

УДК 624.012.26

МІЦНІСТЬ І ТРИЩИНОСТІЙКІСТЬ ПРИОПОРНИХ ДІЛЯНОК ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК З КРИВОЛІНІЙНОЮ ПОПЕРЕДНЬО-НАПРУЖЕНОЮ АРМАТУРОЮ

ПРОЧНОСТЬ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ПРИОПОРНИХ УЧАСТКОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК С КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО-НАПРЯЖЕННОЙ АРМАТУРОЙ

STRENGTH AND CRACKER RESISTANCE OF SUPPORTING PARTS OF REINFORCED CONCRETE BEAMS WITH CURVILINEAR PRE-STRESSED REINFORCEMENT

Журавський О.Д. к.т.н., доц., **Козак О.В.**, інж. (Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ)

Журавский А.Д. к.т.н., доц., **Козак А.В.**, инж. (Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев)

Zhuravskiy O.D., candidate of technical sciences, docent, **Kozak O.V.**, engineer (Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv)

Наведено результати експериментальних досліджень міцності та тріщиностійкості похилих перерізів приопорних ділянок залізобетонних балок з криволінійною попередньо-напруженою арматурою.

Приведены результаты экспериментальных исследований прочности и трещиностойкости наклонных сечений приопорных участков железобетонных балок с криволинейной предварительно-напряженной арматурой.

The results of experimental studies of the strength and crack resistance of inclined sections of the supporting parts of reinforced concrete beams with curvilinear pre-stressed reinforcement are presented.

Ключові слова:

Міцність, тріщиностійкість, похилі перерізи, пост-напруження.

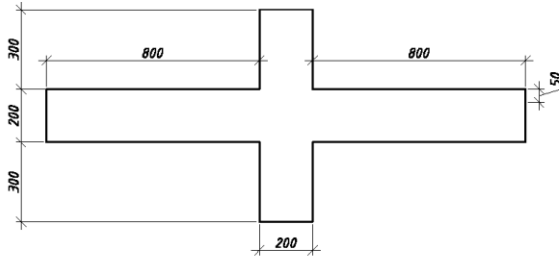
Прочность, трещиностойкость, наклонные сечения, пост-напряжения.

Strength, crack resistance, inclined sections, post-tensioning.

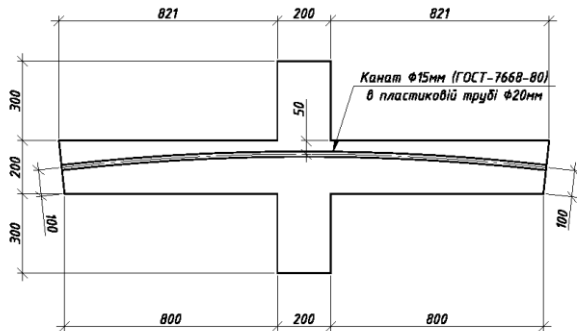
Напружена арматура без зчеплення з бетоном широко впроваджується при зведенні монолітних перекриттів цивільних та житлових будинків, паркінгів, складів та ін. Використання криволінійного армування забезпечує підвищену

стійкість на зріз, продавлювання та кручення, а також, завдяки розвантажувальному ефекту (реактивному тиску), що спричиняє зменшення прогинів і розкриття (або й взагалі уникнення) тріщин. Величина нахилу напруженої арматури має важливе значення при передачі зусиль з арматури на бетон.

Зразок КБ-3.1, 3.2



Зразок КБ-4.1, 4.2



Зразок КБ-5.1, 5.2

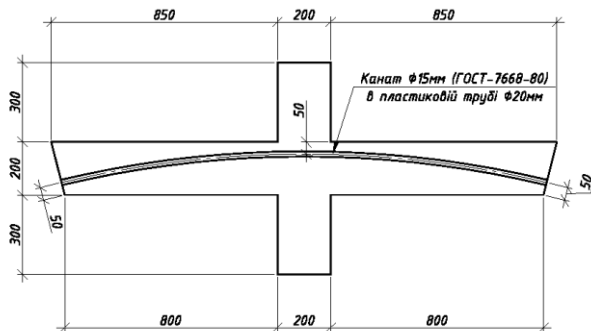


Рис. 1. Геометричні параметри (з розміщенням напруженої арматури) дослідних зразків

Для експериментальних досліджень було виготовлено три серії зразків монолітних залізобетонних проміжних вузлів (по два зразки в кожній серії). Геометричні параметри зразків із розміщенням напруженої арматури зображені на рис.1.

Армування усіх зразків ненапруженою арматурою було однаковим (рис. 2). Просторові каркаси утворені двома горизонтальними та двома вертикальними плоскими каркасами. Усі каркаси – зварні, виготовлені в заводських умовах. Для зразків серій КБ-4 та КБ-5 у якості напружуваної криволінійної арматури використовувались канати $\varnothing 15$ мм виготовлені за ГОСТ 7668-80. Канат поміщався в пластикову трубу $\varnothing 20$ мм, що влаштовувалася до бетонування. В зразках серій КБ-4 та КБ-5 кут нахилу канатів був різний (рис. 1).

