



Получена: 15.09.2017 г.

Приета: 28.02.2018 г.

ИЗТРИВАЕМОСТ НА СУПЕРВИСОКОЯКОСТНИ БЕТОНИ В УСЛОВИЯТА НА АГРЕСИВНИ СРЕДИ

К. Йорданова¹, Б. Петров²

Ключови думи: супер-високоякостен бетон, изтриваемост

РЕЗЮМЕ

Настоящата статия представя резултатите от изпитванията на различни състави на матрицата на супер-високоякоствени бетони (СВЯБ), подложени на изтриване след циклично въздействие на агресивни среди. Използвани са стандартни методи за оценка на изтриваемостта, които са адаптирани към особеностите на СВЯБ.

Установено е, че агресивното въздействие води до средно или значително редуциране на устойчивостта срещу изтриване на СВЯБ. Въпреки това, чрез добавянето на полипропиленови влакна и на едър добавъчен материал, изтриваемостта на СВЯБ би могла да бъде променена в благоприятна посока.

1. Въведение

Изтриваемостта на СВЯБ е важен показател за механичното поведение на материал, подложен на абразивни въздействия.

В много случаи за бетона се изисква устойчивост на изтриване, например за складови съоръжения за зърно, корита на реки, магистрали и автотротоари [1], особено в някои европейски страни, в които гуми с шипове, използвани против подхлъзване през зимата, причиняват износване на пътното платно. Хидротехническите съоръжения, такива като преливници, басейни, както и канализацията, са също чувствителни към хидравличната абразия или ерозия, причинени от пясъчинки, съдържащи се във водата.

¹ Камелия Йорданова, ас. инж., кат. „Строителни материали и изолации”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: jordanova_fce@uacg.bg

² Богомил Петров, проф. д-р инж., кат. „Строителни материали и изолации”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: b_ petrov@abv.bg

2. Експериментално изследване

Целта на това изследване е да бъде сравнена изтриваемостта на различните състави на СВЯБ след въздействие на агресивно влияние.

Съществуват няколко метода за дефиниране на устойчивостта на изтриване на бетоните, на база циментова матрица. Най-известният и често прилаган е методът на Bohme [БДС EN 13892-3:2005], с който се отчита загубата на маса на пробните тела след прилагане на абразивно въздействие с помощта на въртящ се диск (снимка 1). Този метод е избран за изпитването на СВЯБ.



Снимка 1



Снимка 2

Пробните тела, използвани за определяне на изтриваемостта, са кубчета със страна $71 \pm 1,5$ mm (снимка 2), от супервисокоякоствени състави – А, В и О.

Състави А и В са състави с $D_{\max} = 0,5$ mm количество на химическа добавка суперпластификатор 4% от масата на цимента и водоциментово отношение, равно на 0,22, като различното между тях е, че в състав В са вложени микро полипропиленови влакна в количество $5 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Състав О е т.нар. базов състав, при който е налице едър добавъчен материал с $D_{\max} = 8$ mm и който служи за сравнение с поведението на СВЯБ (състави А и В).

За определяне на изтриваемостта, пробите от всеки състав на СВЯБ са изсушени до постоянна маса с точност до 0,01 g и са определени техните размери с точност до 0,1 mm. По-нататък, пробните тела се поставят във вани, съдържащи водни разтвори на NaCl с две концентрации (5 и 10%). Продължителността на въздействие на агресивната среда върху бетона е изразена в цикли. Всеки цикъл включва:

- насищане на бетонните проби във воден разтвор на агресивната среда в продължение на шест денонощия;
- изсушаване в сушилен шкаф при температура $+60$ °C, в продължение на 24 часа (1 денонощие).

След охлаждане до стандартна температура ($20 \pm 5^\circ$) пробите отново се поставят във водните разтвори на NaCl, до достигане на определения брой цикли (12 броя).

Съгласно стандарт БДС EN/TS 12390-9:2007 корозионната мразоустойчивост на пробните тела се определя качествено – по появата на външни повреди, изменения на външния вид или пълно разрушаване, и количествено – което според изискванията на

БДС EN 206:2014/NA:2015 е относителната загуба на маса ΔM , да не надвишава 5% и съответно загубата на якост Δf_c да не е по-голяма от 15%, определени по формулите:

$$\Delta V = \frac{m_i - m_f}{\rho_b} = \frac{\Delta m}{\rho_b}; \quad (1)$$

$$\Delta A = \frac{m_i - m_f}{A} = \frac{\Delta m}{A}, \quad (2)$$

където ΔV и ΔA са загубата на обем и маса за единица площ;

m_i – масата на пробното тяло преди изпитването, [g];

m_f – масата на пробното тяло след изпитването, [g];

Δm – разликата между двете маси, [g];

ρ_b – обемната плътност на пробното тяло в [g/cm³];

A – площ на напречното сечение на изпитваното пробно тяло, [cm²];

Изпитани са по три броя пробни тела от всеки един изследван състав, като е взета средноаритметичната им стойност.

В табл. 1 са дадени класовете по устойчивост на изтриване по Vöhme. Колкото е по-висок класът по изтриваемост, толкова е по-намалена способността на материала да противодейства на абразивно въздействие.

