

УДК 624.012

**Ф.Є.Клименко, Вол.М.Барабаш, М.Е. Волинець**  
НУ “Львівська політехніка, ІБФ, ГНДВЛ-105

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ СТАЛЕБЕТОННИХ БАЛОК, АРМОВАНИХ ПАКЕТОМ АРМАТУР**

*© Клименко Ф.Є., Барабаш Вол.М., Волинець М.Е., 2000*

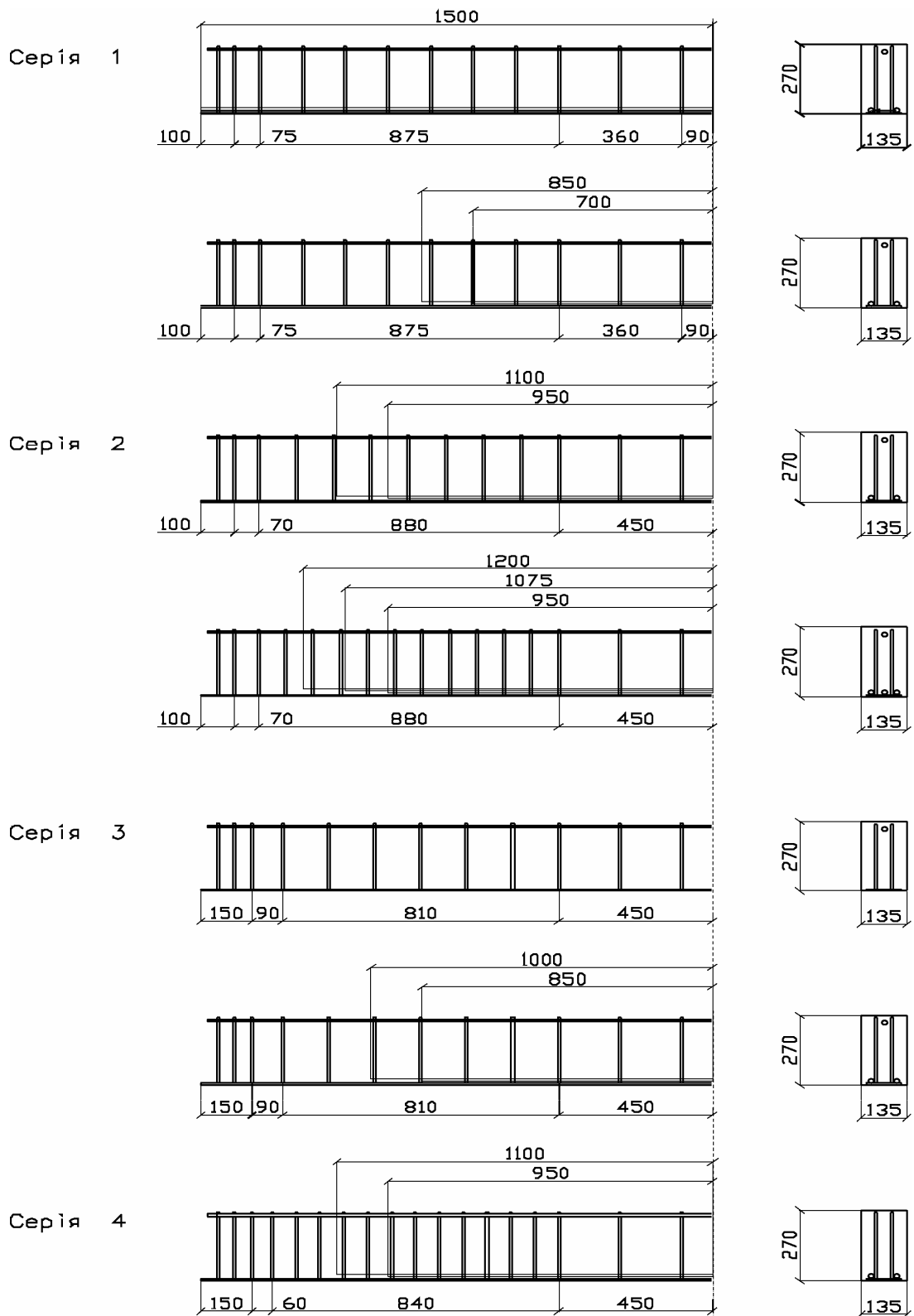
**У статті описана програма експериментальних досліджень попередньо напружених сталобетонних балок, армованих пакетом арматур, конструкції дослідних зразків, матеріали.**

