

12. Пат. № 48566 Україна. Вузол з'єднання монолітного безкарітельного безбалочного перекриття з колонами зі швелерів / О.В. Семко, Т.А. Дмитренко; опубл. 25.03.2010, Бюл. № 6.

Надійшла до редакції 04.03.2011

© А.В. Семко, А.А. Дмитренко, Т.А. Дмитренко

## **УЗЕЛ СОЕДИНЕНИЯ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ПЕРЕКРЫТИЯ СО СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОЛОННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАСОНОК**

*В статье рассмотрен расчет прочности на продавливание узлов соединения сталебетонных колонн с монолитным безбалочным перекрытием, без поперечного армирования, с учетом длины пластин; проведено сравнение с экспериментальными данными.*

**Ключевые слова:** продавливание, плитные конструкции, армирование.

## **JOINT OF CONNECTION OF MONOLITHIC FERRO-CONCRETE BLOCKING WITH A STEEL-CONCRETE COLUMN WITH USE OF PLATES**

*In article calculation of definition of length of plates in knots of connection of steel-concrete columns with monolithic no - braced flooring, without cross-section reinforcing is considered; comparison with experimental data is spent.*

**Keywords:** punching shear, ferro-concrete, reinforcing.

## **ПРО РЕЗУЛЬТАТИ НАТУРНИХ ВИПРОБУВАНЬ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ РИГЕЛІВ**

*У статті наведено опис натурних випробувань сталезалізобетонних ригелів прольотом 13,5 м. Проаналізовано отримані результати та виконано порівняння експериментальних даних із теоретичними розрахунками.*

**Ключові слова:** сталезалізобетонна балка, ригель, випробування, напружено-деформований стан, експеримент.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.** Сумісне використання сталі та бетону дозволяє отримати кращі показники міцності та жорсткості конструкції, використати сталевий прокат як незнімну опалубку при бетонуванні. Труднощі в проектуванні сталезалізобетонних (СЗБ) балок вирішують, використовуючи наближені методи розрахунку, які приводять до зайвих витрат матеріалів, а в деяких випадках і до недостатньої надійності конструкцій. Існуючі методи розрахунку [1] не дозволяють урахувати особливості виготовлення збірно-монолітних сталезалізобетонних балок. Удосконалення методів розрахунку конструкцій з урахуванням усіх етапів їх виготовлення є важливим та дозволяє раціонально використати матеріали та виявити фактичні резерви сталезалізобетонних балок.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання поставленої проблеми.** Доцільність застосування сталезалізобетонних балок розглянута в багатьох дослідженнях [2–4], але дійсна робота і поведінка конструкції під навантаженням з урахуванням фізичної та геометричної нелінійностей залишаються малодослідженими. Усе більше дослідників звертаються до поглибленого вивчення деформування сталезалізобетонних та залізобетонних конструкцій із використанням нелінійних діаграм роботи бетону. Вимоги нових національних норм із проектування залізобетонних конструкцій потребують удосконалення методів розрахунку конструкцій. Основною принциповою відмінністю цих норм є повний перехід на деформаційний метод розрахунку, сутність якого полягає у тому, що враховується приріст не зусиль (дій), а деформацій у перерізі [5].

**Формулювання цілей статті.** З метою дослідження напружено-деформованого стану СЗБ балок були проведені натурні випробування двох сталезалізобетонних ригелів прольотом 13,5 м. Випробування ставили за мету отримання дійсного прогину конструкції при розрахунковому навантаженні, фіксування деформацій у крайніх волокнах перерізу та порівняння цих даних з теоретичними.

**Викладення основного матеріалу.** У статті розглядаються результати натурних випробувань двох сталезалізобетонних ригелів покриття довжиною 13,5 м. Ригелі покриття були запроектовані за завданням Світловодського заводу швидкокомунітемих будівель, для використання їх у будівлі виробничого призначення. Ригелі, що розглядаються, є комплексними сталезалізобетонними конструкціями, які складаються з листових сталевих елементів, прокатних кутиків та бетону. Випробовувалися ригелі, що вирізняються формою поперечного перерізу: ригель Б1 – підсиленим за допомогою верхньої сталеві пластини поперечним перерізом; ригель Б2 – тавровим перерізом.

