УДК 691.175: 691.619.8: 691.421-478: 691.327-478

Бондар А. В.
Бречко В. Р.
Валько Д. О.
Голоскевич Р. В.

СПЕЦІАЛЬНІ БЕТОНИ В АРХІТЕКТУРІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
У даній статті визначено основні переваги використання спеціальних бетонів в архітектурі. Наведено властивості і переваги спеціальних бетонів, їх області застосування.
Ключові слова: Бетони, спеціальні бетони, бетони в архітектурі, артбетони.

Abstract
This article identifies the main benefits of using special concretes in architectures. The properties and advantages of special concretes, their areas of application are given.
Keywords: Concretes, special concretes, concretes in architecture, art concretes.

Вступ

Розширення галузей застосування будівельних композитів при одночасному зростанні вимог споживачів щодо їхньої якості сприяє створенню широкої гами бетонів зі спеціальними властивостями, в тому числі високоміцних, дорожніх, декоративних, жаростійких, корозійностійких тощо, які можуть бути використані замість дефіцитних керамічних, металевих, кам'яних та інших матеріалів. Архітектурний бетон все частіше застосовують для вирішення естетичних завдань в ландшафтному дизайні і будівництві.

Сучасні спеціальні бетони

Серед високоміцних бетонів останнього покоління найбільшу увагу привертають [1]:

1. Бетони, отримані на основі портландцементу, модифікація структури якого здійснена за рахунок використання суперпластифікаторів (для зниження водоцементного відношення) та мікронаповнювачів. Міцність при стиску таких матеріалів досягає 100 МПа, а при гідротермальній обробці – 300...500 МПа. У зарубіжній фаховій літературі такі бетони відомі під назвою DSP (demystified small particles);
2. Портландцементні бетони, які містять у своєму складі водорозчинні полімери (наприклад, гідроксиполімерцелюлозу та гідролізований поліхлоридвініл), що підвищують ступінь ковзання частинок і тому забезпечують щільне укладання їх. Ці композити відрізняються високою міцністю при стиску та згині (до 150 МПа), модуль Юнга дорівнює 40...50 ГПа, опір утворенню тріщин 1 кДж-м^2. Вони можуть містити наповнювачі, що дозволяє отримувати матеріали зі спеціальними властивостями (підвищеною твердістю, електропровідністю, зносостійкістю). У зарубіжній літературі такі бетони відомі під назвою MDF(macro defect free);
3. Бетонні полімерні композити, які поділяють на три групи:
   - бетони полімерно-цементні (PCC – Polymer Cement Concrete);
   - бетони, що імпрегновані полімерами (PIC – Polymer Impregnated Concrete);
   - бетони полімерні (PC – Polymer Concrete).

Спеціальні бетони можуть також бути таких видів [1-4]:

1. Полімерні бетони (рис. 1). Отримують на основі синтетичних смол (полімерів або мономерів) та відповідних заповнювачів. Композити характеризуються високою міцністю при стиску, хімічною стійкістю, стійкістю до дії атмосферних факторів та добрим зчепленням. Використовують такі матеріали для виготовлення корозійностійких підлог, антикорозійного захисту матеріалів,

фундаментів для станків. Швидке нарощування міцності дозволяє застосовувати їх для ремонту та відновлення автострад, при проведенні аварійних робіт на відповідальних об'єктах.

Рис.1. Полімерні бетони

2. Фібробетони (рис. 2). Композити, в яких бетонна матриця армована волокнами з метою підвищення міцності при згині, тріщиностійкості, ударної в'язкості, зносо-, термо- та корозійної стійкості. Армуючі матеріали представлені металевими, мінеральними і органічними волокнами у вигляді безперервних структур (сіток, тканин та інших подібних матеріалів) або коротких відрізків волокон – фібр.

Рис. 2. Фібробетон

3. Дорожній бетон (рис. 3). Відрізняється від звичайного високою міцністю при розтягу та стиску, підвищеною морозостійкістю, зносостійкістю та корозійною стійкістю. Вимоги до дорожнього бетону зумовлені складними умовами його експлуатації, в тому числі наявністю статичних та динамічних навантажень, дією змінної вологості та температури. Для підвищення якості бетонної суміші та стійкості бетону проти спільної агресивної дії розчинів хлористих солей та морозу до складу бетонної суміші під час приготування додають поверхнево-активні добавки [5, 6]. При обладнанні пішохідних переходів, паркових доріжок, а також при виготовленні елементів малої архітектури для міського благоустрою використовують кольорові бетони, їх отримують при введенні до бетонної суміші лугота світлостійких пігментів у кількості 8...10% від маси цементу. В окремих випадках (для посилення декоративного ефекту) використовують заповнювачі, що мають потрібний колір, наприклад червоні кварцити, туфи, мармур.

