

Природничі та технічні науки

УДК 666.972

Маслій І.В.

старший викладач кафедри архітектури

та інженерних вишукувань

Сумський національний аграрний університет

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ
БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ВИСОКОМІЦНИХ БЕТОНІВ ДЛЯ
БУДІВНИЦТВА КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД**

У статті розглянуті питання використання особливо міцних бетонів, які забезпечують довговічність та морозостійкість, що дає змогу використовувати їх при проектуванні каналізаційних очисних споруд.

Ключові слова: показники міцності, густина цементного тіста, показники високоміцних бетонів

В вітчизняній і закордонній практиці будівельного виробництва до даного часу немає єдиного погляду на те, які ж бетони відносяться до високоміцних. Показники міцності не є основними показниками і вони не мають наукового обґрунтування для класифікації.

Вимогам щодо однорідності реальних складових бетону більше всього відповідає цементний камінь в малих зразках і максимальної зв'язуючої дії (здібності) цементу, що відповідає міцності цементного каменю із тіста

нормальної густоти. Нормальна густина тіста рівна максимальній вологості і являється перспективною для виробки критеріїв якості.

Приймаючи вимоги до показників високоміцних бетонів на перспективу, нижчий показник високоміцних композицій доцільно прийняти до 100 МПа.

До високоміцних необхідно відносити бетони, дійсна міцність яких близька до теоретичної міцності композицій на основі бездефектних структур аналогічно масовому складу складних бетонів.

Вивчаючи вітчизняні і закордонні досягнення, приходимо до висновку, що виробництво високоміцних бетонів розвивається по таким трьом напрямкам:

Перший напрямок передбачає використання швидкотвердіючих або звичайних цементів при використанні технологічних схем і параметрів виготовлення будівельних конструкцій. До таких схем необхідно віднести використання добавок по прийнятим фізико-хімічним та механічним принципам. Це вібродомелювання грубо дисперсних зерен, ультразвукова, електрохімічна або гідравлічна активація цементних паст, вібро-турбо або струменеве змішування розчинних сумішей, а також використання води для розчинів і бетонів, що пройшли спеціальну обробку (іонізацію, вакуумну, електромагнітну і іншу обробку) або добавки субмікрокришталеві частини для виникнення реакцій гідратних новоутворень. Можливе використання електролітів для збільшення іонних процесів в розчинах і регуляцію кінетичних схем взаємодії. Використання добавок також являється регулятором структуроутворення і гідратації бетонів, покращує зміну напрямків структур бетонів і їх легкокладаємість. Добавки можуть використовуватися як функціональні - прямої дії, так і напівфункціональні, що покращують окремі характеристики бетонної суміші.

При використанні цементів високомарочних, а також активних, об'ємна

маса, відношення показників міцності та деформаційних характеристик, довговічність і структурні параметри одержаних бетонів не відрізняються від показників звичайних бетонів. Використання добавок пов'язане із зниженням витрат води затворення на виготовлення суміші за рахунок екранування активних центрів поверхні наповнювачів, що дає покращення щільності і структури поверхні (міцність механічних зв'язків, зменшення пористості). Основною технологічною операцією, що відповідає за рівень показників міцності і структури бетонів є виготовлення суміші, а одержані бетони повинні характеризуватися як високоміцні.

Перший напрямок вимагає підготовки заповнювачів шляхом механічної очистки їх поверхні від забруднення. Хімічна активація виконується з метою посилення впливу текстурних особливостей поверхні на величину адгезійних сил і ступенів структурованих водяних плівок або зміну знака заряду поверхні для інтенсифікації фізико-хімічної взаємодії. Обмазка наповнювачів бетону плівками зменшеної щільності із цементного тіста із зменшеним водоцементним відношенням на поверхні зерен наповнювачів, нанесення полімерних плівок або спеціальних сумішей на ці поверхні збільшує міцність зчеплення контактних елементів і покращення контактних зон в цілому - це один із методів першого напрямку.

