

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РУЙНІВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК

**Якушев Є.В., студ. гр. ПЦБ-366**

*Науковий керівник – Корнесва І.Б., к.т.н., доцент*

*(кафедра Опору матеріалів, Одеська державна академія будівництва та архітектури)*

**Анотація.** У дослідженні вивчається вплив сталеві фібри на характеристики міцності бетону на прикладі циліндричної оболонки. В процесі випробувань фіксувалися навантаження, деформація, момент початку тріщиноутворення, також були заміряні тріщини, їх висота і ширина розкриття. Навантаження прикладалися рівними ступенями до руйнування.

Випробування проведено у лабораторії кафедри будівельної механіки ОДАБА на спеціально виготовленому для цих цілей стенді.

Використання сталеві фібробетону для виготовлення циліндричної оболонки дозволило збільшити її несучу здатність на 65%, тобто з 102 кН до 168 кН.

Використання сталеві фібри при виготовленні бетонної суміші дозволяє уникнути крихкого характеру руйнування конструкції.

**Актуальність.** Фіробетон, застосування якого сьогодні достатньо поширене, використовується в багатьох областях будівництва та промисловості. Це можуть бути споруди побутового та промислового призначення. Сталеві фібробетон, наприклад, йде на виготовлення фундаментів, шпал, берегозахисних смуг, настилів і мостів. Застосовується даний матеріал при облаштуванні промислових тунелів і підлог. Якщо додати до інгредієнтів сталеву фібру, то в кінцевому підсумку матеріал може використовуватися при влаштуванні посадочно-злітних смуг і при дорожньому будівництві.

Загальновідомо, що застосування сталеві фібри призводить до підвищення фізико-механічних характеристик фіробетону, а саме: міцності, деформативності, тріщиностійкості, водонепроникності, ударної в'язкості, морозостійкості тощо [1].

Фіробетон в порівнянні з звичайним бетоном:

- краще чинить опір розтягуванню і розриву;
- має більш високу пружність;
- більш стійкий до утворення тріщин;
- стійкий до дії холоду;
- несприйнятливий до токсинів і атмосферних стихій;
- довше стирається.

При цьому міцність і пластичність матеріалу теж знаходяться на гідному рівні. Якщо затверділий пласт розрізати, буде видно однорідна структура, яка на всю товщину пронизана тонкими нитками, що йдуть в довільному напрямку.

Окремо авторами [2, 3] вивчався напружено деформований стан оболонки та пропонувалися варіанти покращення конструкції.

Як відомо, головним недоліком залізобетону є крихкий обвал і в сучасній будівельній галузі це стає проблемою через непередбачуваність впливу різного роду техногенних факторів.

Одним із рішень цієї проблеми може бути використання високоміцної сталеві фібри у складі звичайного залізобетону. Не знаючи впливу фібри на властивості міцності, в даному випадку циліндричної оболонки, недоцільно виготовляти відразу повнорозмірні зразки для дослідження. Тому лабораторне випробування циліндричних оболонки зі сталеві фібробетону представляються актуальними.

Метою даної роботи є експериментальне дослідження несучої здатності циліндричної оболонки шляхом проведення натурних статичних випробувань в лабораторних умовах.

У дослідженні вивчається вплив сталеві фібри на характеристики міцності бетону на прикладі циліндричної оболонки.

На рис. 1 показана фібробетонна циліндрична оболонка, на якій лежать металеві «ремні», що при збільшенні тиску в домкратах, які знаходяться знизу, починають діяти з вертикальним навантаженням. Для вимірювання деформацій на поверхню були прикріплені індикатори годинникового типу та наклеєні тензодатчики.

В процесі випробувань фіксувалися навантаження, деформація, момент початку тріщиноутворення, також були заміряні тріщини, їх висота і ширина розкриття.

Навантаження подавалося ступенями по 10% від руйнівного значення з витримкою по 10 хв. на кожному ступеню. Завантаження дослідних конструкцій зовнішнім навантаженням здійснювалося поступово, без ривків і ударів, щоб виключити вплив сил інерції.



Рис. 1. Схема випробувань

Випробування проведено у лабораторії кафедри будівельної механіки ОДАБА на спеціально виготовленому для цих цілей стенді. Силовий пристрій стенду складається з чотирьох стійок і двох опорних балок, з'єднаних між собою в один жорсткий просторовий елемент, на який спирається оболонка. Навантаження створюється за допомогою домкратів, які своєю нижньою площиною тиснуть на балочну систему. Верхній шток домкрата упирається у двотаврову балку. Для того, щоб усі зусилля врівноважувалися в межах стенду, верхня балка пов'язана з нижнім опорним просторовим елементом чотирма пластинчастими стрижнями. Кожен пластинчастий стрижень складається із чотирьох пластин перетином 50x5мм. Через кожні 24 см пластини з'єднані між собою міцними болтами діаметром 16 мм. Міцність кожного пластинчастого стрижня на розрив 200 кН.