Таблица 1. Класове по устойчивост на изтриване по Vöhme за материали на база циментова матрица при подови настилки

Класове по Vöhme	A22*	15	12	9	6	3	A1,5
Устойчивост на изтриване, изразено количествено в cm ³ , отнесено към площ 50 cm ²	22	15	12	9	6	3	1,5

* А е абревиатура от ‘Abrasion’ (изтриване)

3. Анализ на получените резултати

Резултатите от изследванията върху изтриваемостта са представени в табл. 2.

Стойностите на контролните пробни тела, дадени в табл. 2, показват, че устойчивостта на изтриване дава най-добри резултати при състава с едрозърнестата матрица (състав О), последван от състава с дребнозърнестата матрица с наличие на полипропиленови влакна (състав В). Според табл. 1, същите състави се класифицират от клас А3, а съставът без наличие на едър добавъчен материал и полипропиленови влакна (състав А) от клас А6.

След подлагане на съставите на третиране в агресивна среда на 5%-ов NaCl, се забелязва известно понижаване на устойчивостта на изтриване, но СВЯБ остава в същия клас А3.

По-голямо понижаване на устойчивостта на изтриване на дребнозърнестата матрица (състав А) се отчита след подлагането ѝ на третиране в 10%-ов разтвор на NaCl – класът се понижаване до А9.

Таблица 2. Резултати от изпитванията на изтриване на СВЯБ, подложен на химично въздействие

с ъ с т а в	разтвор	$M_{ср,1}$, преди изпит- ване г	$M_{ср,2}$, след изпит- ване г	a, b и l р-ри пре- ди изпит- ване см	$V_{ср}$, обем пре- ди изпит- ване см ³	a, b и l р-ри след из- питване см	$V_{ср}$, обем из- питване см ³	ΔA , загуба на маса за еди- ница площ g/50 cm ²	$\Delta V_{ср}$, загуба на обем cm ³ /50 cm ²
AA	5% NaCl	816,4	804,3	7,1; 7,2 и 7,1	363	7,1; 7,2 и 6,9	357	0,24	5,38
	10% NaCl	817,9	802,6	7,1; 7,3 и 7,1	368	7,1; 7,2 и 6,9	356	0,31	6,89
нВ	5% NaCl	817,8	812,6	7,1; 7,3 и 7,1	368	7,1; 7,2 и 7,0	361	0,10	2,31
	10% NaCl	809,3	803,8	7,1; 7,2 и 7,2	368	7,1; 7,2 и 7,1	363	0,11	2,5
ОО	5% NaCl	876,7	872,2	7,1; 7,2 и 7,3	373	7,1; 7,2 и 7,0	366	0,09	1,91
	10% NaCl	883,8	878,8	7,1; 7,3 и 7,2	373	7,1; 7,3 и 7,2	372	0,10	2,11
AA	контролни пробни тела	826,9	816,6	7,1; 7,2 и 7,1	363	7,1; 7,2 и 7,0	361	0,21	4,52
ВВ		824,8	820,1	7,1; 7,2 и 7,1	363	7,1; 7,2 и 7,1	363	0,09	2,07
ОО		886,3	882,1	7,1; 7,2 и 7,3	373	7,1; 7,2 и 7,2	371	0,08	1,76

Забележка: $M_{ср,1}$ и $M_{ср,2}$ са средноаритметичната стойност на масите на пробните тела преди и след изпитването.

4. Изводи

В заключение, от направените изследвания и анализ на получените резултати, може да се каже, че влагането на полипропиленови влакна при дребнозърнестата матрица съдейства за запазване на класа по изтриваемост (А3) на нетретирания композит.

Като цяло, може да се обобщи, че дори и след подлагане на действие на агресивни среди, съставите на СВЯБ покриват високи изисквания към устойчивостта на изтриване за подови настилки.

Благодарности

Представените изследвания са резултат от научна разработка по договор, финансиран от Фонд „Научни изследвания” към МОМН.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Xincheng, Pu*. Super-High-Strength High Performance Concrete, CRC Press, 2013.
2. БДС EN 13892-3:2005. Методи за изпитване на подови замазки. Част 3: Определяне на устойчивост на изтриване.

ABRASION OF ULTRA HIGH-PERFORMANCE CONCRETE

K. Yordanova¹, B. Petrov²

Keywords: ultra high-performance concrete, abrasion

ABSTRACT

The paper presents the results of tests on different configurations of the matrix of ultra high-performance concrete (UHPC), subject to abrasion after cyclical impact of aggressive environments. Standard methods adapted to the specificities of UHPC are used for evaluating the abrasion.

It was found that the aggressive influence leads to an average or a significant reduction of abrasion resistance of UHPC. However, adding polypropylene fibers and aggregates could significantly change in a favorable direction the abrasion of UHPC.

¹ Kamelia Yordanova, Assist. Prof. Eng., Dept. "Building Materials and Insulations", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: jordanova_fce@uacg.bg

² Bogomil Petrov, Prof. Dr. Eng., Dept. "Building Materials and Insulations", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: b_petrov@abv.bg