Рис. 3. Дорожній бетон

4. Декоративний бетон (рис. 3). Застосовують для надання художньої виразності фасадам та інтер'єрам будівель, в тому числі при облицюванні стін та підлог. Ці бетони готують з використанням білого та кольорових цементів, а також спеціально підібраних заповнювачів. Декоративний ефект може досягатися за рахунок зміни кольору, фактури поверхні та форми виробу. На сьогодні найбільшого застосування набули декоративні бетони, що імітують природне каміння або деревину. Для отримання кольорових бетонів як дрібні заповнювачі використовують чисті кварцові піски, а як крупні – вапняки та доломіти. Для імітації гірських порід застосовують відходи дроблення та пиляння каменю, щебінь і піски з мармуру, висівки граніту, базальту та інших гірських порід [7]. Зазвичай крупний заповнювач не дає особливого забарвлення бетону. На його колір більше впливають дрібні частинки заповнювача, розмір яких не перевищує 0,3 мм.

Рис. 4 Приклад декоративного бетону

5. Жаростійкий бетон (рис. 5). Використовують при зведенні промислових агрегатів та будівельних конструкцій, що експлуатуються при дії температур від 300 до 1800°С. За призначенням жаростійкі бетони поділяють на конструкційні та теплоізоляційні, а за типом структури розрізняють щільні (важкі) та ніздрюваті (легкі). Як в'яжучі речовини для виготовлення жаростійких бетонів найчастіше застосовують портландцемент, шлакопортландцемент, глиноземистий та високоглиноземистий цементи, рідке скло, лужні, фосфатні та алюмофосфатні в'яжучі. Для отримання тонкомелених добавок та заповнювачів придатні золошлакові суміші, керамзит, аглопорит, перліт, вермикуліт, шамот, кордієрит, магнезит, карборунд, мулітокорунд тощо. Головними характеристиками жаростійкого бетону є міцність при стиску, максимально допустима температура використання, термостійкість, морозостійкість, водонепроникність, середня густина, усадка. Збірні елементи з жаростійкого бетону та монолітні конструкції з нього широко застосовують у різноманітних галузях народного господарства: енергетичній, хімічній, нафтопереробній промисловості, чорній та кольоровій металургії, у промисловості будівельних матеріалів [4, 8]. Жаростійкі бетони успішно використовують замість напівкислих та шамотних виробів, що працюють в інтервалі температур 800...1400°С, та замість високовогнетривких виробів при температурах 1400...1700°С.

Рис. 5. Блоки із жаростійкого бетону

6. Корозійностійкий бетон (рис. 6). Застосовують при експлуатації промислових об'єктів та гідротехнічних споруд у агресивних середовищах, що представлені розчинами солей, кислот та лугів. Гідротехнічний бетон можна розглядати як різновид корозійностійкого бетону. Стійкість бетону до дії

агресивного середовища оцінюють коефіцієнтом хімічної стійкості К, що дорівнює відношенню міцності при стиску зразків після 360 діб експлуатації в агресивному середовищі до міцності при стиску контрольних зразків. За величиною коефіцієнта розрізняють: бетони високої стійкості (К>0,8), стійкі (К=0,5...0,8), відносно стійкі (К=0,3...0,5) та нестійкі (К<0,3). Як в'яжучі речовини застосовують рідке скло, поліефірну смолу, фурано-епоксидну смолу тощо. Заповнювачами є кварцовий пісок, щебінь із кварциту, андезиту, діабазу, базальту. Як в'яжучі речовини застосовують рідке скло, поліефірну смолу, фурано-епоксидну смолу тощо. Заповнювачами є кварцовий пісок, щебінь із кварциту, андезиту, діабазу, базальту. Корозійностійкі бетони залежно від виду використаної в'яжучої речовини представлені полімербетонами, шлаколужними бетонами та бетонами на основі рідкого скла та сірки [4, 8].

