 136 s.
8. A.N., Yanbykh N.N. Recommendations for the use of silicon-organic additives in the construction of cementconcrete coatings of roads and airfields. – Soyuzdornia. Moscow Region. – 1970. 20 s.

РЕФЕРАТ

Стьожка В.В. Підвищення довговічності цементобетону для покриття автомобільних доріг / В.В Стьожка, П.П. Борковський // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2020. – Вип. 1 (46).

Стаття присвячена проблемі покращення довговічності цементобетону для покриття автомобільних доріг за рахунок використання гідрофобних добавок.

Мета роботи – покращення довговічності цементобетону для покриття автомобільних доріг за рахунок використання гідрофобних добавок.

Об'єкт дослідження – цементобетон для покриття автомобільних доріг.

Метод дослідження: статистичний аналіз наукових видань, технічної та нормативної літератури.

В Україні майже відсутні необхідні види і марки дорожнього цементу, тому дослідження і застосування існуючих в'язучих з ефективними добавками є актуальною проблемою, рішення якої дозволить розширити номенклатуру цементних в'язучих для дорожнього будівництва, підвищити довговічність і стійкість цементобетонного покриття доріг, мостів і аеродромів, а також вирішувати питання безпеки руху. Для цього можливо використовувати хімічні добавки, що колюматують пори, надають поверхні цементобетону гідрофобізуючі властивості, втягують в бетонну суміш повітря.

Базуючись на сучасних уявленнях фізико-хімії поверхневих процесів, можна зробити висновок, що введення в бетонну суміш малої кількості кремнійорганічних речовин разом з водою зачинення, дасть можливість значно покращити довговічність і стійкість проти одночасно діючих на цементобетон агресивних факторів і зовнішнього навантаження.

Досліджено вплив добавок гідрофобізаторів на фізичні, механічні властивості цементобетону для покриття автомобільних доріг. На основі експериментальних результатів встановлено, що застосування 0,1 – 0,15% гідрофобної добавки 136-157М підвищує довговічність цементобетону для покриття автомобільних доріг.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЦЕМЕНТОБЕТОННЕ ПОКРИТТЯ, ГІДРОФОБНІ ДОБАВКИ, МОРОЗОСТІЙКІСТЬ, ВОДОНЕПРОНИКНІСТЬ, МІЦНІСТЬ, ДОВГОВІЧНІСТЬ.

ABSTRACT

Stozhka V.V., Borkovsky P.P. Improving the durability of cement concrete to cover roads. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2020. – Issue 1 (46).

The article is devoted to the problem of improving the durability of cement concrete to cover the road through the use of additives.

The purpose of the work-improving the durability of cement concrete to cover roads through the use of hydrophobic additives.

Object of study-cement-concrete to cover roads.

Method of research: statistical analysis of scientific publications, technical and normative literature.

In Ukraine, there are almost no necessary types and brands of road cement, so the research and application of existing binders with effective additives is an urgent problem, the solution of which will expand the nomenclature of cement binders for road Construction, improve the durability and resistance of cement concrete covering roads, bridges and airfields, as well as to solve security issues. For this, it is possible to use chemical additives that kolatating pores, give the surface of concrete water-repellent properties, involve in the concrete mixture of air. Based on the modern representations of the physical-chemistry of superficial processes, it can be concluded that the introduction to the concrete mix of small-scale kremnijorganičnih substances together with the water of the closing, will allow to significantly improve the durability and strength against At the same time for the concrete of aggressive factors and load.

The influence of hydrophobic additives on physical, mechanical properties of cement concrete to cover roads is investigated. Based on the experimental results, it is determined that the application of 0.1-0.15% hydrophobic additives 136-157 M has a significant increase in the durability of cement concrete for the seal of roads.

KEYWORDS: CEMENT CONCRETE PAVEMENT, HYDROPHOBIC ADDITIVES, FROST RESISTANCE, WATER RESISTANCE, STRENGTH, DURABILITY.

