

ВИКОРИСТАННЯ ДЕКОРАТИВНИХ БЕТОНІВ ДЛЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІНЖЕНЕРНОГО БЛАГОУСТРОЮ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

У статті наведено результати досліджень морозостійкості декоративних бетонів з добавкою високодисперсною крейди і різної кількості пігменту жовтого кольору - оксиду заліза. Встановлено, що бетони, модифіковані 10% високодисперсною крейди і пігментом в кількості 1-3%; бетони, модифіковані 20% високодисперсною крейдою і пігментів в кількості 1-2% показали високі значення морозостійкості. Отриманий декоративний бетон жовтого кольору можна використовувати для елементів благоустрою і для елементів універсального дизайну.

Ключові слова: високодисперсна крейда, охра, оксид заліза, бетон, цемент, морозостійкість, гідрокарбоалюмінат кальцію.

Постановка проблеми. Для покращення навколишнього середовища та для надання привабливості маловиразним існуючим мікрорайонам масового будівництва 70-80 років архітектори і будівельники використовують різноманітні елементи інженерного благоустрою, зокрема вазони, квітники, садово-паркові скульптури, фонтани, покриття тротуарів і велосипедних доріжок тощо, для виробництва яких необхідно використовувати декоративні матеріали. Такі матеріали повинні відповідати жорстким вимогам міцності, морозостійкості, зносостійкості, корозійної стійкості, забезпечувати створення широкої кольорової гами і бути стійкими при експлуатації у різних кліматичних умовах.

Основним матеріалом для таких виробів є бетон. Природний колір бетону – сірий, нудний, тьмянний, тому вироби і споруди з такого бетону також стають невиразними і малопривабливими, але завдяки сучасним технологіям можливо отримувати бетонні вироби різних кольорів. Для забарвлення бетонів використовують різноманітні види пігментів, органічні і неорганічні. При цьому пігменти повинні відповідати певним вимогам: мати стійкість до лужного середовища цементу; до дії сонячного світла, дії кисню повітря, мати відносно невисоку вартість, і відповідати сучасним вимогам екології [3, 4]. Для отримання яскравих кольорів, зокрема жовтого, червоного, зеленого, необхідно використовувати білий цемент, що значно підвищує вартість бетонних виробів.

Аналіз досліджень і публікацій. Кольорові бетони на основі звичайного портландцементу можна отримати із застосуванням барвників, які вводять до складу бетонної суміші, але такі вироби будуть мати приглушені відтінки основних кольорів і брудно-сірий відтінок. Для уникнення цього ефекту й отримання декоративного бетону застосовують білий цемент, що значно збільшує вартість виробів [3], але щоб уникнути підвищення ціни на різноманітні бетонні вироби, при їх створенні актуально використовувати місцеву сировину і різноманітні мінеральні добавки.

В якості мінеральних добавок використовують грубодисперсні матеріали, що за своїм гранулометричним складом близькі до цементу (зола – винос, доменний шлак, кварц, базальти, граніт) і високодисперсні, що мають розмір частинки значно менше зерен цементу, питома поверхня яких може досягати 20-30 м²/г (мелений вапняк, мікрокремнезем, метакаолін, крейда) [5, 6]. Грубодисперсні добавки мають слабкі гідравлічні або пуцоланові властивості при нормальних умовах твердіння, покращують зерновий склад цементу і структуру цементного каменю. Високодисперсні добавки приймають участь у процесах гідратації і твердіння цементу, але взаємодія з продуктами гідратації відбувається досить повільно [7]. При цьому не завжди вдається забезпечити виконання всього комплексу вимог. Причиною цього є те, що в основі матеріалу залишаються лежати все ті ж компоненти (портландцемент і наповнювачі), а добавки, що вводяться, лише коректують їх властивості.

Введення в якості мінеральних добавок шлаків та золи – виносу сприяють підвищенню щільності і стійкості цементного каменю в прісних та сульфатних водах; кварц, граніти, базальти сприяють збільшенню кислотності і лугостійкості; тонкомелений вапняк та крейда сприяють зниженню водопотреби і розшаруванню сумішей, збільшенню їх водоутримаючої здібності, пластичності та однорідності, зменшенню усадки [8–10]. Для зменшення розшарування, досягнення рівномірності забарвлення використовують повітреутягуючі добавки, вводять у невеликій кількості тонкі фракції вапняку. Для скорочення витрат води і цементу використовують пластифікатори, суперпластифікатори і комплексні добавки [11].

