

**М.О. Харченко, аспірант*

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ГРАНИЧНИХ ФІБРОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ФУНДАМЕНТНИХ БАЛОК ТАВРОВОГО ПРОФІЛЮ ПРИ КОСОМУ ДЕФОРМУВАННІ

У статті наведено методику експериментальних досліджень залізобетонних фундаментних балок таврового профілю, які зазнають косоного деформування. За розробленою методикою можливо експериментально встановити залежність граничних значень фібрових деформацій бетону стиснутої зони від кута нахилу площини дії зовнішнього навантаження, кількості розтягнутих стрижнів арматури та їх розташування.

***Ключові слова:** граничні фіброві деформації, таврова фундаментна балка, косо деформування.*

**М.А. Харченко, аспірант*

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРЕДЕЛЬНЫХ ФИБРОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФУНДАМЕНТНЫХ БАЛОК ТАВРОВОГО ПРОФИЛЯ ПРИ КОСОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ

В статье приведена методика экспериментальных исследований железобетонных фундаментных балок таврового профиля, которые подвергаются косому деформированию. С помощью данной методики возможно экспериментально установить зависимость предельных значений фибровых деформаций бетона сжатой зоны от угла наклона плоскости действия внешних нагрузок, количества растянутых стержней арматуры и их расположения.

***Ключевые слова:** предельные фибровые деформации, тавровая фундаментная балка, косое деформирование.*

**М.О. Kharchenko, post graduate student*

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

THE METHOD OF EXPERIMENTAL STUDY OF LIMITING FIBER STRAIN OF NON-UNIPLANER BENDED REINFORCED CONCRETE FOUNDATION T-BEAMS

The method of experimental study of non-uniplaner bended reinforced concrete foundation T-beams is considered in this article. It's possible experimentally to establish the dependence of the limit fiber strain of concrete compressed zone from the angle of the power plane, area reinforcement and its location using this method.

***Keywords:** limiting fiber strain, foundation T-beam, non-uniplaner bended.*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. Переважна частина залізобетонних конструкцій та їх елементів зазнають складного силового деформування. Не зважаючи на існуючий досвід проектування складно-напружених конструкцій [1 – 9], питання розрахунку їх

міцності, жорсткості та тріщиностійкості в нормативній та науково-технічній літературі висвітлено поки що недостатньо. Це зумовлено відсутністю достовірних експериментально обґрунтованих методів їх розрахунку. Тому залізобетонні елементи, що зазнають складного силового деформування, потребують подальшого всебічного теоретичного та експериментального дослідження їх роботи. При цьому накопичення експериментальних даних і зіставлення їх надалі з результатами розрахунків на основі деформаційної моделі дозволяє враховувати особливості роботи елементів при косому згинанні та підготувати рекомендації щодо вдосконалення методики їх розрахунку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Питанням експериментальних досліджень міцності залізобетонних елементів таврового профілю, що зазнають косоного деформування, присвячено роботи багатьох учених [5 – 8 та ін.]. Їх основна увага приділялася визначенню руйнівного навантаження. При цьому параметри напружено-деформованого стану: x – висота стиснутої зони бетону, θ – кут нахилу нейтральної лінії, $\varepsilon_{cu,cd}$ – граничні деформації бетону в найбільш стиснутому ребрі балки – не досліджувалися достатньою мірою.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. На сучасному етапі для з'ясування реальної роботи косозігнутих залізобетонних елементів необхідно визначення всіх параметрів, які можуть впливати на картину їх руйнування.

Тому при розробленні методики експериментальних досліджень ставилося за мету визначення залежності деформацій найбільш стиснутої фібри перерізу косодеформованої залізобетонної балки таврового профілю від зміни трьох факторів: кількість стрижнів арматури, її розташування в перерізі та кута β нахилу площини дії зовнішнього навантаження.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для проведення експериментальних досліджень застосовувалися зразки залізобетонних балок таврового профілю, що поділені на три серії залежно від кількості та розміщення поздовжньої робочої арматури (рис. 1).

Дослідні балки заармовані таким чином, щоб їх руйнування проходило по нормальному перерізу. Для цього на приопорних ділянках поперечну арматуру розташовано з малим кроком ($s=85$ мм). Для дослідження стиснутого бетону без впливу стиснутої арматури в зоні чистого згину вилучена поперечна та конструктивна арматура на довжині 1/3 частини прольоту між місцями прикладання сил. Конструкцію експериментальних зразків серії БП-1, геометричні розміри та схему їх завантаження наведено на рис. 2. Для серій БП-2 та БП-3 конструкція та схема завантаження аналогічна БП-1.

