

**МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МІЦНОСТІ
БЕТОНУ ПО ВИСОТІ ОСЕРДЯ ЗРАЗКІВ ТРУБОБЕТОНУ**

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПО ВЫСОТЕ ЯДРА ОБРАЗЦОВ
ТРУБОБЕТОННА**

**THE EXPERIMENTAL RESEARCH METHODOLOGY OF CONCRETE
STRENGTH UP THE CORE OF THE TUBE CONFINED CONCRETE
SAMPLES**

Семко О.В., д.т.н., проф., Гукасян О.М., аспірант (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, м. Полтава)

Семко А.В., д.т.н., Гукасян О.М., аспирант(Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, г. Полтава)

Semko O.V., ph. d., professor, Hukasian O.M., Postgraduate student (Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk, Poltava)

Розроблено методику і проведено дослідження фізико-механічних характеристик та мінливості міцності бетону по висоті бетонного осердя в труобетонних конструкціях при пошаровому бетонуванні

Разработано методику и проведено исследование физико-механических характеристик, изменений прочности бетона по высоте бетонного ядра в труобетонных конструкциях при послойном бетонировании

The methodology and the research of physical and mechanical properties, the changes in the strength of concrete at the height of the concrete core in the tube confined concrete constructions in the process of concreting in lifts were developed and conducted.

Ключові слова:

Труобетон, технологія бетонування, фізико-механічні характеристики бетону.

Труобетон, технология бетонирования, физико-механические характеристики бетона.

Concrete filled steel tubes members, concrete technology, physical and mechanical properties of concrete.

Постановка проблеми. Сучасне будівництво передбачає широке використання бетонних, залізобетонних та сталезалізобетонних конструкцій. Також однією з найважливіших задач, які стоять перед будівельною наукою, є забезпечення надійності будівель і споруд при одночасному зниженні їх матеріалоємності, трудомісткості та вартості на етапах проектування. Цього можливо досягти в результаті пошуку нових підходів до вивчення технології бетонування конструкцій.

В таких конструкціях раціонально використовувати поєднання бетонів різної міцності, тобто місцеве підсилення, що може зумовити значну економію матеріалів та підвищення міцності конструкції.

Огляд останніх джерел, досліджень і публікацій та виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми.

Проведений аналіз мінливості фізико-механічних властивостей матеріалів, з яких складаються сталезалізобетонні конструкції [4], свідчить, що найбільшу неоднорідність властивостей має бетон. Поміж тим, суттєвий вплив на міцність конструктивних елементів, що містять бетон, має технологія виготовлення та ущільнення бетонної суміші. Особливо, в ускладнених умовах бетонування за необхідності укладання її в обмежений простір (обойму), що характерно саме для трубобетонних конструкцій.

Дослідження впливу мінливості міцності бетонного осердя трубобетонних конструкцій довели, що наявність навіть невеликого послаблення бетонного осердя істотно впливає на несучу здатність трубобетонних елементів [5, 6, 7].

Таким чином, детальне дослідження мінливості міцності по висоті бетонних зразків з пошаровим бетонуванням є актуальною науковою проблемою.

Таким чином, **мета роботи** полягає в продовженні експериментальних досліджень впливу умов виготовлення трубобетонних конструкцій та змін фізико-механічних характеристик бетону в осерді. На міцність бетону впливають багато факторів, такі як: марка і вид цементу, водоцементне відношення, вид і міцність заповнювачів, структура бетону, умови зберігання та виготовлення. Величину міцності бетону оцінюють на підставі результатів випробувань зразків спеціальної форми (кубів, циліндрів, призм) заданих розмірів, регламентованих у різних країнах своїми нормами [1, 2, 3, 4].