На думку деяких дослідників [12, 13] при отриманні бетонних сумішей, поряд із застосуванням водоредукуючих добавок, важливим фактором є оптимізація гранулометричного складу портландцементу, зокрема, забезпечення нормованого вмісту часток розмірами менше 16 мкм, яких у рядовому цементі недостатньо (для тонкомолотих цементів слід розглядати частинки розмірами менше 9 мкм). недолік зазначених частинок призводить до підвищення обсягу порожнеч між частинками в'язучого, для заповнення яких потрібно зайва вода.

В якості заповнювача можна використовувати високодисперсну крейду, яка має розмір частинок 2-5 мкм.

Крейда – це речовина зі змішаними структурними зв'язками, і цементация породи обумовлена як конденсаційними, так і кристалізаційними зв'язками між частинками. У структурі крейди наявний

органогенний кальцит розміром 2 – 5, рідше 10 мкм, кальцитові уламки і залишки коколітів розміром 2-5 мкм (рис. 1). Крім того, у структурі крейди присутні невелика кількість β -кварцу, халцедону, глинистих домішок, що представлені доломітом $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, магнезитом MgCO_3 , сидеритом FeCO_3 [3]

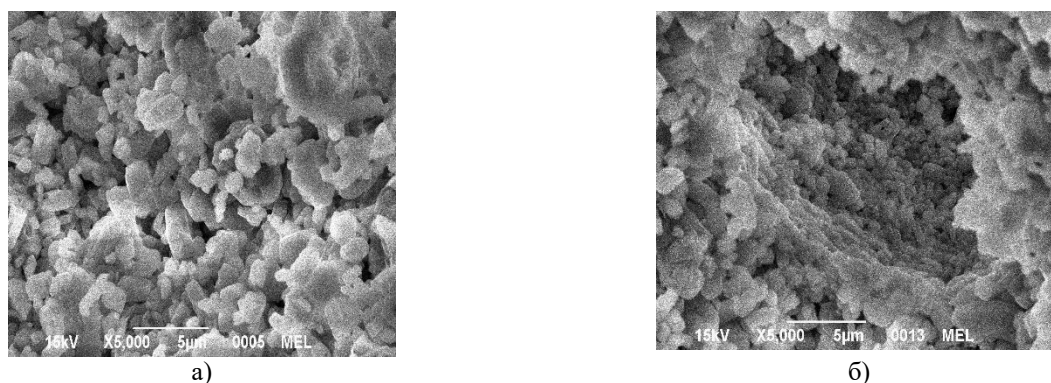


Рис. 1. Електронномікроскопічний знімок природної поверхні сколу крейди Слов'янської (коколіти): а – збільшення 3000; б – збільшення 5000

Властивості крейди визначаються походженням, структурою, особливістю текстури і міцністю цементації зерен. Крейда відрізняється значною мінливістю механічних властивостей при зміні вологості і порушенні структури. Глиняні домішки, що входять до складу крейди, сприяють збільшенню гідрофільності, щільності і міцності крейди, але при зволоженні наявність цих домішок сприяє більш значному зниженню міцності.

Карбонатна частина крейди, за даними Бушинського Г.І. [14], складається з трьох груп основних компонентів:

1. Органічні залишки мікроорганізмів рослинного і тваринного походження, що мають різну плоску форму і розміри в межах 2-5 мкм і мають вигляд плоских пластинок, блюдці, випуклих дисків, що іноді попарно з'єднані перемичкою (стефаноліти) (рис. 2)