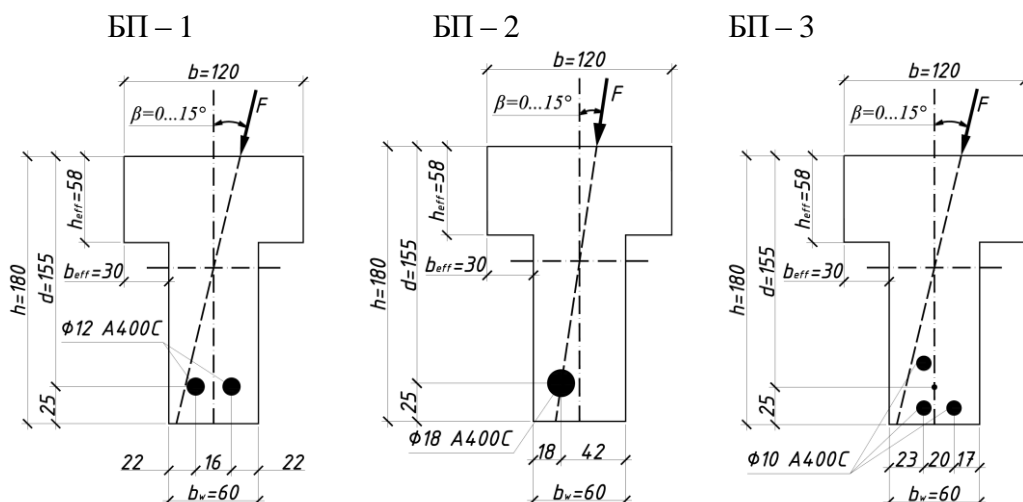


Рисунок 1 – Серії експериментальних зразків балок

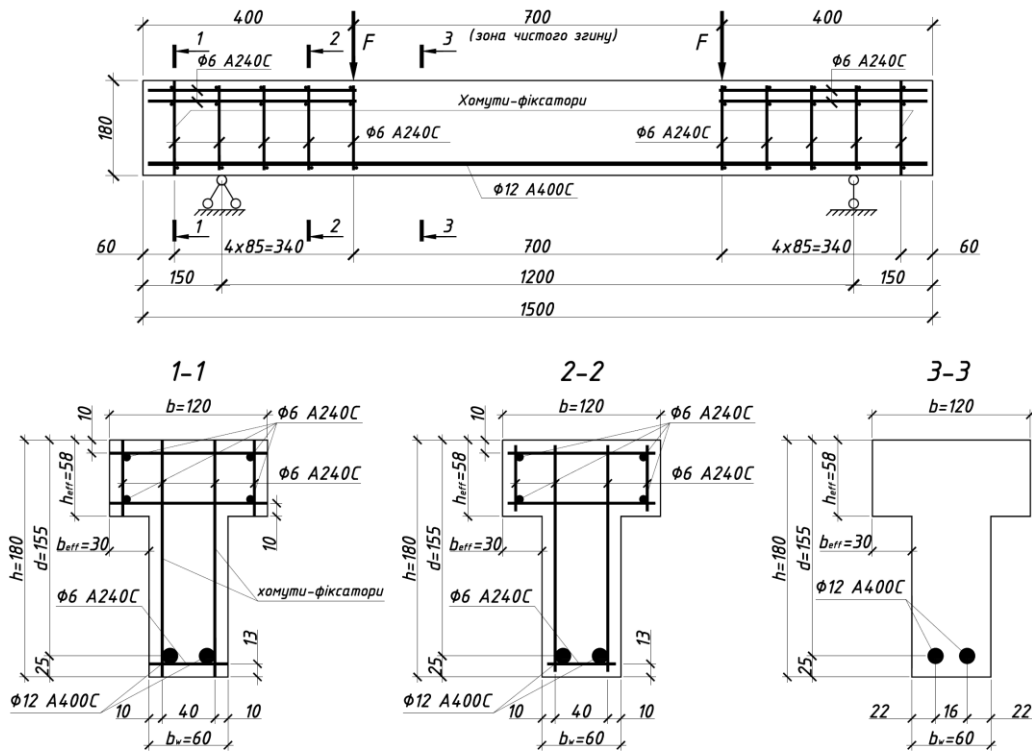


Рисунок 2 – Конструкція експериментальних зразків балок БП-1 та схема їх завантаження

Варто зауважити, що робочі стержні в розтягнутій зоні балок серій БП-1 та БП-3 розміщено таким чином, щоб координати центра ваги (x_0 ; y_0) розтягнутої арматури були однаковими. Балки серії БП-2 відрізняються від експериментальних зразків серії БП-1 та БП-3 розташуванням робочої арматури, зокрема зміщенням її по горизонталі.