Задачі та програма експериментальних досліджень трубобетонних елементів з дефектами осердя. Основною задачею експериментує дослідити мінливість фізико-механічних характеристик осердя трубобетонних елементів, при пошаровому бетонуванні. При різній міцності бетону по висоті зразка витрата цементу на 1м^3 бетону для всіх зразків рівна. Для виділенні шарів було прийнято рішення вводити пігмент, який наглядно виділив ступінь перемішування шарів бетону. Такий підхід дозволить знайти оптимальний спосіб бетонування бетонного осердя, який є основою для подальшого розроблення методики розрахунку та оцінка технічного стану

конструктивних елементів, а також розроблення рекомендацій щодо оптимізації технології виготовлення трубобетону.

Прийнята програма експериментальних досліджень передбачала випробування на стиск бетонних зразків циліндрів (зі співвідношенням розмірів $l = 4D$), що мали послаблення бетону по різній висоті зразка. Для більш чіткого виділення послаблень, слабший шар бетону виділяли за допомогою додавання пігменту. Під час проведення експерименту варійованими параметрами слугували склади бетонів на двох рівнях: бетон з середньою кубиковою міцністю при витраті цементу 250 кг/м^3 та середньою кубиковою міцністю при витраті цементу 450 кг/м^3 , при цьому середня витрата цементу на 1 м^3 для всіх варіантів досліджуваних зразків складала 350 кг/м^3 .

Таким чином, для вирішення поставленої задачі було виготовлено 20 експериментальних зразків, з яких по 10 випробувано у віці 2 доби та 28 діб двома методами.

Бетонування зразків виконувалось за різними схемами (рис. 1).Серії досліджуваних зразків:

Серія 1.1: зразки-циліндри, загальною кількістю 4 шт., що виготовлялися бетонуванням форм-оболонок бетоном різної міцності на половину висоти зразка, послаблення міцності в нижній половині зразка;

Серія 1.2: зразки-циліндри елементи, загальною кількістю 4 шт., що виготовлялися бетонуванням форм-оболонок бетоном різної міцності на половину висоти зразка, послаблення міцності в верхній половині зразка;

Серія 1.3: зразки-циліндри елементи, загальною кількістю 4 шт., що виготовлялися бетонуванням форм-оболонок бетонами різної міцності на $2/4l$ по середині та з торців на $1/2l$, послаблення міцності в середині зразка;

Серія 1.4: зразки-циліндри елементи, загальною кількістю 4 шт., що виготовлялися бетонуванням форм-оболонок бетонами різної міцності на $2/4l$ по середині та з торців на $1/2l$, послаблення міцності з торців зразка;

Серія 1.5: зразки-циліндри висотою $4d$, загальною кількістю 4 шт., що виготовлялися бетонуванням металевих форм-оболонок по всій висоті бетоном однієї міцності(рис. 2).

Бетон з меншою міцністю введено 1% пігменту від маси цементу, то досліджувані зразки мали вигляд (рис. 3).

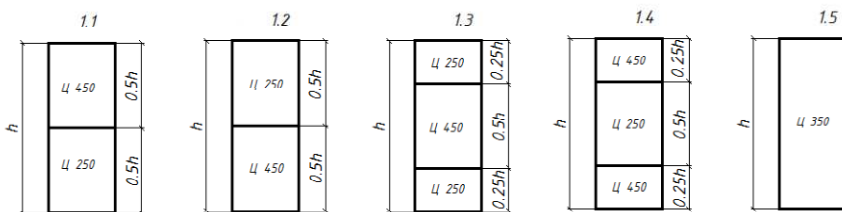


Рис.1. Схема бетонування зразків циліндрів бетоном різної міцності

Під час проведення випробувань дослідних зразків міцність фіксувалися двома методами:

неруйнівним методом – за допомогою приладу «Онiкс – 2.5», зразок розділявся на 10 рівних частин по висоті, за одиничне значення міцності бетону (матеріалу) прийнято середнє значення десяти окремих вимірювань на певній ділянці конструкції.

– руйнівним – випробуванні на стиск на персі ПГ 100.