Ригель Б1 вирізняється збільшеним армуванням у стиснутій зоні перерізу у вигляді металевої пластини на 2/3 довжини ригеля. Це дозволяє збільшити несучу здатність сталезалізобетонної балки в зоні дії максимального моменту. Перевага такого ригеля полягає у тому, що плити покриття спираються на опорні столики ригеля,

розташовані в середині по висоті ригеля, і таким чином зменшується загальна висота покриття. Використання сталеві пластини як стиснену арматуру дозволяє підвищити несучу здатність та зменшити розміри поперечного перерізу ригеля. Поперечний переріз ригеля Б2 має таврову форму. Це дозволяє збільшити розміри стиснутої зони перерізу й підвищити ефективність розміщення бетону в стиснутій зоні. За рахунок утворення таврового перерізу зростає стійкість конструкції та поліпшуються експлуатаційні якості навіть при односторонньому завантаженні (наприклад, при використанні ригеля як крайнього).

Креслення обох ригелів показані на рис.1, 2. Ригелі складаються з трьох поздовжніх сталевих пластин 1, 2, які з'єднуються між собою за допомогою автоматичного зварювання, прокатних рівнополічкових кутиків 3, торцевої пластини 4, арматурних стрижнів 5, ребер жорсткості 6, U-подібних арматурних анкерів 7 та верхньої сталеві пластини 8.

Експериментальні зразки були забетоновані бетоном класу В25 та витримані в пропарювальній камері, міцність кубів бетону після пропарювання становила 280 кг/см<sup>2</sup> (28 МПа). Для визначення фізико-механічних характеристик листової сталі були відібрані та оброблені сталеві смуги, вирізані із залишків листів даної партії. Результати випробувань листової арматури показали такі фізико-механічні властивості: межа текучості  $\sigma_{yn}=238,3$  МПа, тимчасовий опір  $\sigma_{un}= 334,4$  МПа, сталь віднесена за ГОСТ 27772-88 до класу С245. Геометричні розміри ригелів відповідали проектним.

Випробування ригелів відбувалося в один день, спочатку Б2, потім Б1. Загальна тривалість випробування балок становила близько 8 годин. Завантаження ригеля виконувалося за допомогою залізобетонних ребристих плит з утеплювачем розмірами 3×12 м вагою 9,6 т та фундаментних блоків СБС 24-6-6 вагою 1,9 т (рис. 4) до розрахункового значення снігового навантаження для району будівництва.