Упродовж 30 років на кафедрі “Будівельні конструкції” Національного університету “Львівська політехніка” розвивається новий напрямок у галузі залізобетону – сталобетонні конструкції. Сталобетонні – це конструкції, в яких арматурна стрічка (лист), винесена на одну або обидві (верхню і нижню) грані елемента, виконує функцію арматури. Досліджувались звичайні і попередньо напружені сталобетонні елементи на статичні, динамічні, довготривалі, періодичні та інші види навантажень.

У балкових конструкціях (ригелях, перемичках тощо) по довжині прогону залежно від прикладеного навантаження міняється значення згинального моменту. Раціональною, економічно-ефективною по витраті матеріалів буде конструкція, в якій площа арматури по довжині міняється відповідно до згинального моменту. У звичайних залізобетонних конструкціях ця проблема вирішується обривом частини стрижнів по довжині. У сталобетонних конструкціях пропонується використовувати частину арматури від загальної площі листовою, а частину – стрижневою. У таких конструкціях стрижнева арматура вкладається безпосередньо на лист і може мати різну кількість стрижнів на різних ділянках залежно від діючого навантаження (тобто частина стрижнів у них може бути також обірвана). Між двома видами арматур можуть бути такі випадки контакту: а) арматурні стрижні вільно розміщені поверх листа; б) стрижні і лист зварені між собою тільки по кінцях; в) арматурні стрижні і лист зварені між собою періодично по всій довжині.

Проводились дослідження балкових елементів, армованих пакетом арматур (лист + стрижні) на дослідних зразках балок прогоном 2 700 мм, загальною довжиною 3 000 мм, розміром поперечного перетину 270×135 мм. Розміри вибрані з умови забезпечення проценту армування в межах 1,5...3,5 %, за наявності листової арматури періодичного профілю з розміром поперечного перетину 105×6 мм.

Дослідження проводили на 7 парах зразків з різним армуванням (див. рисунок). Кожен зразок мав свого аналога-близнюка. Ідентичність балок-близнюків забезпечувалась послідовним розміщенням опалубок (одна за одною в межах силового стенду), що дало можливість натягувати одним домкратом і за один прийом відповідну арматуру двох балок. Формуванням цих балок виконувалося з бетону одного замісу. Всього випробувано 4 серії зразків. Одна серія виконана без попереднього напруження.



Схеми каркасів дослідних зразків (стрижнева арматура, яка вкладається по листовій арматурі, умовно показана однією лінією і рознесена по висоті для зображення місць її обривів).

Розтягнута зона дослідних зразків армувалась одночасно двома видами арматур періодичного профілю: листовою і стрижневою (так званим “пакетом”). Залежно від розміщення по довжині зразків і способу зв'язку між листовою і стрижневою арматурами розроблено п'ять типів балкових елементів.

Перший тип – листовая арматура напружена; стрижнева арматура відсутня – базовий варіант.

Другий тип – листовая арматура напружена; стрижнева – ненапружена і вільно розміщена поверх листа по всій довжині балки.

Третій тип – листовая арматура напружена; стрижнева – ненапружена, обірвана згідно з епюрою матеріалів і вільно розміщена поверх листа.

Четвертий тип – стрижнева арматура обірвана згідно з епюрою матеріалів і приварена в місцях обривів на довжині (100 мм) до листової. Пакет з листової і стрижневої арматур попередньо напружувався.

П'ятий тип – листовая арматура ненапружена; стрижнева – також ненапружена, з обривами у відповідності з епюрою матеріалів і вільно розміщена поверх листа.

Стрижнева арматура, що обривається, заводилася за точки теоретичного обриву для анкерування на довжину  $l=20d$  ( $d$  – діаметр арматурного стрижня, який обривається).

До першої серії ввійшли дві пари балок з конструкціями каркасів, які належать до другого і четвертого типів. Балки армовані в зоні, розтягнутій від дії зовнішнього навантаження, листом і двома стрижнями  $\varnothing 16$  А-IIIв (співвідношення між арматурами 1:0.66), та одним напруженим стрижнем  $\varnothing 16$  А-IIIв в стиснутій зоні. Процент армування  $\mu$  в зоні чистого згину становив 2,83 %.