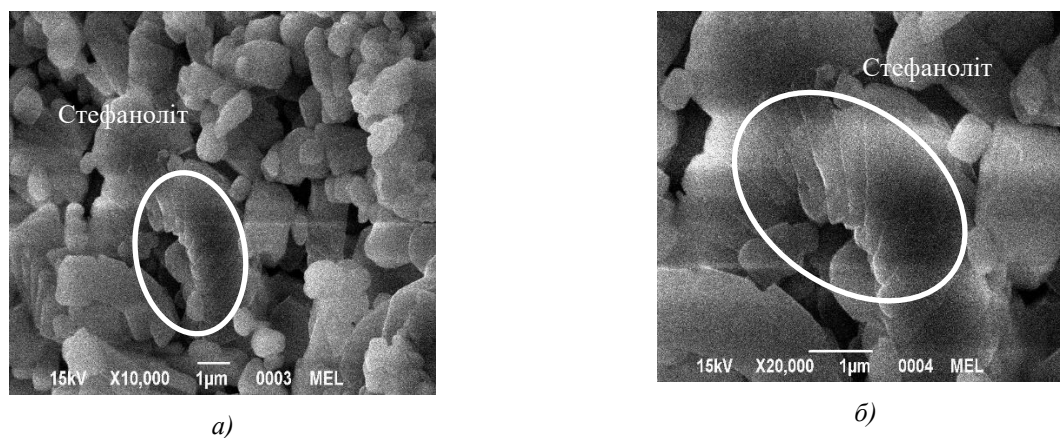


Рис. 2. Електронномікроскопічний знімок поверхні сколу природної крейди Слов'янського родовища: а – збільшення $\times 10000$, стефаноліт; б - збільшення $\times 20000$, стефаноліт

Стефаноліти - це коколіти, які мають вигляд невисокого вінця, днище якого перегороджене радіальними балочками, що сходяться до центру.

2. Порошковий кальцит – це кристали і агрегати з розміром частинок 0,5 – 2 мкм невизначеної форми, причому одні з них є монокристалом, інші – зростками. У чистій крейди зазвичай місткість порошкового кальциту становить близько 60 %.

3. Кристали кальциту, що мають чітко виражені грані з розмірами 5-10 мкм. Зерен кальциту в структурі крейди знаходиться незначна кількість.

Мікроструктура крейди є дрібнозерниста, основним компонентом є зерниста маса, що має розміри частинок 0,01 мм. Основна частина крейди (95-98 %) представлена частинками від 0,05 до 0,005 мм і має дрібнозернисту складову. Крейда має низьку розчинність, не утворює кристалогідратів і не взаємодіє з водою, але при диспергації легко розмучується. При цьому крейда містить катіони, що входять до складу більшості клінкерних мінералів. Використовувати крейду в якості заповнювачів почали ще в минулому столітті. Так фірма «La Pier Liqvide» (Франція) на початку 70-х років минулого століття почала випуск «рідкого каменю» - суміш меленої висушеної до нульової вологості крейди і портландцементу у співвідношенні ПЦ – 15 – 20 %; крейда – 80-85 %. В Україні на початку 80-их років минулого століття на Амросієвському цементному заводі

була випущена партія цементу, до складу якого вводили 10 % крейди, склад якого був розроблений колективом під керівництвом М.І. Стрілкова [15]. Добавка крейди, що вводилася до складу цементу під час молоття, підвищує міцність бетону і веде до економії цементу та електроенергії.

Родовища крейди досить поширені на території України. Краще всього верхнекрейдові відкладення розвинені в межах Дніпровсько-Донецької западини, де товщина крейди становить понад 200 м, потужність крейдових відкладень на північному сході становить 40 -50 м і досягає 550 м в межах міста Харкова. Найбільші місця розташування родовищ крейди на території України відкриті поблизу м. Слов'янськ Донецької області, Лисичанськ Луганської області і Чернігова. За даними відомо, що крейда родовищ Харківської області характеризується найбільшим вмістом карбонату кальцію (CaCO₃).

Найчастіше для отримання кольорових виробів з бетону застосовують залізоокисний пігмент жовтого, червоного, коричневого та чорного кольорів. Такого роду пігменти можуть бути природними і штучними. Природні пігменти рідка використовують для виробництва бетонних виробів, так як вони малоефективні через високу водопотребу, малу виразність і непостійну якість [16]. У наш час для отримання кольорових бетонів найчастіше застосовують спеціально виготовлені пігменти. Їх здатність окрашувати бетонні вироби значно вище, ніж у природних, вони однорідні і витрата таких пігментів на кубічний метр бетону значно знижується, мають однорідну колірну гамму.

Мета дослідження. Вплив жовтого пігменту – оксиду заліза на морозостійкість бетонної суміші на портландцементі з добавкою високодисперсної крейди.