В останні роки зросла роль спеціальної підготовки води затворення. В комплексах підготовки води затворення як правило передбачається активація дисперсної середи в зміні термодинамічного складу рН води, а також іонної сили розчину. Модифікація затворювача з допомогою введення з зовні необхідних комплексів, регуляторів, електромагнітного складу готових центрів кристалізації, гідратації новоутворень - це одна із складових частин першого напрямку.

Другий напрямок - це інтенсифікація процесів фізико-хімічної взаємодії складових частин бетонної суміші за рахунок технологічної схеми виробництва:

- збільшення складових частин взаємодіючих твердофазних елементів в одиниці об'єму;

- збільшення напруги енергетичних мас поверхонь;

- зниження реакційного простору;

- зміна характеру фізико-хімічного реагування та інше.

З розвитком цього напрямку пов'язано широке впровадження ефективних методів ущільнення бетонів:

- вібраційний - найбільш розвинений. Необхідна розробка вібротришків з регулюванням амплітуди і частоти;

- пресовий;

- вакуумування;

- допоміжне накраплення - екструзійне, гідродинамічне.

Максимальний ефект досягається в комбінації з тепловим, електромагнітним, ультразвуковим, радіаційним та іншими на різних стадіях формування.

В відповідності з розвитком цього напрямку теоретично можливо використовувати бетонні суміші як збільшеної жорсткості ($J > 180-250 \text{с}$), так і нормальної ($J > 1-1,5 \text{см}$), а також миттєвої ($OK > 16-20 \text{ см}$).

Вимоги до останніх можуть бути отримані в більш короткі строки при менших енерговитратах на приготування суміші. В випадку необхідності зайва вода затворення забирається на стадії формування через водозабірні елементи опалубки (вакуумування, перфорація та інші). Завдяки цьому складаються оптимальні умови для отримання структури максимальної щільності і міцності бетону при зниженні метало і енергоємності процесу виготовлення залізобетонних і бетонних виробів. Характерним для цього напрямку являється не тільки інтенсифікація об'єму і формозміни механічних дій на бетонну суміш, але і використання їх в необхідному напрямку зі зміною якісного стану суміші і кінетики структуроутворення. Бетони цієї групи відрізняються від звичайних

сумішей високою щільністю і стійкістю до агресивних середовищ, а також зниженою деформативністю. Одержуємо мінеральний каркас підвищеної жорсткості із наповнювачів різних розмірів з цементною плівкою оптимальної товщини і максимальної міцності контакту між ними. Порівняння показників міцності з масового в'язучого із його активністю в тісті нормальної густоти показує, що по реалізації потенціальної міцності використаних елементів такі бетони відрізняються від звичайних і високоміцних аналогів

Третій напрямок включає в себе комплекс вимог на ліквідацію дефектів можливих при виготовленні конструкцій, покращення параметрів процесу виготовлення суміші або зміну умов в процесі формування структури і її особливості в період експлуатації. Це:

- зниження величини інтегральної і покращення диференціальної пористості;
- збільшення кількості елементарних зв'язків в одиниці об'єму і зміцнення цих зв'язків;
- зміна ступенів і порядку розподілу напружень в бетоні методами спеціальної обробки (обробка поверхні бетону спеціальним покриттям).

Теоретично покращення якості бетонів ґрунтується на передбаченні бетону як квазістаціонарного гетерогенного капілярно-пористого тіла, сумарна пористість якого може бути знижена, а диференціальна покращена:

- за рахунок різної технології;
- твердіння виробів під навантаженням (стисканням);
- карбонізації, кальматації, каркасної модифікації еластичних або жорстких плівок (обробка поверхні плівками усадочними);
- імпрегнування органічними або неорганічними сполуками;

- термічна обробка при $t=200-350^{\circ}\text{C}$ і інші.

Покращення параметрів структурної пористості із збільшенням міцності і питомої поверхні структурних зв'язків робить якісні зміни в бетоні більш значними, а показники міцності в порівнянні із стандартними умовами більш вагомими.

