

## ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНІВ НА СТАДІЇ БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБАВОК

*Барибін Ю.О., ДМ-21т1-19, ХНАДУ*

*Керівник: асистент каф. МКБМ – Назаренко І.В.*

У сучасному будівництві реалізація складних проєктів вимагає розробки ефективних і якісних бетонів, які не можуть бути вирішені без застосування в технології бетону пластифікуючих добавок. Пластифікуючі добавки відрізняються високою ефективністю і відсутністю негативного впливу на бетон і арматуру. Найбільшу цікавість уявляють пластифікуючі добавки з сімейства супер- і гіперпластифікаторів [1].

Важливо підкреслити, що сучасні модифікатори для бетонів, армуючі волокна, високоефективні в'язучі наповнювачі та активні мінеральні добавки, протиморозні добавки в бетон, дозволяють отримувати нові інноваційні будівельні композити з унікальними властивостями [2]. Тому необхідно різнобічно оцінювати можливості використання того чи іншого виду бетону на конкретному об'єкті будівництва, зокрема важлива оцінка всіх його характеристик.

Одним з важливих властивостей бетонної суміші є легкоукладальність - здатність бетонної суміші легко і в повному обсязі заповнювати форму, здатність не розшаровуватися на

фракції при зберіганні (перевезення). Так в густоармованих ділянках залізобетонних конструкцій необхідно забезпечити потрапляння бетонної суміші в усі ділянки, що часто є досить складним завданням. Якщо в звичайних конструкціях є можливість обійтися звичайним вібрацією, то в складно армованих конструкціях може бути дуже складно це зробити, що призводить до значного збільшення трудовитрат і збільшує можливість появи порожнеч в конструкції, що є неприйнятним.

Кращим рішенням цієї проблеми може стати використання самоущільнювального бетону (по міжнародній термінології - Self-Compacting Concrete (SCC) - матеріалу, який ущільнюється під своєю вагою, при цьому повністю заповнює опалубку навіть в місцях, де дуже густо укладена арматура. Замінивши звичайний бетон самоущільнювальним, ми позбавляємося від необхідності залучення додаткових видів робіт по ущільненню бетону, а також можемо убезпечити себе від додаткового збільшення термінів будівництва через ремонтних робіт.

Акцентувавши увагу на рухливості самоущільнювальної бетонної суміші, важливо відзначити міцності одержуваного бетону. На відміну від звичайних бетонів, в даному матеріалі значно вище гранична міцність на стиск і розтяг, що дозволяє збільшити тріщиностійкість, а також термін служби конструкції в цілому. Також важливо відзначити підвищену щільність, що при однаковому обсязі призводить до підвищення маси споруди. Проте, це дозволяє створювати конструкції з меншим січенням,

благо міцність матеріалу це дозволяє і надає цьому матеріалу ще одну позитивну рису.

У своїй статті [3] Zoran Jure Grdic підкреслює такі екологічні переваги самоущільнювальної бетонної суміші, як відсутність шуму і вібрацій при укладанні, так і можливість вторинного використання грубого заповнювача, отриманого із зруйнованих споруд.

Дослідивши склад самоущільнювальної бетонної суміші, можна говорити про них, як про вдосконалену стадію високоякісних бетонів (High-Performance concrete - HPC). Вони в свою чергу разом з високоміцними бетонами (High Strength concrete - HSC) були отримані шляхом спільного застосування суперпластифікатора і тонкого наповнювача (мікрокремнезему і інші) про все це згадується в статті Horst G. and Joerg R.

Великим недоліком використання бетону в будівництві, незважаючи на високі характеристики і відмінні показники довговічності, що бетон добре працює на стиск, але погано на розтяг. Як було сказано раніше, застосування високоміцних бетонів, в тому числі самоущільнювальних, збільшує міцність на розтягнення і дозволяє зменшити відсоток армування, не втрачаючи при цьому така важлива якість, як тріщиностійкість конструкції.

Розглянемо ще один вид бетону, який орієнтований на те, щоб знизити ударну в'язкість бетону і підвищити його тріщиностійкість.

Фібробетон - інноваційний будівельний матеріал, особливістю якого є зміст у складі спеціальних армуючих волокон. Ці волокна можуть бути виготовлені зі сталі, бетон такого складу називають сталевібробетоном, така суміш активно використовується, але через високі затрати фібри на кубометр бетону доводиться відійти від його застосування. Поліпропіленова фібра також використовується в складі фібробетона, якому необхідно отримати підвищену еластичність, тріщиностійкість і міцність. Ці два види фібробетона набирають велику популярність через свою невисоку вартість в порівнянні з базальтовим фібробетоном, який, в свою чергу, використовується в будівництві через високу об'ємної міцності і при цьому сам базальт легше вводиться в бетонну суміш. Також важливо відзначити склофібробетон, вартість якого досить висока, тому що використовується в його складі скловолокно має високу ціну. При цьому даний матеріал дає можливість архітекторам втілити будь-який задум, так як введене скловолокно надає бетону гнучкість і опірність розтягування.