Такий спосіб армування дозволить простежити, як змінюється характер поведінки під навантаженням і руйнування балок залежно від кількості стержнів розтягнутої арматури та їх розташування.

Фізико-механічні характеристики матеріалів дослідних зразків балок визначали шляхом їх стандартних випробувань [10, 11].

Випробування експериментальних зразків на дію короткочасного навантаження проводили на дослідній установці (гідравлічний прес ПГ-50) лабораторії кафедри залізобетонних і кам'яних конструкції та опору матеріалів ПолтНТУ. Схему експериментальної установки зображено на рисунку 3.

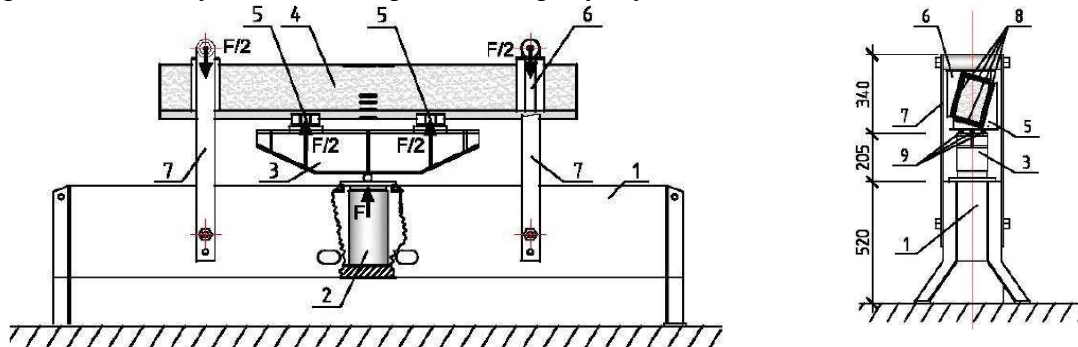


Рисунок 3 – Схема дослідної установки: 1 – жорстка база; 2 – гідравлічний домкрат; 3 – передавальна траверса; 4 – зразок експериментальної балки; 5 – завантажувальні накладки; 6 – опорні накладки; 7 – тяжі; 8 – шарніри; 9 – циліндричні котки

Експериментальні дослідження виконували відповідно до вимог [12] та інших джерел, які рекомендується використовувати при виконанні дослідних випробувань.

Дослідні зразки випробовували за схемою однопролітної вільно обпертої балки, завантаженої двома зосередженими силами в третині прольоту.

Навантаження створювалося гідравлічним домкратом (2), що спирається на жорстку базу (1). Через силорозподільчу траверсу (3) за допомогою шарнірів (7) передавалося зусилля у вигляді двох зосереджених сил. При такій схемі навантаження створюється зона чистого згину, у межах якої досліджують деформативність нормальних перерізів по висоті перерізу балок. Шарнірно-рухомий та шарнірно-нерухомий характер обпирання зразка забезпечується за рахунок шарнірів (8), котрі встановлюють на суміжні грані балки. При цьому навантаження прикладається ступенями (2% від розрахункового руйнівного навантаження).

Для одержання експериментальних значень параметрів напружено-деформованого стану для різних форм стиснутої зони бетону балки випробовувалися при різних кутах нахилу силової площини від $\beta=5^0 \dots 15^0$.

Підхід для створення складного завантаження балок при їх експериментальному дослідженні прийнято аналогічно методиці [13]. Явище косого деформування створюється за допомогою спеціально виготовлених сталевих завантажувальних (5) та опорних накладок (6), які фіксують балку в такому положенні, за якого забезпечується нахил зовнішньої силової площини під кутами $\beta=5^0 \dots 15^0$ до вертикалі. Балку встановлюють на них співвісно з базою дослідної установки, після чого закріплюють. Фактичне значення нахилу граней балки до вертикалі фіксують оптичним квадрантом КО-60 із ціною поділки 1'. Цей прилад прикладають до бічної поверхні балки в зоні чистого навкісного згинання.

Вільне деформування дослідного зразка балок у горизонтальному напрямі забезпечують встановленням під завантажувальні опори (5) сталевих циліндричних котків (9).

Для вимірювання прогинів застосовували прогиноміри типу 6 ПАО з точністю виміру 0,01 мм, що встановлювали на відстані 1/4 прольоту від опор та посередині балки.

