

ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕМЕНТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Солоненко І.П., к.т.н.

Одеська державна академія будівництва і архітектури
odarina08@rambler.ru

Анотація. У статті розглядаються питання, щодо покращення експлуатаційно-технічних характеристик цементобетонних покриттів для автомобільних доріг таких як: міцність зразків при стиску та при згині, стиранність, ударостійкість, міцність при стиску після випробування на стійкість до морозу, за рахунок введення у їх склад пластифікуючої та повітровтягуючої добавок, а також наповнювача золи-винесення. Дослідження проводилися методом фізичного експерименту. Досліди показали, що введення до складу цементобетону наповнювача золи-винесення разом з пластифікатором, не знижує міцність при стиску та згині, ударостійкість, а також підвищує стійкість матеріалу до стирання. Застосування золи-винесення разом з повітровтягуючою і пластифікуючою добавками забезпечує необхідну міцність при стиску матеріалу після випробування на морозостійкість.

Ключові слова: дороги, цементобетон, добавки, наповнювач, зола-винесення, міцність при стиску, фізико-механічні характеристики, морозостійкість.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Солоненко И.П., к.т.н.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры
odarina08@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, касающиеся улучшения эксплуатационно-технических характеристик цементобетонных покрытий для автомобильных дорог таких как: прочность при сжатии и изгибе, истираемость, ударостойкость, прочность при сжатии после испытания на морозостойкость, за счет введения в их состав пластифицирующей и воздухововлекающей добавок, а также наполнителя золы-уноса. Исследования проводились методом физического эксперимента. Опыты показали, что введение в состав цементобетона наполнителя золы-уноса совместно с пластификатором, не снижает прочность при сжатии и изгибе, ударостойкость и повышает сопротивление материала к истиранию. Введение золы-уноса, воздухововлекающей и пластифицирующей добавок, обеспечивает необходимую прочность при сжатии материала после испытания его на морозостойкость.

Ключевые слова: дороги, цементобетон, добавки, наполнитель, зола-уноса, прочность при сжатии, физико-механические характеристики, морозостойкость.

IMPROVING OPERATIONAL AND TECHNICAL CHARACTERISTICS OF CONCRETE FOR HIGHWAYS

Solonenko I.P., Ph.D.

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture
odarina08@rambler.ru

Abstract. In article the questions concerning improvement of operational technical characteristics of cement-concrete coverings for highways such as are considered: durability at compression, at a bend, resistance to wear, resistance to blow, durability at compression after test for resistance to a frost, due to introduction to their structure of plasticizing (XTC-6) and air-entraining (Mapeplast PT-1) of additives, and also an ashes ablation filler. Researches were conducted by method of physical experiment. As factors which influence operational technical characteristics of cement-concrete coverings for highways were accepted: - amount of softener; - quantity of the air-entraining additive; - amount of ashes ablation. Previously it was carried out planning of experiment and randomization of an order of performance of experiences. It has allowed to reduce the number of necessary experiments and to exclude influence of a system mistake. By results of tests the mathematical models describing change of physic-mechanical and operational characteristics of cement-concrete coverings at addition in his structure of additives and a filler have been calculated. Researches have shown that introduction to structure of a cement-concrete of a filler of ashes ablation together with softener, increases durability at compression, at a bend, resistance to blow and increases resistance of material to wear. Introduction of the ashes ablation air-entraining and the plasticizing additives provides durability, necessary on national requirements, at compression of a cement-concrete after test for frost resistance.

Keywords: roads, cement-concrete, additives, a filler, ashes ablation, durability at compression, physic-mechanical characteristics, frost resistance

Постановка проблеми. Аналіз наукових робіт описаних у роботі [1] показав, що пропускна здатність автошляхів України забезпечується, в основному, за рахунок підвищення їхніх вантажно-пропускних характеристик, а також збільшення експлуатаційних швидкостей руху автотранспорту.

Це призводить до об'єктивної необхідності суттєвого збільшення доріг з жорстким цементобетонним покриттям, що задовольняє раніше сформульованим вимогам.

Як показує дослідження [1] довговічність і якість покриттів з цементобетону для автомобільних доріг більш за все залежить від обґрунтованого підбору їхнього складу.

Це говорить про те, що досить актуальними є дослідження експлуатаційних характеристик дорожніх бетонів, які базуються на вітчизняних в'яжучих та заповнювачах разом з ефективними модифікаторами.

Метою роботи є – дослідження фізико-механічних характеристик матеріалу для дорожнього покриття з цементобетону (ЦБ), за рахунок введення до його складу вітчизняних добавок і наповнювачів.