Випробування проводилися відповідно до діючих норм [4-7].

Розроблено програму випробувань, яка регламентує робочу схему випробувань конструкцій, величини випробувальних навантажень, схеми та порядок їх застосування, розміщення та тип вимірювальних приладів, а також містить вказівки щодо проведення випробувань.

Перед початком випробувань було зроблено попередню підготовку: змонтовані навантажувальні пристрої, встановлені прилади, підмостки та огорожі, виконані роботи із попереднього завантаження випробуваної конструкції.

Навантаження надавалося рівними ступенями до руйнування. На кожному ступені фіксувалися значення навантаження і відповідні їм значення деформацій і прогинів оболонки, за якими потім будувалися графіки.

Навантаження прикладалося ступенями, що становлять до 10% від розрахункового навантаження, тобто по 10 поділів або 8 кН. Після завантаження кожного ступеню давалася

витримка для згасання деформацій та проводилися відліки за приладами. Вимірювальні прилади встановлені в тих точках та перерізах, переміщення та деформації яких є найбільш характерними для дослідної конструкції. Для вимірювання поздовжніх деформацій встановлені індикатори годинного типу в кількості 16 штук та наклеєні тензодатчики наскільки можна під базою індикаторів, де дозволяла поверхня бетону. Прогини вимірювалися в середині прольоту з двох сторін за допомогою прогіномірів.

При випробуваннях циліндричної оболонки зі сталевібробетону було досягнуто руйнівне навантаження 168 кН. Процес тріщиноутворення почався при навантаженні 70 кН, що склало 42% від фактичного руйнівного. Також була досліджена оболонка зі звичайного залізобетону, для неї значення руйнівного навантаження 102 кН, та навантаження початку тріщиноутворення 65 кН. Якщо проаналізувати дані, виходить приблизно однаковий момент тріщиноутворення для оболонок з різних матеріалів, але конструкція зі сталевібробетону на 65 % міцніша від залізобетонної. Характеристики наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Експериментальні значення навантажень

Матеріал	Навантаження початку тріщиноутворення, кН	Руйнівне навантаження, кН
залізобетон	65	102
сталевібробетон	70	168

У процесі дослідження циліндричних оболонок наприкінці випробувань була помічена різниця у характері руйнування конструкцій зі вмістом сталевібробетону та без. На відміну від залізобетонної сталевібробетонна оболонка деформувалася поступово без ривків і при руйнуванні не розпалася на частини. З наведеного можна зробити висновок, що використання сталевібробетону при виготовленні бетонної суміші дозволяє уникнути крихкого характеру руйнування конструкції.

**Висновки та результати.** Використання сталевібробетону для виготовлення циліндричної оболонки дозволило збільшити її несучу здатність на 65 %, тобто з 102 кН до 168 кН.

Використання сталевібробетону при виготовленні бетонної суміші дозволяє уникнути крихкого характеру руйнування конструкції.

#### Література:

1. Неутов С.П., Корнеєва І.Б. Влияние стальной фибры на прочностные и деформативные свойства фибробетона. Вісник ОДАБА. Одеса, 2019. №76 С. 63-70.
2. Blachut J. Plastic loads for internally pressurized toroidal shells. Trans. ASME. J. Pressure Vessel Technol. N 2, 2005, т.127, с. 151-156.
3. Мерзляков В.А. Упругопластическое состояние цилиндрических оболочек некругового сечения. Доп. Нац. АН України №7, 2007, с. 65-71.
4. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками. ДСТУ Б.В.2.7-214:2009. [чинний від 2009-12-22]. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 43 с. (Національний стандарт України).
5. Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови.:ДСТУ Б В.2.6-2:2009. [чинний від 2010-10-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 29 с. (Національний стандарт України).
6. Бетонні і залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6- 98:2009. Офіц. вид. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с. (Конструкції будинків і споруд. Державні будівельні норми України).
7. Изделия строительные бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости: ДСТУ Б В.2.6-7-95 (ГОСТ 8829-94). [Введен с 1995-11-16]. К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1997. IV, 30 с. (Національний стандарт України).