

ТРУБОБЕТОН ІЗ ВИСОКОМІЦНИМ БЕТОНОМ

Розглянуто використання високоміцних бетонів у трубобетонних елементах. Підібрано та експериментально отримано склад високоміцного бетону.

Ключові слова: трубобетон, високоміцний бетон.

Постановка проблеми. Сучасне будівництво характерне тим, що збільшуються висоти будівель і прольоти перекриттів, зростають кранові навантаження та збільшується вага технологічного обладнання. Все це вимагає використання конструктивних елементів, які б мали винятково високу несучу здатність при малих поперечних перерізах. Цим вимогам повністю відповідають трубобетонні стрижні, які являють собою сталеві труби, заповнені бетоном.

Трубобетон – це комплексна конструкція, що складається зі сталеві труби і бетонного ядра, що працюють спільно. Така конструкція характеризується багатьма позитивними якостями. Трубобетонні конструкції ефективні при великих стискаючих навантаженнях, тому мають меншу витрату металу і бетону в порівнянні із звичайними залізобетонними стрижнями. Металева труба-оболонка в трубобетонні виконує одночасно функції як подовжнього, так і поперечного армування. Вона сприймає зусилля в усіх напрямках і під будь-яким кутом. Бічний тиск труби перешкоджає інтенсивному розвитку мікротріщин розриву в бетонному осерді, який в умовах всебічного стиснення витримує напруги, що значно перевершують призову міцність. Одночасно сталева труба, заповнена бетоном, захищає від втрати як місцевої, так і загальної стійкості.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Світовий досвід показує, що при застосуванні трубобетону вага споруди зменшується в 2-3 рази, витрати праці в 4-5 разів, вартість у 2-3 рази порівняно із залізобетонними. Порівняно з металевими конструкціями досягається зниження вартості до 40% при зменшенні витрат сталі в 2-3 рази [1].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Вітчизняними і зарубіжними вченими виконані значні дослідження в області вивчення властивостей трубобетону. Дослідники відзначають визначальний вплив на міцність трубобетонних елементів масштабного фактора, відсотка армування, міцності сталі і бетону. Однак застосування бетонів класів за міцністю на стиск понад С 32/40 в нашій країні не достатньо вивчено[1]. У трубобетонних дослідних зразках застосовувалися, в основному бетони класів за міцністю на стиск С 12/15 – С 32/40. Доцільність застосування високоміцних бетонів підтверджено закордонним досвідом проектування трубобетону [5].

Метою статті є пошук шляхів використання місцевої сировинної бази для виготовлення високоміцних бетонів, що дозволить розробити програми проведення експериментальних досліджень особливостей роботи під навантаженням трубобетонних елементів із високоміцним бетоном.

Основний матеріал і результати. Особливістю структури цементного бетону як композиційного матеріалу є високий ступінь її неоднорідності, що обумовлює виникнення дефектів, які знижують фізико-механічні властивості бетону. Найбільш потенційно дефектним елементом структури бетону є контактна зона між цементним каменем і крупним заповнювачем, у зв'язку з чим один з основних напрямів вдосконалення структури бетону з метою підвищення його міцності і довговічності реалізується через зменшення розмірів крупного заповнювача із 20-40 мм до 3-10 мм (дрібнозернисті бетони) або 0,4-2,5 мм (тонкозернисті або реакційні порошкові бетони) [7]. Недоліком дрібно- та тонкозернистих бетонів є висока витрата портландцементу, що зумовлює зниження їх

деформативних і експлуатаційних характеристик (підвищення усадки і повзучості, зниження морозостійкості, корозійної стійкості тощо).

Обов'язковою умовою при виготовленні високоміцних бетонів є використання пластифікаторів в якості хімічних добавок. Суперпластифікатори, введені в бетонну суміш у невеликій кількості значно впливають на структурутворення бетону. Суперпластифікатор С-3 дозволяє зменшити водопотребність бетону до 25% для різкого підвищення легкоукладальності бетонних сумішей без зниження міцності і показників довговічності бетону (при незмінному водоцементному відношенні). При його застосуванні підвищується щільність бетону, підвищується вологонепроникність, тріщиностійкість, обсяг замкнутих пор, збільшується міцність зчеплення бетону і сталі [4].

В останні роки все більше застосування знаходять ефіри полікарбоксилату, які поряд з вищезазначеними ефектами володіють додатковою перевагою: структури макромолекул полімеру, які скупчуються на поверхні частинки, фактично беруть на себе функцію розпірок. Як правило, ефективність або сумісність пластифікатора з цементом і тонкодисперсних компонентами бетонної суміші, а також дозування випробовуються в ході відповідних експериментів.