У другу серію об'єднано балки з каркасами третього типу. Перша пара армована листом і двома стрижнями  $\varnothing 16$  А-IIIв (співвідношення між арматурами 1:0.66), друга – листом і трьома стрижнями  $\varnothing 16$  А-IIIв (співвідношення 1:1). Процент армування  $\mu$  – відповідно 2,83 і 3,38 %.

Третя серія – також балки третього типу. Перша пара армована листом і двома стрижнями  $\varnothing 12$  А-IIIв (співвідношення між листовою та стрижневою арматурами 1:0.33), а друга – тільки листом (співвідношення 1:0). Процент армування відповідно 2,35 і 1,73 %.

До четвертої серії включено балки з каркасами першого і п'ятого типів. Перша пара армована тільки листом (співвідношення між арматурами 1:0), друга листом і двома стрижнями  $\varnothing 16$  А-IIIв (співвідношення між арматурами 1:0.66). Процент армування  $\mu$  відповідно 2,83 і 1,78 %.

Анкерування листової арматури забезпечувалася за рахунок її зчеплення з бетоном і анкерів. Анкерами виступали стрижні поперечної арматури  $\varnothing 8$  А-III, попарно розміщені по довжині балки. Крок поперечних стрижнів по довжині балки змінювався. У зоні чистого згину у всіх балках крок прийнято конструктивно, який числово дорівнює 180 мм. На опорах для покращання анкерування згущено розміщено три пари поперечних стрижнів  $\varnothing 8$  А-III з кроком 50 мм.

Виготовлення каркасів відбувається в два етапи. На першому етапі до листа періодичного профілю в тавр під шаром флюсу приварювали поперечні стрижні. На другому – верхні кінці поперечної арматури з'єднувалися двома стрижнями  $\varnothing 8$  А-III.

Листова арматура у всіх дослідних балках із сталі 16Г2АФ періодичного профілю з перехресними рифами, параметри яких розроблено у Національному університеті “Львів-

ська політехніка”. Вибір такої арматури зроблений на підставі попередніх досліджень. Прокатування арматури виконано на дослідно-промисловому стані 550 УкрНДІМет.

Стрижнева арматура періодичного профілю класу А-Шв одержана з арматури А-Ш методом зміцнення витяжкою на силовому стенді. Арматура витягувалась механічно за допомогою гідравлічних домкратів з контролем напружень за допомогою зразкового динамометра системи Токарева ДОС-50 і манометра насосної станції. Стрижнева арматура розтягнутої зони зміцнювалась до межі міцності листової арматури  $R_{sn}=450$  МПа, а стрижнева арматура стиснутої зони – до межі, що визначається нормами,  $R_{sn}=540$  МПа.

Бетон важкий, приготовлений на основі портландцементу марки – 600 Здолбунівського цементного заводу. Заповнювачами служили пісок кварцовий Миколаївського кар'єру; щебінь гранітний, фракції 10...20 мм, кар'єру Пінезевичі. Вода водопровідна, питна. Бетонну суміш готували перемішуванням вручну. Для пластифікації бетонної суміші застосовано поверхнево-активну речовину П-1 в кількості 2 % від об'єму води. Склад бетонної суміші за масою становив Ц:П:Щ=1:0.5:2.17 при водоцементному відношенні В/Ц=0.35. Осадка конуса – 4 см.

Отже, конструкції дослідних зразків передбачали дослідження

- а) роботи сталобетонних балок з різними типами пакетів арматур;
- б) впливу різних співвідношень площ між арматурами пакета на роботу балок;
- в) впливу обривів арматур по довжині дослідних елементів на несучу здатність, жорсткість і тріщиностійкість конструкцій.

Дослідження попереднього напруження сталобетонних балок, армованих пакетом арматур, проводили в два етапи

- обтискання зусиллям попереднього напруження з тривалою дією цього зусилля;
- випробування на згин короткодійчим прикладанням навантаження.

У результаті проведених експериментальних досліджень встановлено реальний напружено деформований стан від моменту передачі зусилля попереднього напруження до моменту фізичного руйнування описаних вище конструкцій дослідних зразків. Це дало можливість оцінити переваги і недоліки різних типів і конструкцій пакетів арматур на роботу балкових конструкцій.