Приймаючи, що структурна щільність одержується в основному процесі формування виробів або укладки бетону, одержуємо щільно упаковану полікомпонентну масу в капілярно-пористому тілі.

Між частиною взаємодії, яка визначає щільність приймають параметри ущільнення і термічної обробки виробів - це є параметром технологічної доводки. Доводка в числі операцій промислового циклу обумовлена характером пористості і нерозривності її генезису з гідратацією цементної матриці. Поглиблення гідратації і пов'язане з ним покращення розподілу пор по розмірам носять в технологічній доводці допоміжний характер. Основна увага повинна приділятися фізико-механічним та хімічним способам зниження пористості і посиленню структурних зв'язків. З цього можна зробити висновок, що процеси гідратації і структуроутворення не адекватні в часі.

Комплекс одержання високоміцних бетонів включає в себе одержання бетонополімерів і аналогічних їм компонентів, в яких для заповнення пор і матеріалів армування - імпрегната - використовують різні мономери, рідке скло, розплави сірки та інше. Раціональне використання імпрегната в'язкості дисперсної арматури відповідає умовам полімеризації в адсорбних пластах цементної матриці (в порах) з радіусом на більше 10^{-6} мм і проявлення активної хімічної взаємодії з мінеральним каркасом.

Покращення технологічних і технічних якостей бетонів шляхом зниження сумарної пористості і збільшення міцності показника структурних зв'язків або

зміни геометрії простору пор отримують методом регуляції анізотропії пор. При цьому маємо значення міцності цього зчеплення (адгезії) з поверхнею бетону в сполуці із зміцненням цього пласта за рахунок обійми, отриманої за рахунок використання полімерних добавок.

Комплекс прийомів при виготовленні конструкцій збільшує не тільки показники міцності, а й дає покращення показників таких, як довговічність, покращення зовнішнього вигляду, стійкість до агресивного середовища і збільшує міжремонтні строки експлуатації.

Таблиця 1.

Середні показники бетонів збільшеної міцності і щільності

Показники	Високомарочні	Високоміцні	Модифіковані
Міцність при стисненні, МПа	100-120	150-220	180-310
Міцність при згині ($R_{ри}$)	8-12	25-50	75-150
Міцність при розтяганні (R_p)	5-6	16-30	25-45
Активність зв'язуючого (B^a), МПа	80-140	60-100	60-140
Витрати цементу, $кг/м^3$ C_b/R_b^a	400-550	480-610	400-550
$R_{ст}/G_b$	1,15-1,25	2,0-2,5	-
$R_{пр}/R_{куб}$	0,72	0,78-0,92	0,85-0,95

Модуль пружності Еб, МПа х 10 ⁴	3,5-4,2	3,9-5,6	3,5-5,1
Сумарна пористість Пс, %	6-10	2-6	1-3
Водопоглинання, %	3-8	1-3	0-2
Морозостійкість Fс, цик	600-1000	1000-4000	3000-6000

Вивчаючи таблицю 1, можна бачити, що багато проблем експлуатації і виконання вимог щодо міцності бетонів і виробів можуть бути вирішені за рахунок модифікації. Це довговічність, зменшення ваги виробів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жмур Н.М. Интенсификация процессов удаления соединений азота и фосфора из сточных вод. - Москва: АКВАРОС, 2001. - 94 с.
2. Корбридж Д.И. Фосфор: основа химии, биохимии, технологии. - Москва: Мир, 1992. - 39 с.
3. Баженов В.И., Стыкин В.В. Современное технологическое обеспечение очистки сточных вод животноводческих комплексов. - Москва: Экология и промышленность России, 2009. - 24 с.

The article discusses the use of high-strength cements, which ensure durability, frost resistance. This allows them to be used in the design of water treatment plants and road surfaces.

Key words: indicators of high-strength concrete, density of cement test