При виробництві високоміцних бетонів важлива роль повинна приділятися підбору складу заповнювачів. Крива гранулометричного складу повинна проходити між еталонними кривими просіювання і володіти якомога нижчим вмістом дрібнодисперсних частинок (<0,125 мм) і дрібнозернистого піску (від 0,125 до 0,25 мм). Діаметр найбільшого зерна повинен коливатися в межах від 8 до 16 мм [3].

За допомогою кривих розсіву (рис. 1) встановлюється межа допустимої зміни співвідношення фракцій заповнювача для забезпечення структури бетону, близькою до оптимальної за умовою міцності. Область сприятливих складів відповідає оптимальному значенню поверхні зерен заповнювача та обсягу пустот.

Щоб отримати високу початкову міцність, необхідно використовувати портландцемент, який відрізняються низьким вмістом трикальцієвого алюмінату (C_3A).

Встановлено що при витраті цементу близько 500 кг/м^3 найбільш ефективно використовувати комплексну добавку, яка складається з полікарбоксилатного суперпластифікатора і активної мінеральної добавки (мікрокремнезема або високодисперсної золи-винесення).

З метою пошуку оптимального складу високоміцного бетону досліджувалося ряд складів, ситові криві заповнювача яких не виходили за межі сприятливої та допустимої області, що рекомендовані для одержання бетонів з мінімальною витратою цементу і відповідно низькою усадкою [2], [6].

Розраховані склади бетону з різним водоцементним відношенням В/Ц - 0,27; 0,25; 0,24. Для виготовлення бетонів використано: - портландцемент загально-будівельного призначення ПЦ І-500 Н (Евроцемент) м. Балаклея – 517 кг/м^3 ; - гранітний щебінь фракції 5-10 мм – 1234 кг/м^3 ; - кварцовий пісок Миколаївського родовища $M_k = 2,34$ – 594 кг/м^3 . Як модифікатори був застосований суперпластифікатор Glenium 51 на основі полікарбоксилатів з дозуванням 1% та 2% від маси цементу.

Перемішування проводилося механічно протягом 2 хв, ущільнення вібруванням – 3 хв. Витримування зразків - у формах протягом однієї доби, подальше зберігання - протягом 27 діб в приміщенні з температурою повітря $t^\circ = +20^\circ \text{C}$ при відносній вологості повітря 90%.

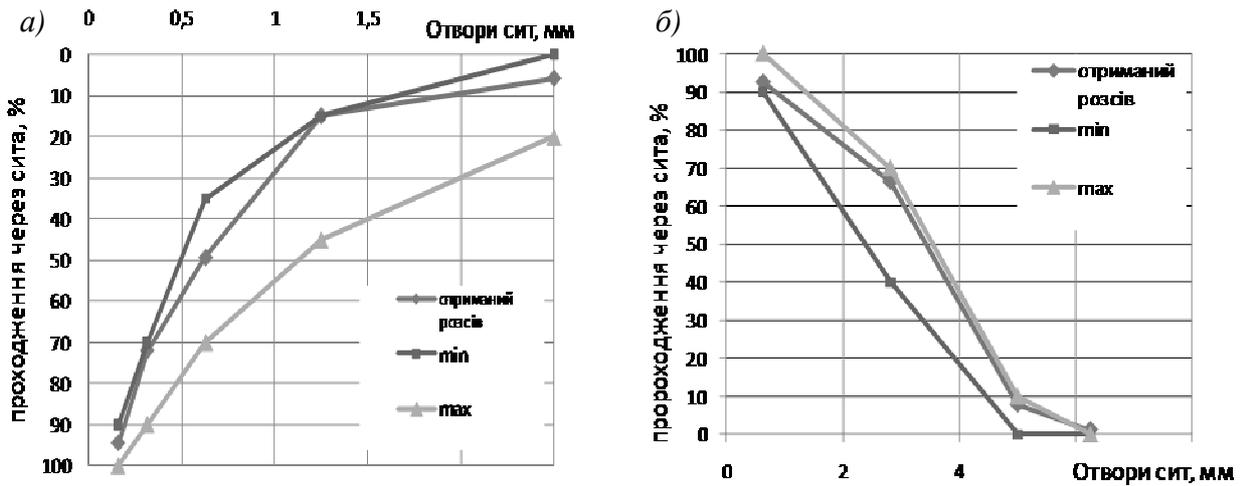


Рисунок 1 - Гранулометричний склад: а – піску; б – щебеню

В результаті проведення експериментальних досліджень були отримані бетони міцністю на стиск (рис.2) у віці 3 доби - 51МПа, у віці 28 діб - 80 МПа, яка відповідає бетону марки С 60/75