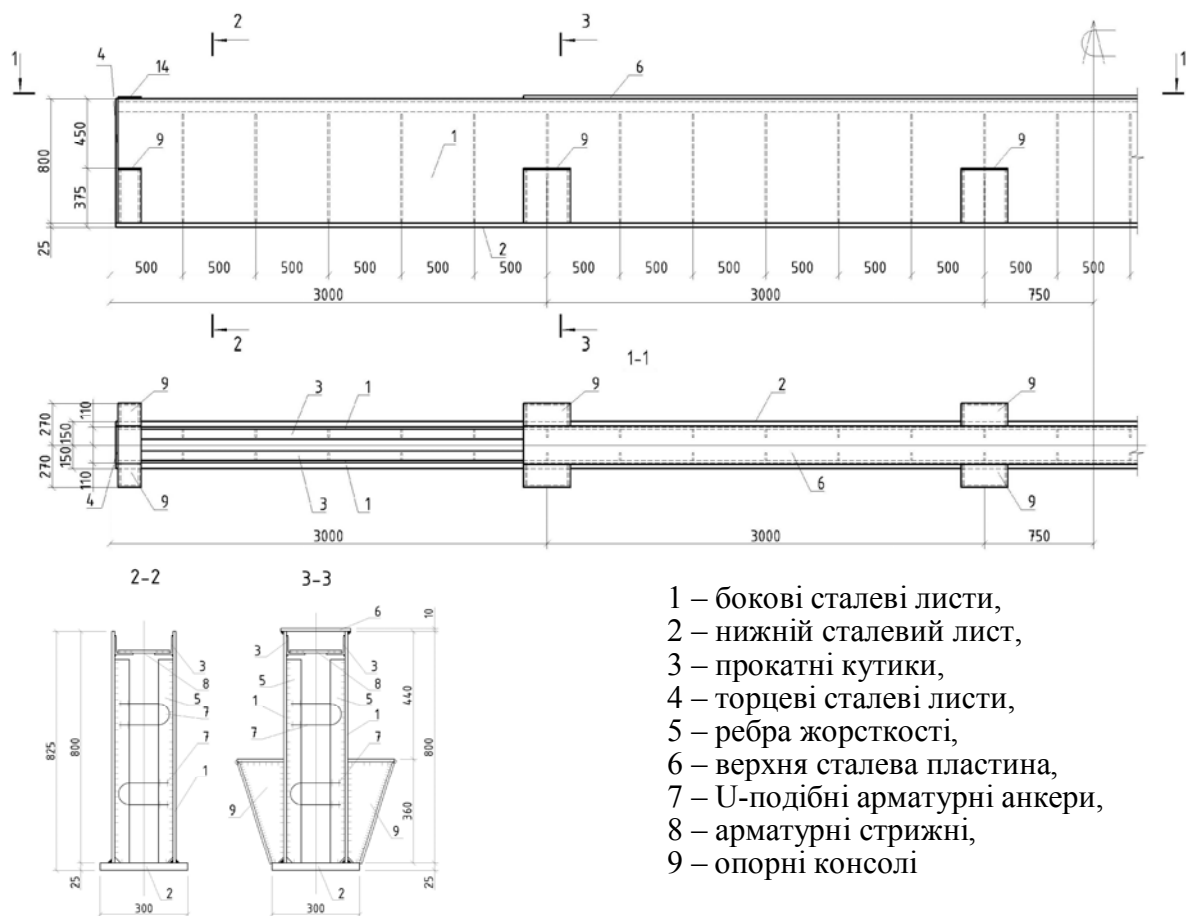


Рисунок 1 – Креслення сталезалізобетонного ригеля покриття Б1

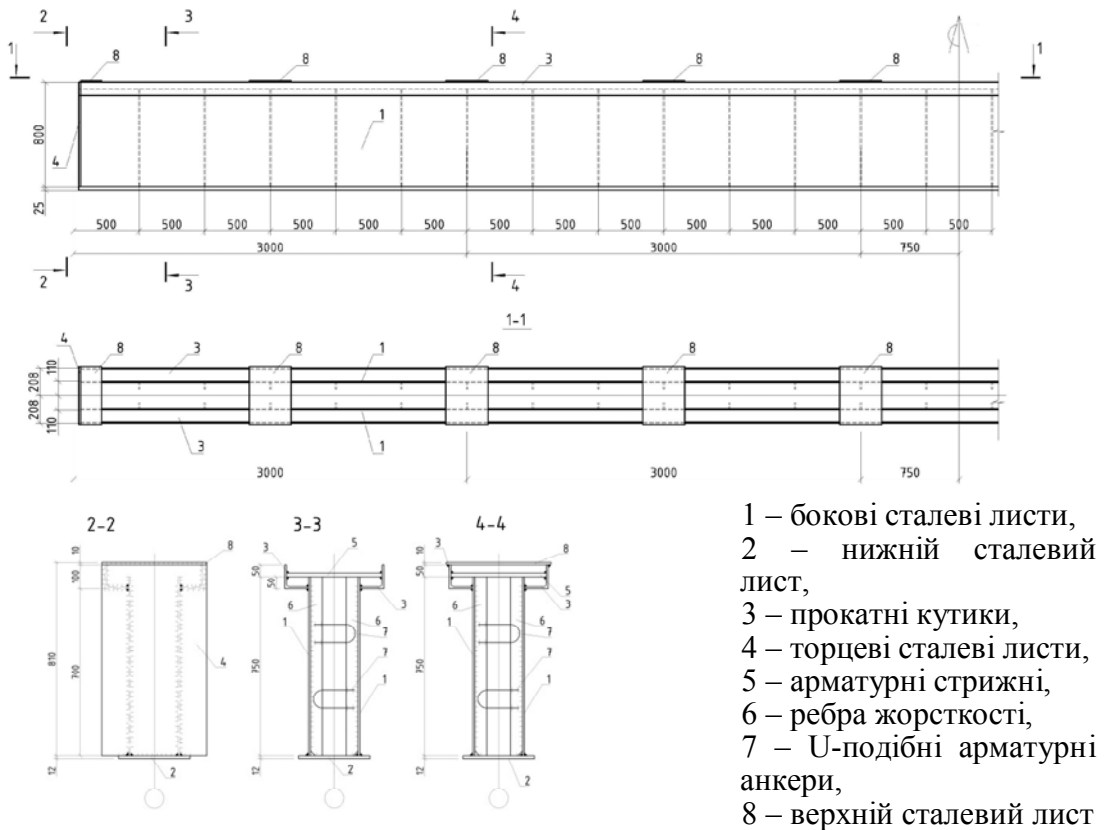


Рисунок 2 – Креслення сталезалізобетонного ригеля покриття Б2

При випробуванні ригелів зі зростанням навантаження вимірювалися поздовжні деформації та переміщення за допомогою індикаторів годинникового типу в складі месур і трьох прогиномірів типу 6 ПАО. Вертикальні переміщення (прогини) вимірювалися посередині прольоту ригеля та на опорах (рис. 3).