Матеріали та методи дослідження. В експериментальних дослідженнях застосовувалися портландцемент марки ПЦ І-500Н, кварцовий пісок з модулем крупності $M_k=0,9$, гранітний щебінь фракції 2,5÷5 мм і 5÷10 мм, крейда Слов'янського родовища, пігмент охра - глина, що забарвлена оксидами заліза, яка має різноманітні відтінки від світло-жовтого, золотистого до темного, червонуватого і навіть коричневого. Склад суміші був визначений з урахуванням того, що такі бетони експлуатуються на відкритому повітрі та піддаються впливу атмосферних факторів, а також умовам агресивного середовища.

Морозостійкість визначалась на зразках – кубах 100×100×100 мм за прискореним методом при температурі заморожування $-18 \pm 2^\circ\text{C}$, коли середовище насичення і відтавання були вода і 5 % розчин хлориду натрію (NaCl) згідно з ДСТУ Б В. 2.7–42–97.

Морозостійкість безпосередньо впливає на характеристики міцності і обумовлена будовою порового простору, щільністю, при цьому товщина прошарку між повітряними порами в матриці бетону не повинна перевищувати 0,025 мм [17]. Для належного ефекту необхідно забезпечувати не тільки визначений об'єм залученого повітря, а отримання повітряних пор меншого за розміром, що дозволить зменшити їх об'єм та сприяє підвищенню морозостійкості. Ці пори можна використовувати не тільки як центри кристалізації, але й як об'єкти, що змінюють напрям і регулюють швидкість фізико-хімічних процесів у бетоні.

Дослідження показали, що бетони, модифіковані високодисперсною крейдою, мають підвищену водонепроникність і щільність. Дослідження морозостійкості проводили на зразках, модифікованих 10 %, 20 %, 30 % та 40 % високодисперсної крейди (табл. 1).

Таблиця 1

Склад бетонних зразків

Марка цементу	% крейди від сумарної маси цементу	Витрати матеріалу, %			В/Ц
		П	Ц	К	
ПЦ І-500Н	0	-	100	-	0,466
	10	1	90	10	0,460
	20	2	80	20	0,462
	30	2,5	70	30	0,468
	40	3	60	40	0,472

*Ц- портландцемент; К- високодисперсна крейда, П - пігмент

Виклад основного матеріалу. Морозостійкість бетонних зразків визначалася: при насиченні й відтаванні зразків у водному середовищі. Для визначення фактичної зміни міцності зразків через задану кількість циклів заморожування й відтавання визначали коефіцієнт морозостійкості за формулою:

$$K_{мор} = \frac{f_{cm}^{мор}}{f_{cm}^{28}}, \quad (1)$$

де $f_{cm}^{мор}$ – границя міцності зразків після випробування на заморожування-відтавання, МПа;

f_{cm}^{28} – міцності зразків після 28 - добового твердіння, МПа.

Марка бетону за морозостійкістю вважається забезпеченою через необхідну кількість циклів, якщо $K_{мор} \geq 0,95$.

Проведені експерименти показали, що після 100 циклів заморожування та відтаювання спостерігається підвищення коефіцієнтів морозостійкості для всіх зразків і стає більшим $K_c > 1$, при цьому не відбувається зменшення втрати маси зразків та відсутні видимі признаи руйнувань. Збільшення коефіцієнту морозостійкості можна пояснити впливом добавки високодисперсної крейди на характер пористості бетону, що обумовлює поступове зменшення кількості капілярних пор, які заростають продуктами гідратації цементу і крейди, що веде до зниження проникненості бетону (рис.3).

Основними продуктами гідратації цементу з високодисперсним органічним кальцитом – крейдою є низькоосновні гідросилікати кальцію і гідрокарбоалюмінати кальцію, які колюмає капілярні пори і перешкоджають проникненню води вигиб структури бетону, що обумовлює ущільнення структури і, відповідно, веде до збільшення класу морозостійкості.