Рис. 6. Блоки із корозійностійкого бетону

7. Бетон для захисту від радіації. Виготовляють за звичайною технологією та застосовують у спеціальних спорудах: ядерних реакторах, атомних електростанціях, рентген-кабінетах. Захист від радіації, залежно від її джерела, досягається за рахунок використання щільних бетонів із високою густиною (в першу чергу при дії γ-випромінювання), та бетонів, що містять у складі легкі елементи, в тому числі гідроген у вигляді хімічно або фізично зв'язаної води (для захисту переважно від α-, β-випромінювання). Захисна здатність бетонів оцінюється товщиною шару, при якій потік радіоактивного випромінювання послаблюється вдвічі, порівняно із початковим. Як в'яжучі речовини використовують портландцемент та шлакопортландцемент, а також кальційалюмінатні та лужні цементи. Бетон для захисту від радіації повинен мати відповідну міцність при стиску та відносно низький модуль пружності, що дозволяє знизити величину розтягувальних напружень у зовнішній зоні захисту [4, 8]. Такий бетон, крім стійкості до радіації, повинен також відрізнятися вогнестійкістю та жаростійкістю, оскільки при роботі реактора в аварійному режимі не виключеним є підвищення температури. Для бетонування масивних конструкцій краще застосовувати суміші з мінімальним теплом гідратації та мінімальною усадкою, а також невеликою величиною коефіцієнта температурного розширення. Особливо важкі бетони, отримані з використанням гематитового, лимонітового та баритового заповнювачів, мають подібні механічні властивості. Ці бетони поділяються за міцністю при стиску на марки М100, М200, М300.

Бетони в архітектурі

Основне використання бетонів в архітектурі наступне [9-14]:

1. Геометричний – для створення звичайних монолітних конструкцій в опалубці, в роботі схожий з будівництвом з простого чи спеціального бетону (рис. 7). Використовуються спеціальні бетони різного призначення для виготовлення тонкостінних конструкцій складних геометричних форм, які, окрім високої декоративності, мають відповідати всім вимогам міцності та довговічності. Також до них висуваються вимоги підвищеної корозійної стійкості. Найчастіше для таких конструкцій використовують різні види фібробетонів, дрібнозернистих бетонів на спеціальних в’яжучих та полімербетонів, які дозволяють не використовувати звичайну металеву стержневу арматуру без втрати міцності конструкції. Результатом є громадські будівлі і споруди складних конфігурацій та форм, що підвищують естетичність міських просторів, архітектурну виразність житлових кварталів, дозволяють

створити, наприклад, цікаві міські дорожньо-транспортні споруди (вокзали, тунелі, мости, переходи, зупинки та платформи відправлення громадського транспорту тощо).

Рис. 7. Приклад застосування геометричного бетону в архітектурі

2. Декоративний – для обробки готових конструкцій, з використанням різних інструментів і технологій. Бетон для оздоблення стін виконує не тільки естетичну функцію, але і захищає приміщення від впливу зовнішніх факторів, утеплює. Білий декоративний архітектурний бетон найчастіше використовують для оформлення і декору фасадів, внутрішньої обробки великих приміщень. Також із нього створюються предмети інтер'єру різноманітної фактури, форм – колони, скульптури, огорожі, ступені, декоративні вироби т. д. (рис. 8, 9). Такий бетон не розрахований на занадто великі навантаження.