Рис.2. Серія зразків циліндрів бетонних висотою 4d



Рис.3. Серія зразків бетонних циліндрів висотою 4d з введенням пігменту

Визначення мінливості міцності по висоті бетонних циліндрів, неруйнівним методом, відбувалося на двох зразках кожної серії. По висоті зразки розділялися на 10 рівних зон, рівних 40 мм, досліджено та знайдено середнє значення за результатами випробувань, що наведені в таблиці 1. В результаті проведених досліджень побудована крива міцності зразків (рис. 4).

Таблиця 1

Результати випробувань зразків на стик не руйнівним методом

Висота зразка	Середнє значення міцності досліджуваної ділянки, МПа				
	Серія 1.1	Серія 1.2	Серія 1.3	Серія 1.4	Серія 1.5
1h	39,1	21,2	20,1	37,6	32,0
9/10h	42,6	22,2	21,0	41,5	31,8
4/5h	43,1	20,3	22,5	45,2	34,0
7/10h	41,7	21,1	40,6	25,7	33,8
3/5h	38,7	22,5	48,7	21,5	34,8
1/2h	22,7	37,3	49,1	20,8	33,6
2/5h	20,5	41,0	45,9	21,4	33,1
3/10h	19,9	41,1	25,3	38,3	32,7
1/5h	21,7	44,8	21,2	44,0	31,6
1/10h	21,6	47,2	21,7	48,1	31,7

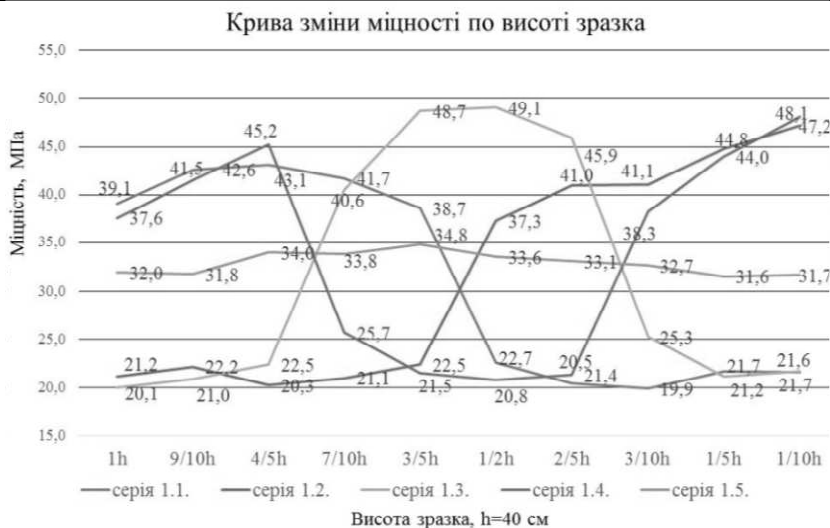


Рис.4. Крива зміни міцності по висоті досліджуваних серій зразків

Отримано значення $f_{cm,cyl}$ та $f_{cm,cil}$ МПа дослідних зразків наведені в таблиці 2.

В результаті проведення випробувань не руйнівним методом було встановлено, що максимальні середні значення міцності по висоті мають зразки серії 1.4, підвищеної міцності з торців зразків. Інші серії зразків на 5...8 % мають менші значення міцності. При цьому слід відмітити, що більша розбіжність між значеннями міцності відмічалась для зразків, у яких верхня половина забетонована бетоном з меншою міцністю (серія зразків 1.2.), ніж у зразків інших серій.

Таким чином, в результаті проведення випробувань зразків руйнівним методом отримано не передбачуваний результат. Максимальні середні значення міцності двох зразків мають зразки серії 1.3, з підвищеною міцністю бетону в середині зразка. Інші серії зразків на 20...21% мають менші значення міцності. При цьому слід відмітити, що більша розбіжність між значеннями міцності визначених руйнівним методом також притаманна для зразків, у яких верхня половина забетонована бетоном з меншою міцністю (серія зразків 1.2.). Цей факт ще раз підтверджує ефективність заповнення бетоном труб та можливість роботи трубобетонних елементів при особливих умовах бетонування. Приклади характеру руйнування зразків серій після випробування наведено на рис. 5.