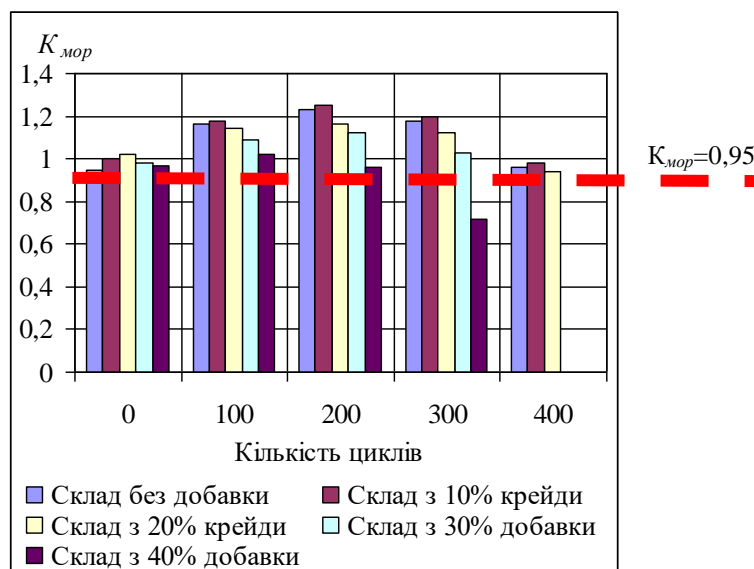


Рис. 3. Коефіцієнти морозостійкості бетонних зразків на ПЦ І-500Н за 1 способом визначення морозостійкості

Залежно від кількості циклів заморожування та відтаювання встановлюють марку бетону за морозостійкістю (F).

Тривалий вплив знакозмінних температур (200 циклів) веде до збільшення коефіцієнту морозостійкості тільки для зразку з добавкою високодисперсної крейди і зразків, модифікованих 10 %, 20 % і 30 % високодисперсною крейди. Для зразка, модифікованого 40 % високодисперсною крейдою, спостерігається зменшення коефіцієнту морозостійкості до початкового значення і дорівнює $K_{мор} \geq 0,95$, що обумовлено збільшення кількості капілярних пор і веде до утворення більш рихлої структури. Рихлість структури можна пояснити появою в процесі гідратації цементу і високодисперсної крейди нестійких гідратів типу $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 13H_2O$ (C_4AH_{13}) і $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$ (C_2AH_6), що забезпечує збільшення проникненості бетону і зниження марки бетону за морозостійкістю. Для зразка, модифікованого 40 % високодисперсною крейди, встановлені найнижчі показники з морозостійкості.

Після 300 циклів заморожування і відтаювання спостерігається зменшення коефіцієнту морозостійкості для всіх зразків, але для зразку, модифікованого 30 % високодисперсною крейди, характерно поява видимих дефектів на зовнішній поверхні зразку, протє внутрішніх змін ще не відбувається. Коефіцієнт морозостійкості для зразка, модифікованого 40 % високодисперсною крейди, менше за нормативний і для цього бетонного зразка характерно наявність зовнішніх дефектів, зокрема лущення бетону, поява сітки тріщин, і початок утворення внутрішніх дефектів, що веде до руйнування структури зразку.

Збільшення циклів заморожування і відтаювання до 400 веде до повного руйнування зразків, модифікованих 30 % і 40 % високодисперсною крейди, характерна марка за морозостійкістю $F300$. Для зразка, модифікованого 10 % і 20 % високодисперсною крейди, коефіцієнт морозостійкості зменшується і становить $K_{мор} = 0,98$ і $K_{мор} = 0,95$ відповідно, але все ж таки вище або дорівнює нормативному значенню. При подальшому збільшенні циклів заморожування і відтаювання спостерігається руйнування всіх зразків, тому марка за морозостійкістю зразків, модифікованих 10 % і 20 % високодисперсною крейди, становить $F400$.

Поряд з визначенням морозостійкості шляхом прямого випробування бетону через певну кількість циклів заморожування та відтаювання застосовувався неруйнівний метод – за допомогою швидкості ультразвукових хвиль рис. 4.

Ультразвукові випробування тривають до характерного перелому на кривій часу проходження ультразвуку від кількості циклів заморожування та відтаювання. Цей перелом обумовлений утворенням і розвитком мікротріщин у бетонних зразках при його циклічному заморожуванні. Згідно з даними рис. 4 у бетонних зразках починаючи зі 100 циклів заморожування і відтаювання починаються деструктивні процеси руйнування,

хоча коефіцієнт морозостійкості вище нормативного і продовжує зростати. Зниження коефіцієнту морозостійкості відповідає зниженню швидкості ультразвуку на 2,5 % відносно початкових значень.