Рис. 8. Приклад огорожі з бетону

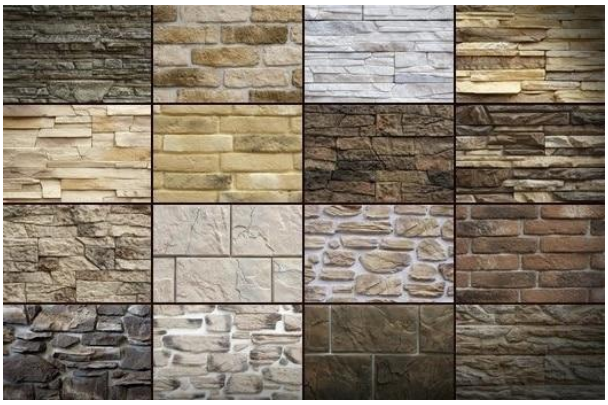

Рис. 9. Штучний камінь з архітектурного бетону

Висновки

Отже, спеціальні бетони це основа не лише промислового, а і сучасного громадського та житлового будівництва. Від рівня їхнього виробництва залежать темпи і якість будівельних робіт. Сучасні вимоги до будівель і споруд вимагають використання бетонів із певними особливими властивостями такими, як підвищена міцність, зносостійкість і довговічність, а також декоративність та здатність створювати з них споруди складних геометричних форм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Будівельне матеріалознавство : підручник / П. В. Кривенко та ін. К. : «Видавництво Ліра-К», 2015. 624 с. ISBN 978-966-2609-04-2
2. Дворкін Л. Й., Лаповська С. Д. Будівельне матеріалознавство : підручник. Рівне : НУВГП, 2016. 448 с. ISBN 978-966-327-283-2
3. Осипенко В. І., Поздєєв С. В., Тищенко І. Ю. Будівельні матеріали та їх поведінка при дії високих температур : Навчальний посібник. Черкаси : Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля, 2011. 170 с.
4. Каскад бетон : Спеціальні бетони: що це і якими вони бувають. URL: https://kaskadbeton.com.ua/specialni-betony/. (дата звернення: 15.05.2022).
5. Шишкіна О. О. Основи наномодифікації дрібнозернистих бетонів колоїдними поверхнево-активними речовинами : автореф. дис. … д-ра. техн. наук : 05.23.05. Дніпро, 2020. 33 с.
6. Гуняк О. М. Високоміцні бетони транспортного призначення з підвищеною довговічністю : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Національний університет «Львівська політехніка». Львів, 2019. 159 с.
7. Довгань П. М. Дисперсно-армовані декоративні бетони для архітектурних елементів : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Одеська державна академія будівництва та архітектури. Одеса, 2020. 196 с.
8. Дворкін Л. Й. Бетони спеціального призначення : навчальний посібник. К. : Видавничий дім «КОНДОР», 2018. 354 с. ISBN 978-617-7582-30-3
9. Дрьомова Л. В. Архітектурні конструкції : навч. посібник (для студентів спеціальності «Містобудування» напряму 1201 – «Архітектура»). Харків : ХНАМГ, 2007. 171 с.
10. Concrete in Architecture : a material both stigmatised and celebrated. URL: https://www.architonic.com/en/story/susanne-fritz-concrete-in-architecture-1-a-material-both-stigmatised-and-celebrated/7000525. (дата звернення: 15.05.2022).
11. The concrete appeal in modern architecture. URL: https://www.shootfactory.co.uk/concrete-appeal-modern-architecture/. (дата звернення: 15.05.2022).
12. Maria Bostenaru Dan. Building the Future on Lessons of Historic Reinforced Concrete. *Sustainability.* 2020, 12, 5925. doi:10.3390/su12155925. URL: www.mdpi.com/journal/sustainability. (дата звернення: 15.05.2022).
13. The 10 best concrete buildings. URL: https://www.theguardian.com/artanddesign/2016/jan/08/10-best-concrete-buildings-architecture-pantheon-gaudi-corbusier. (дата звернення: 15.05.2022).
14. Склад архітектурного бетону, технологія виготовлення, область застосування архікаміння. URL: 1beton.in.ua. 2022. URL: https://1beton.in.ua/vydy-betonu/arkhitekturnyi-beton/69-sklad-tekhnologiya-vigotovlennya.html (дата звернення: 13.03.22). (дата звернення: 15.05.2022).

Бондар Альона Василівна – к.т.н., ст. викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: alichka.vin@i.ua

Бречко Владислав Русланович – студент групи 2Б-20б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vladbrechko14@gmail.com

Валько Діана Олександрівна – студентка групи 2Б-20б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dianavalco12@gmail.com

Голоскевич Роман Віталійович – студент групи 2Б-20б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: romangoloskevic@gmail.com

Науковий керівник: ***Бондар Альона Василівна*** – к.т.н., ст. викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: alichka.vin@i.ua

Bondar Alona – Ph.D., senior lecturer of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University, e-mail: alichka.vin@i.ua

Brechko Vladyslav Ruslanovych - student of group 2B-20b, faculty of civil engineering, civil and environmental engineering, vinnytsia, e-mail: vladbrechko14@gmail.com

Valko Diana Oleksandrivna - student of group 2B-20b, faculty of civil engineering, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dianavalco12@gmail.com

Holoskevych Roman Vitaliyovych - student of group 2B-20b, faculty of civil engineering, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: romangoloskevic@gmail.com

Supervisor: **Bondar Alona** – Ph.D., senior lecturer of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University, e-mail: alichka.vin@i.ua