Вивчення властивостей матеріалу для ЦБ покриття, проводилось методом фізичного експерименту із застосуванням положень методу планування експерименту (для зниження трудомісткості досліджень) та регресійного аналізу [2]. Фактори впливу та діапазон їхньої зміни вибирався за результатами раніше проведеного дослідження автора описаного у роботі [1].

Варіювались наступні чинники у складі матеріалу: x_1 – кількість пластифікатору ХТС - 6, від 0% до 1% від маси цементу (Ц) (щільність $1,21 \text{ г/см}^3$, фірма Batichem, Україна); x_2 – кількість повітровтягуючої добавки Mapeplast PT-1, від 0 до 0,05% від маси Ц (фірма Mapei, Італія); x_3 – кількість золи-винесення, від 0 до 15 кг/м^3 від маси цементу (Ладжинська ГРЕС).

Основний склад матеріалу: портландцемент ПЦ – І- Н 500 (ПАТ «Волинь-Цемент» марки 500) - 470 кг/м^3 , щебінь гранітний (фр. 5÷20) - 1055 кг/м^3 і пісок (Вознесенського кар'єру, $M_{кр} = 2,5$) - 578 кг/м^3 .

Основна частина. Дослідження проводились у лабораторії кафедри ПБЕАД і БМ ОДАБА в такій послідовності: виготовлялись зразки матеріалу (16 штук на точку плану); зразки витримувались в умовах нормального твердіння протягом 28 діб [3]; на 28 добу частина зразків $7 \times 7 \times 7 \text{ см}^3$ піддались випробуванню на міцність при стиску [4]; зразки $4 \times 4 \times 16 \text{ см}$ піддавались випробуванню на міцність при згині [4]; частина зразків $7 \times 7 \times 7 \text{ см}^3$

випробовувались на стиранисть [5] і на ударну міцність [6]; зразки, що залишились, піддавалися випробуванню на морозостійкість за методикою [7]. План експерименту, склад матеріалу та показники якості матеріалу наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – План експерименту, склад бетону та показники якості матеріалу

План				Склад бетону			Показники якості матеріалу				
№	x ₁	x ₂	x ₃	ХТС-6, %	РТ-1, %	З-У, кг/м ³	f _{ck.cube} (МПа)	f _{ctk} (МПа)	G (г/см ²)	T (Дж/см ²)	f _{ck.cubef} (МПа)
1	-1	-1	-1	0	0	0	53,12	7,87	0,49	8	51,15
2	-1	0	-1	0	0,025	0	55,85	7,27	0,52	6	49,80
3	-1	1	-1	0	0,050	0	56,47	7,44	0,45	8	49,20
4	0	-1	-1	0,5	0	0	54,42	6,12	0,60	7	52,45
5	0	0	-1	0,5	0,025	0	52,02	6,23	0,50	7	38,80
6	0	1	-1	0,5	0,050	0	50,20	5,43	0,67	6	46,45
7	1	-1	-1	1	0	0	50,53	6,00	0,57	8	46,35
8	1	0	-1	1	0,025	0	52,67	5,65	0,55	6	41,05
9	1	1	-1	1	0,050	0	54,37	6,40	0,65	7	43,25
10	-1	-1	0	0	0	7,50	52,11	5,14	0,76	6	41,35
11	-1	0	0	0	0,025	7,50	53,68	5,95	0,70	6	40,90
12	-1	1	0	0	0,050	7,50	54,45	6,25	0,74	6	45,80
13	0	-1	0	0,5	0	7,50	46,73	4,80	0,74	6	40,10
14	0	0	0	0,5	0,025	7,50	49,23	4,75	0,75	6	29,50
15	0	1	0	0,5	0,050	7,50	50,00	5,13	0,73	7	35,30
16	1	-1	0	1	0	7,50	44,35	4,42	0,97	4	40,35
17	1	0	0	1	0,025	7,50	52,75	6,00	0,59	6	47,25
18	1	1	0	1	0,050	7,50	51,34	5,74	0,68	5	44,90
19	-1	-1	1	0	0	15	54,69	6,55	0,63	6	50,25
20	-1	0	1	0	0,025	15	48,42	4,97	0,64	7	43,70
21	-1	1	1	0	0,050	15	51,22	5,12	0,67	6	45,60
22	0	-1	1	0,5	0	15	51,55	5,28	0,65	6	45,75
23	0	0	1	0,5	0,025	15	51,45	5,85	0,58	8	45,00
24	0	1	1	0,5	0,050	15	51,53	5,18	0,62	6	45,50
25	1	-1	1	1	0	15	52,85	5,24	0,60	6	42,50
26	1	0	1	1	0,025	15	51,89	5,08	0,64	6	46,30
27	1	1	1	1	0,050	15	51,80	5,57	0,63	5	46,80