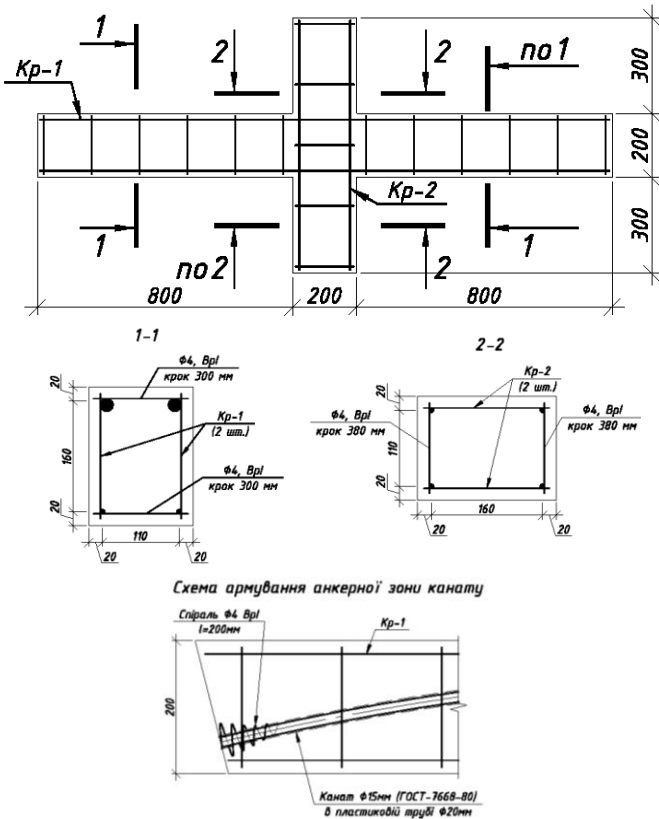


Рис. 2. Схема армування зразків не напружуваною та поперечною арматурою

Усі серії експериментальних зразків виготовлялись в заводських умовах із важкого бетону класу С25/30. Поздовжня верхня (робоча) арматура каркасів -

Ø20 мм (А400С), конструктивна (нижня) - Ø6 мм (А240С), поперечна арматура - Ø4 мм (Вр-I) з кроком 150 мм.

Експериментальні дослідження залізобетонних зразків проходили в два етапи:

1. Натяг криволінійної арматури до розрахункового зусилля, що становило 63.765 кН (крім серії зразків КБ-3). Натяг забезпечувався гідравлічним домкратом та під час випробування постійно ним підтримувався.

2. Завантаження зразків поетапним завантаженням до їх руйнування по похилим перерізам. Навантаження на зразки прикладалось симетрично, з обох боків на відстані 700 мм від осі симетрії зразка (рис. 3, 4). Величина ступенів завантаження складала - 3.924 кН (400 кг).

Під час проведення експериментів вимірювалися деформації і напруження в стиснутій та розтягнутій зонах, прогини, а також зусилля в напружуваній арматурі. Схема розміщення вимірюваного обладнання зображена на рис. 3.

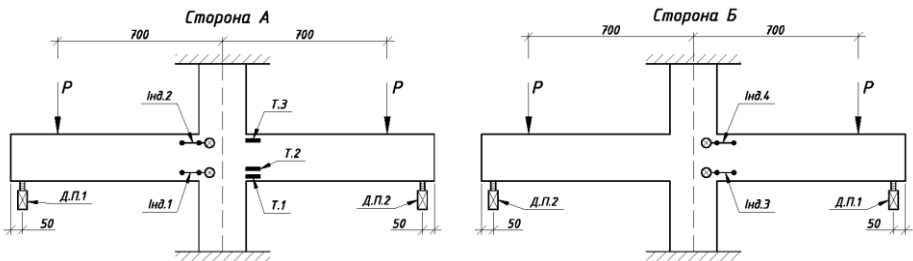


Рис. 3. Схема розміщення вимірюваного обладнання (Інд.1...4 – індикатори годинникового типу зі шкалою поділки 0,001 мм, встановлені на базі 50 мм; Т1...Т3 – тензорезистори з базою 50 мм; Д.П.1, 2 – датчики переміщень)

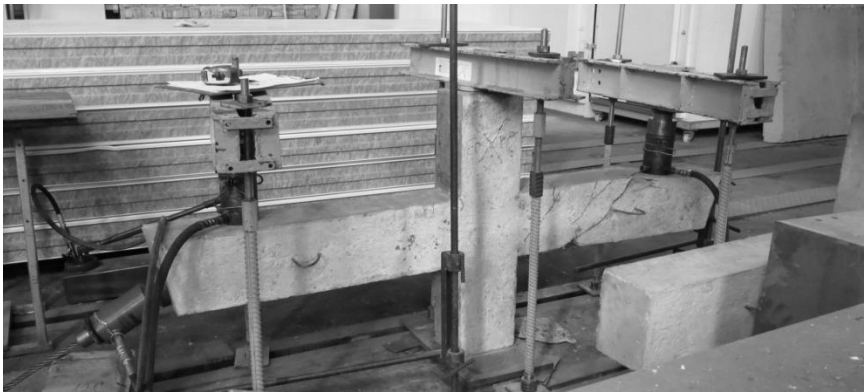


Рис. 4. Загальний вигляд випробувальної установки

Випробування усіх зразків відбувалася до їх руйнування за поперечною силою. Слід зауважити, що поява перших похилих тріщин та руйнування зразків

різних серій відбувалось на різних ступенях навантаження. Характер руйнування зразків (по серіям) та значення максимальної поперечної сили при руйнуванні зображені на рис. 5.