Поздовжні деформації бетону та арматури вимірювали в середньому перерізі балки за допомогою електротензодатчиків опору з базою 50 та 20 мм відповідно, що під'єднувалися до вимірювача деформацій АИД-2М.

Фіброві деформації бетону вимірювали за допомогою 6 тензодатчиків опору з базою 50 мм, які наклеювалися на суміжні грані балок в зоні чистого навкісного згинання на ділянці довжиною 200 мм над місцем ймовірного утворення небезпечної нормальної тріщини.

Для одержання найбільш повної оцінки результатів випробувань дослідний зразок балок доводили до руйнування, тобто вичерпання несучої здатності, яке характеризується безперервним наростанням прогинів, розвитком і розкриттям тріщин у бетоні при досягненні ним максимального навантаження. При цьому на кожному ступені завантаження виконували ретельний огляд поверхні граней балок; фіксували в журналі випробувань відліки за всіма тензодатчиками як на бетоні, так і на арматурі; величина навантаження; результати виміру прогину; осідання опор та поворот балки на опорах; тріщини, що з'явилися, та ширина їх розкриття.

Висновок. Запропонована методика експериментальних досліджень роботи косозігнутих залізобетонних балок таврового профілю дозволяє отримати дані про величину граничних деформацій найбільш стиснутої фібри перерізу та оптимізувати процес проведення експерименту. А також дозволяє повною мірою оцінити вплив пріоритетних факторів на міцність і напружено-деформований стан елементів, що працюють в умовах косого деформування.

Література

1. *Handbook of Structural Engineering / Edited by W.-F. Chen, E.M. Lui. – New York: CRC Press, 2005. – 980 p.*
2. *Mehta P.K. Concrete. Microstructure, properties and materials / P.K. Mehta, P. Monterio – University of California at Berkeley: McGraw-Hill Professional, 2006. – 659 p.*
3. Павліков, А.М. Нелінійна модель напружено-деформованого стану в косо завантажених залізобетонних елементах у закритичній стадії: монографія / А.М. Павліков. – Полтава: ПолтНТУ, 2007. – 259 с.
4. Вахненко П.Ф. Современные методы расчета железобетонных конструкций на сложные виды деформаций / П.Ф. Вахненко. – К.: Будівельник, 1992. – 112 с.
5. Семко А.В. Образование и раскрытие трещин, нормальных к продольной оси косоизгибаемых железобетонных элементов таврового и Г-образного сечения: дис... канд. техн. наук : спец. 05.23.01 „Строительные конструкции, здания и сооружения“ / А.В. Семко ; Полтав. инж.-строит. ин-т. – Полтава, 1988. – 184 с.
6. Зернюк Е.В. Напряженно-деформированное состояние косоизгибаемых железобетонных элементов таврового профиля при действии эксплуатационного уровня загрузки: дис... канд. техн. наук : спец. 05.23.01 „Строительные конструкции, здания и сооружения“ / Е.В. Зернюк ; Полтава. техн. ун-т. – Полтава, 1997. – 170 с.
7. Хохлов А.Г. Влияние точности монтажа крановых рельсов на несущую способность подкрановых железобетонных балок: автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.32.01 „Будівельні конструкції, будівлі та споруди“ / А.Г. Хохлов. – Полтава, 2000. – 24 с.
8. Нелінійний розрахунок попередньо напружених таврових залізобетонних елементів з використанням ПК «Ліра 9.6» / В.С. Дорофеев, А.М. Бамбура, В.М. Карпюк, Ф.Р. Карп'юк, О.В. Степура // – Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць. – Вип. 7, Книга 2. – Київ: ДП НДІБК, 2011. – С. 134 – 144.
9. Бойко О.В. Оцінка міцності навкисно зігнутих балок на основі дволінійних діаграм деформування бетону та арматури: автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.32.01 „Будівельні конструкції, будівлі та споруди“ / О.В. Бойко. – Полтава, 2010. – 22 с.
10. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками: ДСТУ Б В.2.7-214:2009. – К. : Мінрегіонбуд, 2010. – 22 с.
11. Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение. ГОСТ 12004-81. – М. : Издательство стандартов, 1983. – 10 с.
12. Конструкції будинків і споруд. Вироби будівельні бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантажуванням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості. ДСТУ Б. В. 2.6-7-95. – К. : Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1997. – 45 с.
13. Федоров Д.Ф. Методика експериментальних досліджень фібрових деформацій розтягу косо зігнутих залізобетонних елементів у момент утворення першої тріщини / Д.Ф. Федоров // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Рівне: НУВГП, 2011. – Вип.22. – С. 505 – 511.

Надійшла до редакції 15.10.2012

© М.О. Харченко