За результатами, що були отримані (табл. 1), були розраховані регресійні математичні моделі:

- міцність зразків при стиску (f_{ck.cube});
- міцність при згині (f_{ctk});
- стиранисть (G);
- ударостійкість (T);
- міцність при стиску після випробування на морозостійкість (f_{ck.cubef}).

$$f_{ck.cube}(\text{МПа}) = 49,50 - 1,03x_1 + 1,52x_1^2 - 0,76x_1x_3 + 0,56x_2 - 0,71x_2x_3 - 0,85x_3 + 1,93x_3^2 \quad (1)$$

$$f_{ctk}(\text{МПа}) = 4,98 - 0,31x_1 + 0,56x_1^2 + 0,40x_1x_3 - 0,47x_3 + 0,66x_3^2 \quad (2)$$

$$G(\text{г/см}^2) = 0,71 - 0,03x_1x_3 + 0,05x_2^2 + 0,04x_3 - 0,15x_3^2 \quad (3)$$

$$T(\text{Дж/см}^2) = 5,78 - 0,33x_1 - 0,39x_3 + 0,83x_3^2 \quad (4)$$

$$f_{ck.cubef}(\text{МПа}) = 36,63 - 1,06x_1 + 3,27x_1^2 + 1,30x_1x_3 + 2,69x_2^2 + 5,50x_3^2 \quad (5)$$

Для зручності аналізу, розраховані моделі (1÷5) наведені графічно (рис.1- 5).

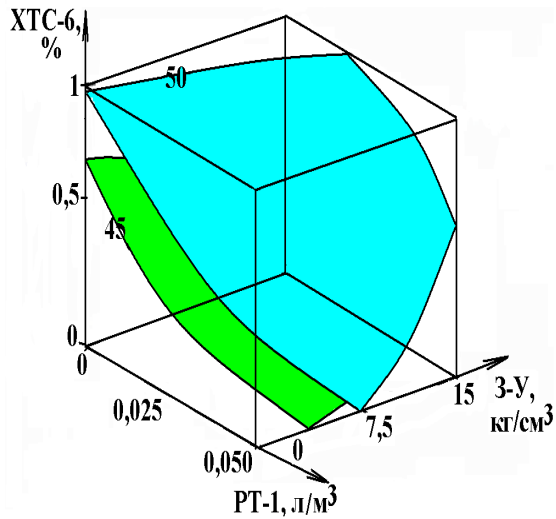


Рис. 1. Вплив варійованих факторів на $f_{ck.cube}$ (МПа)

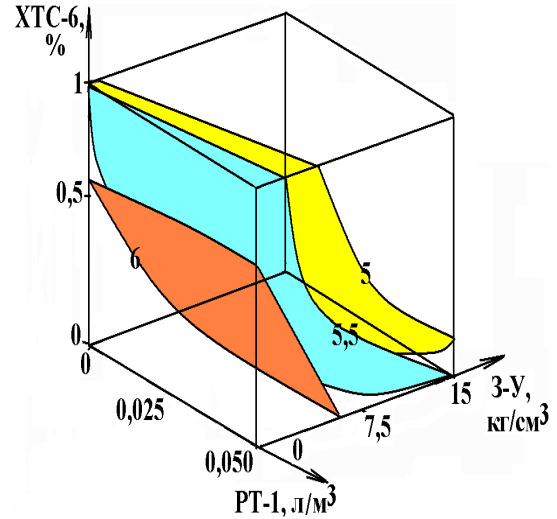


Рис. 2. Вплив варійованих факторів на f_{ctk} (МПа)

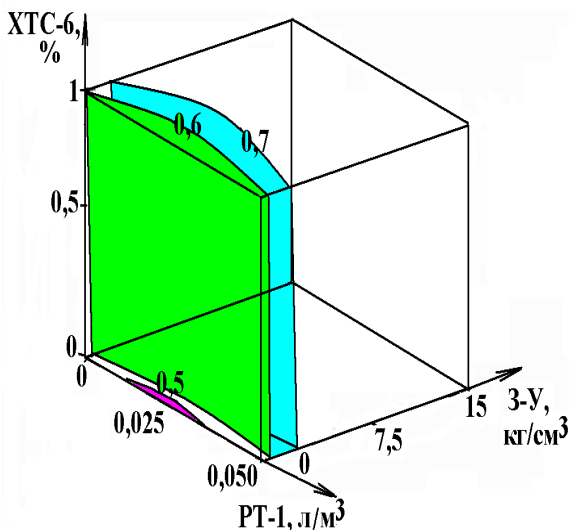


Рис. 3. Вплив варійованих факторів на G (г/см²)