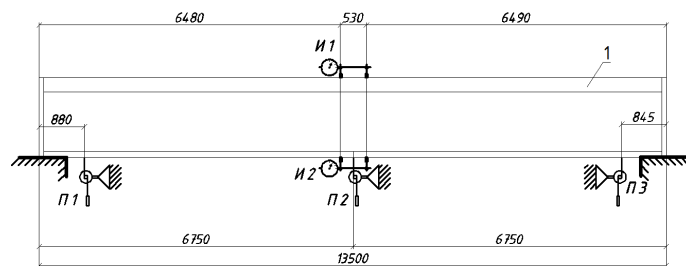


Рисунок 3 – Схема розміщення вимірювальних приладів на ригелі:  
1 – сталезалізобетонний ригель прольотом 13,5 м, що випробовувався;  
И1, И2 – месура з базою 530 мм; П1, П2, П3 – прогиноміри Аістова (6ПАО)



Рисунок 4 – Сталезалізобетонний ригель покриття Б1 під повним навантаженням

Теоретичний розрахунок балки виконувався за алгоритмом, детально описаним у роботі [6] з урахуванням фізичної та геометричної нелінійностей.

За результатами теоретичного розрахунку отримані деформації у крайніх волокнах перерізу й побудований графік залежності деформацій від згинального моменту (рис. 5).

З аналізу залежності можна сказати, що на початкових стадіях навантаження деформації носили пружний характер як у стиснутій, так і в розтягнутій зонах перерізу згинального елемента. Прояв пластичної роботи балки спостерігається при навантаженнях 70–75% від максимального.

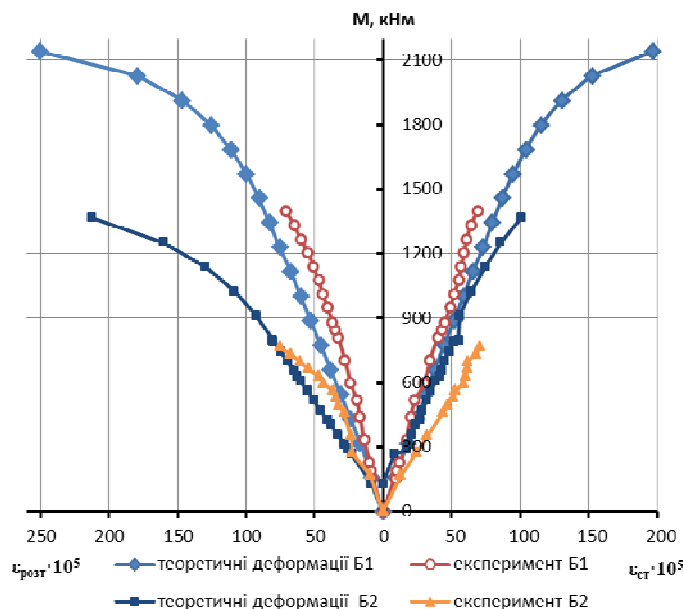


Рисунок 5 – Залежність поздовжніх деформацій крайніх стиснутих та розтягнутих фібр перерізу від величини згинального моменту в середньому перерізі ригеля

Залежність прогинів від згинального моменту для ригеля (рис. 6) показує, що вона має лінійний характер. Для ригеля Б2 експериментальні та теоретичні дані добре збігаються, а для Б1 незначно відхиляються від теоретичних розрахунків. Прогини ригелів при експлуатаційному навантаженні для району об'єкта будівництва становили для Б1 – 2,3 см, Б2 – 2,0 см; при розрахунковому навантаженні для Б1 – 3,1 см, Б2 – 2,6 см; залишковий прогин ригеля після розвантаження для Б1 – 0,8 см, Б2 – 0,7 см.