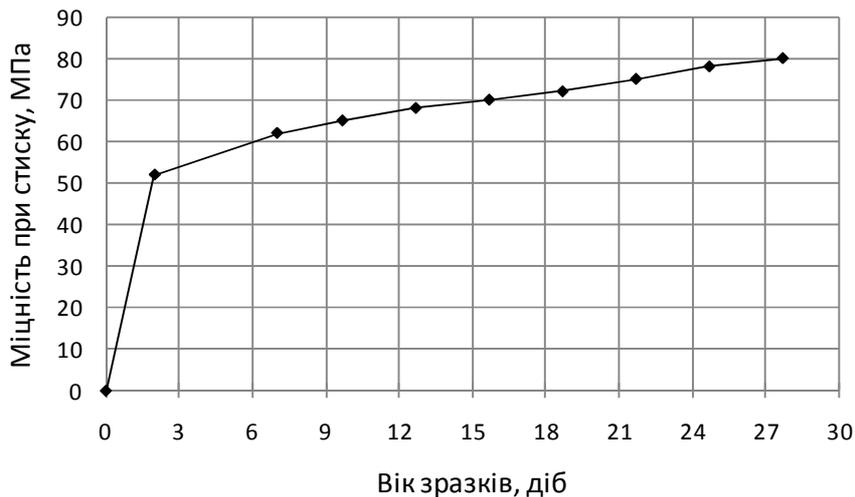


Рисунок - Зміна міцності розробленого складу бетону у різному віці

Висновки. Використання високоміцного бетону дозволить підвищити несучу здатність трубобетонних елементів при зменшенні розмірів поперечного перерізу.

Використання цементів високих марок здорощує бетонні суміші, котрі широко використовується у несучих конструкціях, тому використання звичайних цементів для виробництва високоміцного бетону зумовить економію вартості конструкції в цілому.

Література.

1. Л.І.Стороженко , Д.А.Єрмоленко, О.І.Лапенко Труробетон: Монографія. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. –309 с.
2. Берг О.Я., Щербаков Е.Н., Писанко Г.Н. Высокопрочный бетон. И.: Стройиздат, 1971. –208 с.
3. Рунова Р.Ф. Роль фракційності заповнювача у формуванні властивостей модифікованих високоміцних бетонів / Р.Ф. Рунова, И.И. Руденко, В.Троян // Современные бетоны: сб. научн. трудов. - Запорожье, 2007. с. 51-57
4. Формирование структуры высокопрочных бетонов / Р.Ф. Рунова, И.И. Руденко, В. В. Троян // Будівельні матеріали, виробу та санітарна техніка : зб. наук. праць. - Вип. 29. - Київ: товариство «Знання» України, 2008. - С.91- 97.

5. *Mechanical Properties of High Strength Concrete Filled Steel Tubular Columns / Ke Feng Tan, Lai Bao Liu// Advanced Materials Research Vols. 472-475 (2012) pp 1119-1125*
6. *Баженов Ю.М. Технология бетона. - М.: "Высшая школа", 1986. - 456с*
7. *Зайченко М.М. Високоміцні тонкозернисті бетони з комплексною модифікованою мікроструктурою // автореферат дис. . доктора техн. наук Макіївка, 2009. -37 с.*

*Л.И. Стороженко, д.т.н., проф., Д.А. Ермоленко, к.т.н. доц., О.В. Демченко, ст. преп.
Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*

ТРУБОБЕТОН С ВЫСОКОПРОЧНЫМ БЕТОНОМ

*Рассмотрено использование высокопрочных бетонов в трубобетонных элементах.
Рассчитан и экспериментально получен состав высокопрочного бетона.*

Ключевые слова: *трубобетон, высокопрочный бетон.*

*L.I. Storozhenko, Dr. Tech. Sc., Prof., D.A. Yermolenko, Ph.D., Docent, O.V. Demchenko, senior teacher,
Poltava National Technical University named by Yuriy Kondratuk*

CONCRETE FILLED STEEL TUBE WITH HIGH-STRENGTH CONCRETE

*The use of high-strength concrete in elements concrete filled steel tube and obtaining
high quality concrete.*

Key words: *concrete filled steel tube, high-strength concrete.*

Надійшла до редакції 15.09.2012

© Л.И. Стороженко, Д.А. Ермоленко, О.В. Демченко