

УДК 663.6:693.54

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОНІВ ІЗ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ

Байлін Р. Ю.¹, аспір., Зеленський А. Г.², докт. ф.-м. наук, проф.
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
Українського державного університету науки і технологій
¹romixx@ukr.net, ²a.zelensky@ukr.net

Постановка проблеми. Одним із ключових факторів, що визначають фізико-механічні характеристики бетону, є процес гідратації цементу. Саме від умов і якості цього процесу залежить формування структури цементного каменю, а отже – і міцність, морозостійкість, водонепроникність та довговічність бетонних виробів. У сучасному будівництві все більшого значення набувають технології з використанням сухих будівельних сумішей (СБС), які забезпечують стандартизовану якість та зручність застосування. Однак, на практиці недостатньо уваги приділяється якості води, яка додається до СБС на місці будівництва, хоча саме вона відіграє визначальну роль у ініціації гідратаційних реакцій.

Мета дослідження. Метою цього дослідження є вивчення впливу якості води на процес гідратації цементу та властивості бетону, виготовленого із сухих будівельних сумішей. Завданням є дослідити, як вода різної чистоти впливає на міцність, морозостійкість та водонепроникність бетону, а також визначити оптимальні умови для досягнення високої якості будівельного матеріалу.

Результати дослідження. Проблематика якості води у бетонному виробництві. Традиційно для приготування бетонних сумішей застосовується водопровідна або технічна вода, які можуть містити різноманітні домішки – солі, органічні речовини, колоїди, мікроорганізми тощо. Дослідження показують, що такі забруднення здатні сповільнювати або спотворювати реакції гідратації, викликати ослаблення структури цементного каменю, зменшення зчеплення між компонентами, і навіть спричиняти передчасне руйнування конструкцій [1; 2].

Вплив чистоти води на гідратацію цементу. Гідратація цементу – це комплексна реакція, в результаті якої утворюються гідратні фази (C-S-H-гель, етастрит, портландит та інші), що забезпечують зв'язування цементу та утворення каменю. Якість води безпосередньо впливає на перебіг цих реакцій: присутність іонів кальцію, магнію, натрію може змінювати швидкість гідратації та формування гелю C-S-H; домішки важких металів або органічних речовин можуть виступати інгібіторами, сповільнюючи реакції; висока мінералізація води може змінювати водоцементне відношення через утворення нерозчинних сполук [4].

Використання модифікованої (очищеної) води. Одним із ефективних рішень є застосування попередньо очищеної або модифікованої води. Йдеться про використання дистильованої води, води після зворотного осмосу, або спеціальних очищувальних установок, які дозволяють отримати стабільну воду з низьким вмістом домішок.

Дослідження показали, що використання очищеної води дозволяє: підвищити міцність бетону на 10–20 % на ранніх та пізніх етапах твердіння; забезпечити рівномірну та повну гідратацію цементу; покращити морозостійкість, водонепроникність та зменшити усадку; знизити пористість цементного каменю та кількість капілярної вологи [5; 6].

Перспективи технологій із застосуванням модифікованої води. У практичному аспекті найбільш доцільно використовувати в умовах будівельного майданчика: воду зворотного осмосу, яка має надзвичайно низький вміст солей та органіки; ультрафільтровану воду, очищену від мікрочастинок, бактерій та колоїдів; воду з добавками-стабілізаторами гідратації (на основі силікатів, полімерів тощо), яка керує швидкістю твердіння.

Також перспективним напрямом є інтеграція водопідготовчих станцій на заводах з виробництва бетону або при об'єктах великого будівництва. Це дозволяє стандартизувати якість води і забезпечити повторюваність характеристик бетонних сумішей.

Висновки. Якість води є важливим фактором у процесі гідратації цементу та формуванні структури бетону.

Застосування модифікованої води дозволяє значно покращити фізико-механічні характеристики бетонів із СБС.

Використання очищеної води дозволяє зменшити пористість, покращити морозостійкість, водонепроникність та забезпечити екологічну безпеку.

Доцільним є впровадження систем очищення води на підприємствах, що виготовляють бтні, або безпосередньо на будівельних майданчиках.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на вивчення впливу окремих типів очищеної води (зокрема, води після зворотного осмосу) на специфічні властивості бетонів – морозостійкість, тріщиностійкість, довговічність у агресивних середовищах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Neville A. M. Властивості бетону. Лондон : Pearson Education, 2011. 872 с.
2. Singh S. K., Gupta S., Shaik R., Bhattacharjee B. Packaged Dry Concrete for Construction in Remote Areas. *Indian Concrete Journal*. 2022. Vol. 10 (1). Pp. 37–49.
3. Chen L., Chen Z., Liu Y. Benefits and limitations of recycled water systems in the building sector : a review. *Environ Chem Lett*. 2024. Vol. 22. Pp. 785–814.
4. Abdel Rahman B., Galal K. Influence of pre-wetting and scaling on the compressive strength of grouted concrete masonry prisms. *Construction and Building Materials*. 2020. Vol. 241. P. 117985.
5. ASTM C1602/C1602M-18. Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete. ASTM International, USA, 2018.
6. Дворкін Л. Й., Задорожній Г. І. Бетон з нанодобавками : властивості, технологія, перспективи. Київ : Основа, 2020. 256 с.