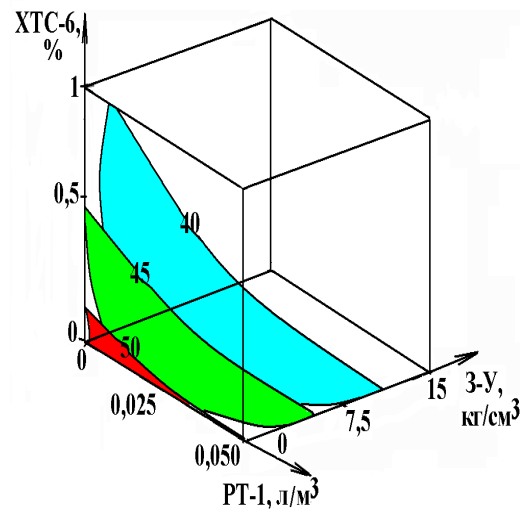


Рис.4 . Вплив варійованих факторів на міцність при стиску після випробування на морозостійкість $f_{ck.cube_f}$ (МПа)

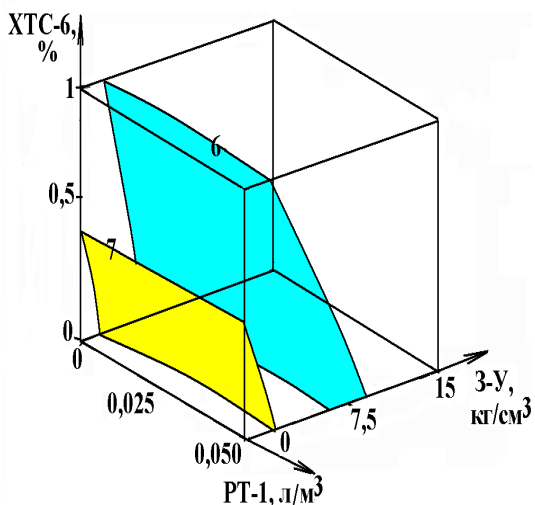


Рис.5 . Вплив варійованих факторів на T (Дж/см²)

Отримані регресійні моделі (1÷5), можуть бути використані у інженерній практиці для підбору складу ЦБ для покриттів автодоріг.

Висновки. Дослідження показали, що введення до складу цементобетону наповнювача золи-винесення (до $7,5 \text{ кг/см}^3$) разом з пластифікатором ХТС-6 (до 1%), не знижує міцність при стиску нижче 51,5 МПа. Введення до складу бетону добавки ХТС-6 (0,5%) разом з золою-винесення (до 5 кг/см^3) підвищує міцність на розтягнення при згині до 6 МПа (20%) і ударостійкість до 7 Дж/см^2 і знижує стиранність до $0,6 \text{ г/см}^2$. Застосування золи-винесення (до 5 кг/см^3) разом з повітровтягуючою добавкою РТ-1 (0,025%) і ХТС-6 (0,5%) зберігає міцність при стиску цементобетону після випробування на морозостійкість до 50 МПа.

Таким чином можна зробити висновок, що покращення експлуатаційно-технічних характеристик цементобетонних покриттів для автомобільних доріг, може бути досягнуто за рахунок введення до складу бетону раціонального складу повітровтягуючої добавки Mareplast РТ-1, пластифікатора ХТС-6 і наповнювача золи-винесення.

Література

1. Солоненко И.П. Структура и свойства модифицированных цементобетонных покрытий для автомобильных дорог: дис. на соискание ученой степени к-та тех. наук: спец. 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» / И.П. Солоненко. – Одесса, 2015. – 155 с.
2. Вознесенский В.А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л.Огарков. – К.: Вища школа, 1989. – 327 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-114-2002 «Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань». Київ 2002. – 32 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками. – Київ. 2009. –35 с.
5. ДСТУ Б В.2.7-212:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення стиранності. Київ. 2009. – 8 с.
6. ДСТУ ISO 2248:2006 Метод испытання на вертикальний удар при падении. Київ. 2008. – 8с.
7. ДСТУ Б В.2.7-49-96 Будівельні матеріали. Бетони. Прискорені методи визначення морозостійкості при багаторазовому заморожуванні та відтаванні. – Київ, 1997. – 10 с.