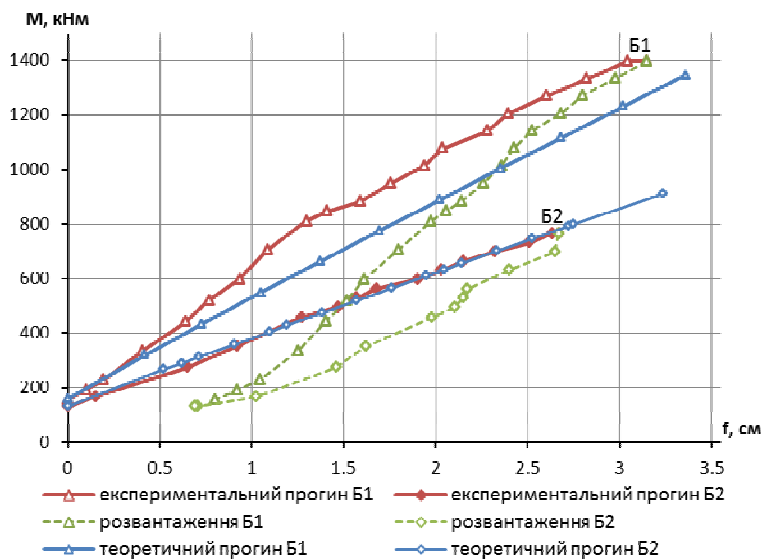


Рисунок 6 – Залежність прогинів від величини згинального моменту

**Висновки.** За результатами проведених випробувань сталезалізобетонних ригелів прольотом 13,5 м можна зробити такі висновки: прогини ригелів при граничному експлуатаційному навантаженні для району будівництва об'єкта не перевищували гранично допустимий прогин  $[f/l]=1/300$ , що відповідає вимогам діючих нормативних документів. Тріщин у металі, відшарування стінок ригеля від бетону відмічено не було. Дані ригелі допускається використовувати як ригелі покриття під панелі  $3 \times 12$  м вагою 9,1 т у безкранових будівлях у районі об'єкта будівництва за умови приварювання полиць панелей до стінки ригеля відповідно до проекту.

#### *Література*

1. *Руководство по проектированию железобетонных конструкций с жесткой арматурой / НИИЖБ, ЦНИИПромзданий. – М.: Стройиздат, 1978. – 54 с.*
2. *Семко, О.В. Імовірнісні аспекти розрахунку сталезалізобетонних конструкцій: монографія / О.В. Семко. – Полтава: ПолтНТУ, 2004. – 320 с.*
3. *Стороженко, Л.І. Згинальні залізобетонні елементи, армовані сталевими листами / Л.І. Стороженко, О.В. Семко, О.В. Сколибог // Будівельні конструкції. – Вип. 59, кн. 2. – К.: НДІБК, 2003. – С. 31–39.*
4. *Чихладзе, Э.Д. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных балок / Э.Д. Чихладзе, А.Г. Кислов, А.В. Крухмалёв // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва. № 664. – Львів, 2010. – С.318–322.*
5. *Основні положення розрахунку бетонних та залізобетонних конструкцій за національним документом (ДБН), що розробляється / Бамбура А.М., Гурківський О.Б., Безбожна М.С., Дорогова О.М. // Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій: зб. наук. статей. – Львів: Каменяр, 2009. – Вип.8. – С.125–134.*
6. *Семко, О.В. Визначення напружено-деформованого стану нормального перерізу збірно-монолітного ригеля за деформаційним методом / О.В. Семко, Д.В. Бібік, А.А. Орліковський // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва. № 664. – Львів, 2010. – С.332–336.*

*Надійшла до редакції 21.04. 2011*

*© О.В.Семко, Д.В. Бібік*

## **О РЕЗУЛЬТАТАХ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РИГЕЛЕЙ**

*В статье приведено описание натурального испытания сталежелезобетонных ригелей пролётом 13,5 м. Проанализированы полученные результаты и выполнено сравнение экспериментальных данных с теоретическими расчётами.*

**Ключевые слова:** *сталежелезобетонная балка, ригель, испытание, напряженно-деформированное состояние, эксперимент.*

## **ABOUT THE RESULTS OF THE FULL-SCALE EXPERIMENT OF COMPOSITE STEEL CONCRETE BEAMS**

*The article is about the full-scale experiment of composite steel concrete beams with the span 13,5 m. The analysis of the results and comparison of experimental data with theoretical calculations is performed.*

**Keywords:** *composite beams, experiment, deflected mode.*