При випробуванні зразків серії КБ-3, на 7-ій ступені навантаження (2,8 т на кожному домкраті) спостерігалась поява перших похилих тріщин (поз. 1, рис. 5, а), що з кожною ступеню росли та розширялися, в результаті чого при навантаженні 5,6 т (на кожному домкраті) відбулося руйнування зразка по критичній похилій тріщині (рис. 5, а), проекція якої на горизонтальну вісь зразка становить – 480 мм (близько 2,5d).

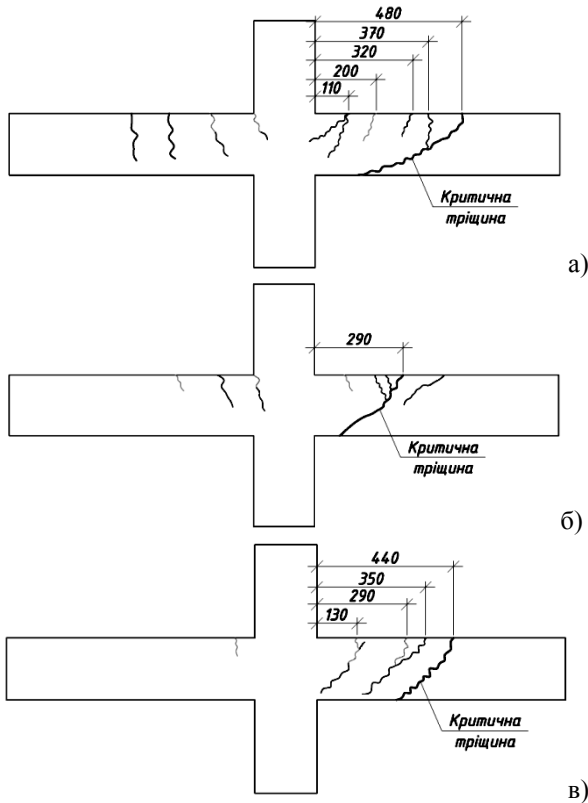


Рис. 5. Схема руйнування експериментальних зразків

Під час досліджень зразків серії КБ-4, в порівнянні із зразками серії КБ-3, спостерігалася дещо інша ситуація: поява першої похилої тріщини відбулася на 15-ій ступені навантаження (6,0 т на кожному домкраті), а уже на наступній ступені (6,4 т) відбулося руйнування зразка по цій же тріщині. Проекція критичної тріщини на горизонтальну вісь зразка становить – 290 мм (близько 1,5d, рис. 5, б).

Найбільш цікава картина спостерігалась при випробуванні зразків серії КБ-5. Поява першої похилої тріщини відбулась на 11-ій ступені навантаження (проекцією на горизонтальну вісь – 130 мм, рис. 5, в), що продовжувала свій розвиток до 16-ї ступені. При навантаженні 6,8 т (на кожному домкраті) відбулась поява 2-х інших похилих тріщин (проекціями на горизонтальну вісь 350 мм та 440 мм), які розвивались на подальших ступенях навантажень. Руйнування зразка відбулось при навантаженні в 7,6 т по крайній похилі тріщині із проекцією (на горизонтальну вісь зразка) 440 мм (близько 2,5d, рис. 5, в).

Слід зауважити, що несуча здатність зразків різних серій значно відрізняється одна від одної в залежності від наявності криволінійної попередньо напруженою арматури та кута її нахилу. Також спостерігається відмінність в тріщиноутворенні: поява тріщин в зразках із попереднім напруженням відбувалась на пізніших стадіях у порівнянні із зразками серії КБ-3.

Результати експериментальних дослідження вузлів монолітних нерозрізних балок (рам) підтвердили наявність впливу попереднього напруження (з натягом на бетон і без зчеплення з бетоном) на міцність похилих перерізів та тріщиностійкість залізобетонних елементів, а також відобразили їх залежність (несучої здатності за поперечною силою та тріщиностійкості) від кута нахилу криволінійної напружуваної арматури на бетон (без зчеплення з бетоном).

1. ДБН В.2.6.-98:2009. Конструкції будівель та споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. **2.** ДСТУ Б В.2.6.-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. **3.** EN 1992-1-1-2004: Eurocode 2: Design of concrete structures.-Part 1-1: General rules and rules for buildings. **4.** ACI 318-95 Building Code Requirements for Structural Concrete. **5.** Козак О.В., Журавський О.Д., Експериментально-теоретичні дослідження приопорних ділянок монолітних залізобетонних балок з криволінійною попередньо-напруженою арматурою // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. –К., КНУБА, -Вип. 61., 2016, С. 392-401.