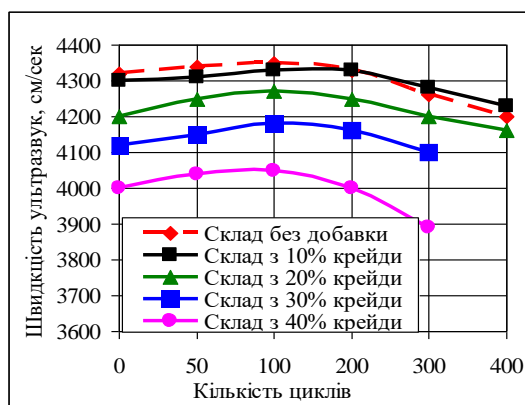


Рис. 4. Швидкість ультразвуку бетонних зразків на ПЦ І-500Н за 1 способом визначення морозостійкості

Це теж свідчить про те, що для зразка без добавки і зразка, модифікованого 10 % високодисперсною крейдою, марка за морозостійкістю відповідає $F400$, для зразків, модифікованих 20 %, 30 % і 40 % високодисперсною крейдою, марка за морозостійкістю становить $F300$ [18].

Висновки. Проведені дослідження показують, що добавка високодисперсної крейди підвищує морозостійкість бетонних зразків. Оптимальна кількість добавки високодисперсної крейди, що забезпечує підвищення морозостійкості, дорівнює від 10 % до 30 %. Введення до складу бетонної суміші з добавкою високодисперсної крейди жовтого пігменту охри в кількості 1-2 % не знижує фізико-механічні та експлуатаційні характеристики суміші, при збільшенні кількості високодисперсної крейди і кількості пігменту відбувається погіршення показників морозостійкості, але без добавки пігменту показники морозостійкості не змінюються. Бетони з добавкою високодисперсної крейди й пігменту (охри) можна рекомендувати для виготовлення виробів, що використовуються для інженерного благоустрою міських територій та елементів універсального дизайну.

Література

1. Боженов П.И. Цветные цементы и их применение в строительстве/ И.П. Боженов. – Л.: Стройиздат, 1968. – 174 с.
2. Ляпидовский Д.Е. Влияние добавок органической и неорганической природы на свойства белого цемента / Ляпидовский Д.Е. // Успехи в химии и химической технологии, 2007. - Том XXI. - №7 (75). – С. 72. – 74.
3. Чепурна С.М. Бетонні вироби для реконструкції та інженерного благоустрою міських територій / Чепурна С.М., Жидкова Т.В., Чепурна С.М. // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць – Луцьк, 2018. - Вип. 10. - С. 195-204.
4. Viola Hospodarova Color pigments in concrete and their properties / Viola Hospodarova, Jozef Junak, Nadezda Stevulova // Pollack Periodica. - № 10(3). – Р. 143-151. https://www.researchgate.net/publication/283276683_Color_pigments_in_concrete_and_their_properties (December 2015)
5. Nasvik, J. Using Metakaolin in Decorative Concrete Mixes / J. Nasvik // Concrete Construction. – 2006. – Vol. 51, Issue 8. – Р. 52.
6. Калашников В.И. Роль дисперсных наполнителей в бетонах нового поколения / Калашников В.И., Суздальцев О.В., Дрянин Г.П., Сехспосян Г.П. // Известия вузов. Строительство, 2014. – № 7 (667). – С. 11–21.
7. Тейлор Х. Химия цемента / Пер. с англ. А.И. Бойковой и Т.В. Кузнецовой. – М. : Мир, 1996. – 481 с.
8. Копаница Н.О. Тонкодисперсные добавки для наполненных вяжущих на основе цемента / Н.О. Копаница, Л.А. Анисанова, М.С. Макаревич // Строительные материалы, 2002. – № 9. – С. 2–3.
9. Хирис Н.С. Анализ влияния шлакового микронаполнителя на процессы формирования структуры высоконаполненного мелкозернистого бетона / Хирис Н.С., Акчурин Т.К. // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Строительство и архитектура, 2013. – Вып. 33 (52). – С. 97–101.
10. Морозов Н.М. Влияние ультрадисперсных наполнителей на свойства песчаных бетонов / Морозов Н.М., Боровских И.В., Галлеев А.Ф. // Инновационная наука, 2016. – № 9 (21). – С. 73 – 75.
11. Соколов В. Г. Долговечность прессованных бетонов / В. Г. Соколов // Строительные материалы, 1994. - № 10. – С. 22–26.
12. Дегтев Ю.В. Самоуплотняющиеся бетоны на композиционных вяжущих для малых архитектурных форм: автореф. канд. техн. наук : 05.23.05 / ФГБОУ ВПО БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. - 17 с.
13. Лесовик В.С. Вяжущие для малых архитектурных форм из самоуплотняющихся бетонов / В.С. Лесовик, Ю.В. Дегтев, В.В. Воронов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. – № 5. – С. 85-90.