Таблиця 2

Несуча здатність експериментальних зразків

Серія	Результати випробувань зразків на стик		Результати випробувань зразків на стик не руйнівним методом	
	Міцність, σ_b МПа	Середнє значення $f_{cm,cyl}$ МПа	Міцність, σ_b , МПа	Середнє значення $f_{cm,cil}$ МПа
1	2	3	4	5
1.1.	20,49	20,96	30,9	31,15
	21,42		31,4	
1.2.	18,37	19,22	29,1	30,35
	20,06		31,6	
1.3.	31,62	26,84	32,3	31,45
	22,05		30,6	
1.4.	17,45	19,58	33,8	34,40
	21,71		35,0	
1.5.	24,76	24,57	33,7	33,00
	24,39		32,3	

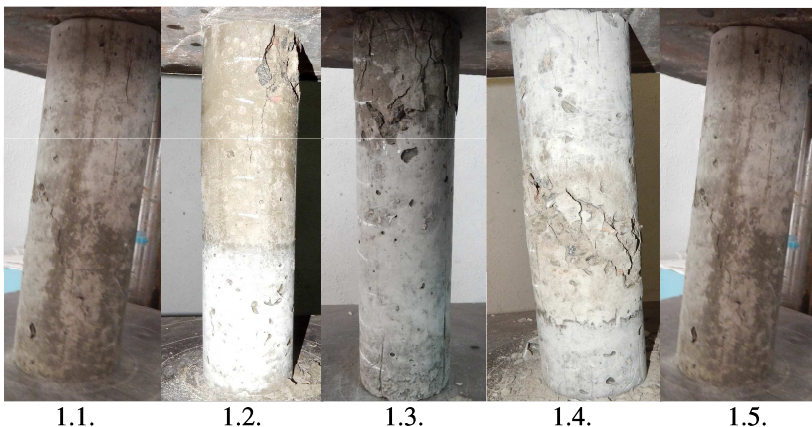


Рис.5. Характер руйнування зразків після випробування

Висновки: При випробуванні зразків-циліндрів на стиск кращий результат за міцністю показали зразки серії 1.3., що перевершує за міцністю на 9,2 % контрольні зразки серії 1.5., ця залежність спостерігається для зразків випробуваних у віці 2 та 28 діб. Аналізуючи неоднорідність міцності зразків, можна зробити висновок, що найменшу несучу здатність мають зразки, які мають дефекти бетонного осердя у вигляді послаблень які розташовані у верхній половині зразка.

1. Кинин А.И. Конструкции из стальных труб заполненных бетоном [текст] / А.И. Кинин, Р.С. Санжаровский, В.А. Труль. – Москва: Стройиздат, 1974. – 145 с. 2. Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий [текст] / А.Г. Комар. – Москва: Стройиздат, 1984. – 267 с. 3. Семко О. В. Керування ризиками при проектуванні та експлуатації сталезалізобетонних конструкцій : монографія / О. В. Семко, О. П. Воскобійник. – Полтава : ПолтНТУ, 2012. – 514 с. 4. Семко О. В. Імовірнісні аспекти розрахунку сталезалізобетонних конструкцій [Текст]: монографія / О. В. Семко. – К.: Сталь, 2004. – 316 с. 5. Семко О.В. Вплив технології бетонування осердя трубобетону на його міцність.// О.В. Семко, О.П. Воскобійник, О.М., Гукасян. Ресурсо-економічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Збірник наукових праць. – Вип. 26 – Рівне, 2013 200 – 207 с. 6. Семко О.В. Влияние технологии бетонирования трубобетонных конструкций на их несущую способность.// О.В. Семко, О.М., Гукасян. Перспективные направления инновационного развития строительства и подготовки инженерных кадров. – Брест, 2014. 7. Семко О.В. Результати випробувань трубобетонних елементів з порушеною технологією бетонування осердя.// О.В. Семко, А.В. Гасенко, О.М., Гукасян. «Нові технології, обладнання, матеріали в будівництві і на транспорті». Збірник наукових праць. – Харків, 2014.