Також важлива можливість застосування фібробетонних конструкцій в умовах низьких температур, через наявність їх підвищеної морозостійкості. Через особливості складу (залучення фібр) в такому бетоні присутні порожнини для повітря, а значить такі суміші по довговічності не поступатимуться і бетону з повітря- втягувальними добавками.

В ході досліджень було виявлено, що фібробетон незамінний в будівництві гідротехнічних споруд, де важливу роль відіграє

згинається міцність бетону. Так в статті [4] розглянуто три варіанти використання фібробетону при будівництві Саяно-Шушенській Гідроелектростанції. Шляхом розрахунків при використанні програмного комплексу SCAD Office 21.1, був обраний найоптимальніший варіант, який полягав в улаштуванні облицювання фібробетонним шаром товщиною 10 метрів по всьому периметру перерізу греблі.

Ще один вид бетону, який важливо відзначити - надміцний бетон УНРС (Ultra-high performance concrete). УНРС, що швидко розвивається в останні роки, вважається новим типом цементного композитного матеріалу з міцністю на стиск більше 150 МПа. Він володіє винятковими механічними властивостями і високою довговічністю завдяки використанню цементуючою матриці методом максимальної питомої маси. У порівнянні зі звичайним бетоном, крім підвищеної міцності він володіє збільшеним показником в'язкості, що в свою чергу дає йому перевагу в умовах перевантаження або землетрусу.

Висока довговічність УНРС забезпечується завдяки щільній структурі, яка призводить до відсутності вуглецю, низькому кількості містяться хлоридів, і наближається до нуля, проникності сульфатів. Таким чином використання таких матеріалів призводить до збільшення терміну служби конструкцій транспортних споруд, а також зниження потреби їх обслуговування. При цьому варто зауважити, що наявність частинок негідратованного цементу, присутніх в УНРС, наділяє цемент функцією самовідновлення в разі розтріскування.

Проблема використання цього виду бетону полягає також у відсутності точних норм з проектування / будівництва, наприклад, з бетонів В120 / М1500. Також важливим фактором є вартість такого матеріалу, яка в свою чергу значно вище як звичайного, так і високоміцного бетону. При цьому досить складно співвідносити всі критерії воедино і зробити остаточний висновок щодо необхідності його використання. Однозначно сказати можна лише одне - завдяки УНРС архітектори можуть реалізовувати свої дизайнерські задумки, так як маса у таких конструкцій менше, що дає можливість зменшити навантаження від власної ваги, яка в свою чергу дозволяє зменшувати перетину конструкцій, а також збільшувати прольоти.

В кінцевому підсумку, відмінною рисою УНРС, крім його високої міцності на стиск, є високі показники міцності на розтягнення. В якомусь сенсі надміцний бетон можна назвати інноваційним, він включає в себе властивості самоущільнювального бетону і в деякому сенсі є різновидом фібробетонів, описаних вище. Проте, за своїми характеристиками він виграє у своїх аналогів.

В Україні цей матеріал ще не знайшов широкого застосування, через відсутність нормативних документів і високу вартість такого матеріалу, проте за кордоном є багато прикладів застосування, як в якості матеріалу для несучих конструкцій і не тільки.

З цього можна зробити висновок, що застосування бетону УНРС, як матеріалу, що володіє високою міцністю на стиск і малою вагою, відкриває чудові перспективи в будівництві мостів.

Таким чином, розглянувши такі види бетонів, такі як самоупільнювальний бетон, фібробетон, надміцний бетон, можна зробити висновок про те, що введення їх в сучасне будівництво цілком можливо і навіть необхідно. Характеристики цих бетонів значно вище, ніж у звичайних і різниця в вартості компенсуються в подальшому, за рахунок більшого терміну служби конструкцій, а також шляхом зниження витрат на виробництво ремонтно-відновлювальних робіт.

#### Література:

1. Калашников В. И. Терминология науки о бетонах нового поколения // Строительные материалы. № 3. 2011. С. 103-106.
2. Richard, P. Composition of Reactive Powder Concrete. Skientific Division Bougies / P. Richard, M. Cheurezy // Cement and Concrete Research. – 1995. – V. 25, № 7. – P. 1501–1511.
3. Zoran Jure Grdic, Gordana A. Toplicic-Curcic, Iva M. Despotovic, Nenad S. Ristic. Properties of self-compacting concrete prepared with coarse recycled concrete aggregate // Construction and Building Materials, (July 2010).
4. Ибе Е.Е., Шугурова А.В. Перспективы применения фибробетона при строительстве гидротехнических сооружений // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №1 (2017) URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/61TVN117.pdf>