14. Бушинский Г.И. Литология меловых отложений Днепропетровско-Донецкой впадины: труды ИГН АН СССР / Изв. Ак. наук СССР. – М., 1954. – Вып. 156. – 308 с.
15. Стрелков М.И. Бетоны с добавками мела и мергеля / Стрелков М.И // Ресурсосбережения в проектировании и изготовлении бетонных и железобетонных конструкций : Тез. докладов к X Всесоюз. конф. по бетону и железобетону. Харьков, 1988. – С. 80.
16. Крамар, Л. И. Железоокисные пигменты для декоративных бетонов / Л.И. Крамар, В.И. Трофимов, И.П. Добровольский // Вестник ЮУрГУ, 2012. - № 17. – С. 51–55.
17. Панина Т.И. Влияние полифункционального наномодификатора на морозостойкость мелкозернистого бетона / Т.И. Панина, А.Г. Ткачев, З.А. Михалева // Вестник ТГТУ. – 2014. – Т.20. – № 2. – С. 349-355.
18. Чепурная С.Н. Морозостойкость бетона на основе вяжущего компонента, содержащего карбонат кальция (мел) / С.Н. Чепурная, М.С. Золотов // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2009. – № 54. – С. 66-70.

References

1. Bozhenov P.I. Tsvetnyye tsementy i ih primeneniye v stroitelstve/ I.P. Bozhenov. – L.: Stroyizdat, 1968. – 174 s.
2. Lyapidovskiy D.E. Vliyanie dobavok organicheskoy i neorganicheskoy prirody na svoystva belogo tsementa / Lyapidovskiy D.E. // Uspehi v himii i himicheskoy tehnologii, 2007. - Tom XXI. - 37 (75). – S. 72. – 74.
3. Chepurna S.M. Betonni virobi dlya rekonstruktsiyi ta Inzhenernogo blagoustroyu mIskih teritoriy / Chepurna S.M., Zhidkova T.V., Chepurna S.M. // Suchasni tehnologiyi ta metodi rozrahunkiv u budivnitstvi: zb. nauk. prats – Lutsk, 2018. - Vip. 10. - S. 195-204.
4. Viola Hospodarova Color pigments in concrete and their properties / Viola Hospodarova, Jozef Junak, Nadezda Stevulova // Pollack Periodica. - № 10(3). – P. 143-151. https://www.researchgate.net/publication/283276683_Color_pigments_in_concrete_and_their_properties (December 2015)
5. Nasvik, J. Using Metakaolin in Decorative Concrete Mixes / J. Nasvik // Concrete Construction. – 2006. – Vol. 51, Issue 8. – P. 52.
6. Kalashnikov V.I. Rol dispersnykh napolniteley v betonah novogo pokoleniya / Kalashnikov V.I., Suzdaltsev O.V., Dryanin G.P., Sehsposyan G.P. // Izvestiya vuzov. Stroitelstvo, 2014. – № 7 (667). – S. 11–21.
7. Teylor H. Himiya tsementa / Per. s angl. A.I. Boykovoy i T.V. Kuznetsovoy. – M. : Mir, 1996. – 481 s.
8. Kopanitsa N.O. Tonkodispersnyye dobavki dlya napolnennykh vyazhushchih na osnove tsementa / N.O. Kopanitsa, L.A. Anikanova, M.S. Makarevich // Stroitelnyye materialy, 2002. – № 9. – S. 2–3.
9. Hiris N.S. Analiz vliyaniya shlakovogo mikronapolnitelya na protsessyi formirovaniya strukturyi vyisokonapolnennogo melkozernistogo betona / Hiris N.S., Akchurin T.K. // Vestnik VolgGASU. Ser. : Stroitelstvo i arhitektura, 2013. – Vyip. 33 (52). – S. 97–101.
10. Morozov N.M. Vliyanie ultradispersnykh napolniteley na svoystva peschanykh betonov / Morozov N.M., Borovskikh I.V., Galleev A.F. // Innovatsionnaya nauka, 2016. – # 9 (21). – S. 73 – 75.
11. Sokolov V. G. Dolgovechnost pressovannykh betonov / V. G. Sokolov // Stroitelnyye materialy, 1994. - № 10. – S. 22–26.
12. Degtev Yu.V. Samouplotnyayushchie betony na kompozitsionnykh vyazhushchih dlya malyykh arhitekturnykh form: avtoref. kand. tehn. nauk : 05.23.05 / FGBOU VPO BGTU im. V.G. Shuhova. Belgorod, 2015. - 17 s.
13. Lesovik V.S. Vyazhushchie dlya malyykh arhitekturnykh form iz samouplotnyayushchihsya betonov / V.S. Lesovik, Yu.V. Degtev, V.V. Voronov // Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova, 2014. – # 5. – S. 85-90.
14. Bushinskiy G.I. Litologiya melovykh otlozheniy Dnepropetrovsko-Donetskoj vpadiny: trudy IGN AN SSSR / Izv. Ak. nauk SSSR. – M., 1954. – Vyip. 156. – 308 s.
15. Strelkov M.I. Betony s dobavkami mela i mergelya / Strelkov M.I // Resursoberezeniya v proektirovani i izgotovlenii betonnykh i zhelezobetonnykh konstruksiy : Tez. dokladov k H Vsesoyuz. konf. po betonu i zhelezobetonu. Harkov, 1988. – S. 80.
16. Kramar, L. I. Zhelezookisnyye pigmenty dlya dekorativnykh betonov / L.I. Kramar, V.I. Trofimov, I.P. Dobrovolskiy // Vestnik YuUrGU, 2012. - # 17. – S. 51–55.
17. Panina T.I. Vliyanie polifunksionalnogo nanomodifikatora na morozostoykost melkozernistogo betona / T.I. Panina, A.G. Tkachev, Z.A. Mihaleva // Vestnik TGTU. – 2014. – Т.20. – # 2. – S. 349-355.
18. Chepurnaya S.N. Morozostoykost betona na osnove vyazhushchego komponenta, soderzhaschego karbonat kaltsiya (mel) / S.N. Chepurnaya, M.S. Zolotov // Naukoviy vIsnik budivnitstva. – Harkiv: HDTUBA HOTV ABU, 2009. – # 54. – S. 66-70.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ БЕТОНОВ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