РЕФЕРАТ

Стежка В.В. Улучшение долговечности цементного бетона для покрытия дорог / В.В. Стежка, П.П. Борковский // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2020. – Вып. 1 (46).

Статья посвящена проблеме повышения долговечности цементного бетона для покрытия дорог с использованием гидрофобных добавок.

Цель работы – повышения долговечности цементного бетона для покрытия дорог с использованием гидрофобных добавок.

Объект исследования -цементбетон для покрытия дорог.

Метод исследования: статистический анализ научных публикаций, технической и нормативной литературы.

В Украине практически нет необходимых видов и марок дорожного цемента, поэтому исследование и применение существующих связующих с эффективными добавками является актуальной проблемой, решение которой расширит номенклатуру цементных связующих для дорог, повышение долговечности и устойчивости цементного бетона для покрытий автомобильных дороги, мостов и аэродромов, а также решение вопросов безопасности. Для этого можно использовать химические добавки, которые колматируют поры, придают поверхности бетонные водоотталкивающие свойства, вовлекая в бетонную смесь воздух. Основываясь на современных представлениях физико – химии поверхностных процессов, можно сделать вывод, что введение в бетонную смесь небольшого количества кремнийорганічних веществ вместе с водой затвердения,

позволит значительно улучшить долговечность и прочность против действия агрессивных факторов и нагрузки.

Исследуется влияние гидрофобных добавок на физические, механические свойства цементного бетона для покрытия дорог. На основе экспериментальных результатов установлено, что применение 0,1 – 0,15% гидрофобных добавок 136-157 м повышает долговечность цементного бетона для покрытия дорог.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЦЕМЕНТОБЕТОННОЕ ПОКРЫТИЕ, ГИДРОФОБНЫЕ ДОБАВКИ, МОРОЗОСТОЙКОСТЬ, ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ, ПРОЧНОСТЬ, ДОЛГОВЕЧНОСТЬ.

АВТОРИ:

Стьожка Віталій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном, e-mail: styozhka@ukr.net, тел. +30442803942, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 139, orcid.org/0000-0002-5039-9852.

Борковський Павло Петрович, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: utgs@ukr.net, тел. +30442859528, Україна, 01010, м. Київ, вул.Бойчука, 42, к. 110.

AUTHOR:

Stozhka V.V., Ph.D., National Transport University, Associate professor of the Department of Transport Construction and property management, e-mail: styozhka@ukr.net, tel. +30442803942, Ukraine, 01010, m. Kyiv, M. Omyanovycha-Pavlenko Str., 1, K. 139, orcid.org/0000-0002-5039-9852.

Borkowski P.P., National Transport University, Senior Lecturer in the Department of Road Construction materials and chemistry, e-mail: utgs@ukr.net, tel. ++30442859528, Ukraine, 01010, m. Kyiv, Boychuk St., 42, K.110.

АВТОРЫ:

Стежка Виталий Владимирович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры транспортного строительства и управления имуществом, эл. почта: styozhka@ukr.net, тел. +30442803942, Украина, 01010, Киев, Вул. М. Омелянович-Павленко, 1, 139, orcid.org/0000-0002-5039-9852.

Борковский Павел Петрович, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры дорожно-строительных материалов и химии, e-mail: utgs@ukr.net, тел.: 30442859528, Украина 01010, г. Киев, ул. Бойчука, 42, к. 110.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кузьмінець М.П., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерної, інженерної графіки та дизайну, Національного транспортного університету, Київ, Україна.

Давиденко О.О., кандидат технічних наук, доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд Національного транспортного університету, Київ, Україна.

REVIEWER:

Kuzminets M. P., Doctor of Technical Sciences, Professor, head of the Department of Computer, engineering graphics and design, National Transport University, Kyiv, Ukraine.

Davydenko O. O., Ph.D, Associate Professor of Department of Bridges, tunnels and hydraulic structures, National Transport University, Kyiv, Ukraine.