В статье приведены результаты исследований морозостойкости декоративных бетонов с добавкой высокодисперсной мела и разного количества пигмента желтого цвета - оксида железа. Установлено, что бетоны, модифицированные 10 % высокодисперсного мела и пигментом в количестве 1-3%; бетоны, модифицированные 20% высокодисперсной мелом и пигментов в количестве 1-2% показали высокие значения морозостойкости. Полученный декоративный бетон желтого цвета можно использовать для элементов благоустройства и для элементов универсального дизайна.

Ключевые слова: высокодисперсный мел, охра, оксид железа, бетон, цемент, морозостойкость, гидрокربоалюминат кальция.

USEING DECORATIVE CONCRETES FOR ELEMENTS OF ENGINEERING IMPROVEMENT OF URBAN TERRITORIES

The article presents the results of studies of frost resistance of decorative concretes with the addition of highly dispersed chalk and different amounts of yellow pigment - iron oxide. It was established that concretes modified with 10% of highly dispersed chalk and pigment in the amount of 1-3%; concretes modified with 20% highly dispersed chalk and pigments in the amount of 1-2% showed high values of frost resistance. The resulting decorative concrete of yellow color can be used for beautification elements and for elements of universal design.

Keywords: highly dispersed chalk, ocher, iron oxide, concrete, cement, frost resistance, calcium hydrocarboaluminate.

Відомості про авторів:

Чепурна Світлана Миколаївна - Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

К.т.н., старший викладач кафедри Міського будівництва

Робоча адреса: 61002, Україна, Харків, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17

Контактний телефон (+38067-491-94-93)

E-mail: s.chepurna0274@gmail.com

Жидкова Тетяна Володимирівна - Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

К.т.н., доцент кафедри Міського будівництва

Робоча адреса: 61002, Україна, Харків, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17

Контактний телефон (+38067-570-41-50)

E-mail: tavlz@ukr.net

Чепурна Марія Євгеніївна - Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
Студент 4 курсу спеціальності Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма Промислове та цивільне будівництво

Робоча адреса: 61002, Україна, Харків, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17

Контактний телефон (+38093-89-22-563)

E-mail: mashamashsachepurnay@gmail.com