

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ  
ІВАНА ПУЛЮЯ

**КУЦИН РУСЛАНА ОЛЕКСАНДРІВНА**

УДК 624.012

**МІЦНІСТЬ СТАЛЕБЕТОННИХ БАЛОК АРМОВАНИХ РОБОЧОЮ  
ПОЗДОВЖНЬОЮ АРМАТУРОЮ**

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2018

Роботу виконано на кафедрі будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, доцент  
**Ковальчук Ярослав Олексійович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя, завідувач кафедри

**Рецензент:** **Лупійчук Сергій Ігорович,**  
генеральний директор ПП «Агата-Буд», м. Тернопіль.

Захист відбудеться 22 лютого 2018 р. о 10:00 годині на засіданні екзаменаційної комісії №7 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, навчальний корпус №2, ауд. 35.

Секретар екзаменаційної комісії

\_\_\_\_\_

Міщук О.І.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** У роботі досліджено новий напрямок армування залізобетонних конструкцій з зовнішнім листовим армуванням, так званих сталобетонних конструкцій. Використання таких конструкцій дозволяє збільшити корисне навантаження на них, розміри прольотів, зменшити висоту несучих балочних елементів та їх металоємність, розширити область використання залізобетону.

**Мета роботи** полягає у визначенні несучої здатності, жорсткості, тріщиностійкості сталобетонних конструкцій з зовнішнім листовим армуванням та робочою поздовжньою арматурою.

### **Завдання дослідження:**

- дослідити міцність сталобетонних балок з зовнішньою гладкою листовою арматурою та вставними незалежними плоскими каркасами;
- визначити вплив робочої поздовжньої арматури на параметри напружено-деформівного стану конструктивних елементів сталобетонних конструкцій при навантажуванні.

**Об'єкт дослідження** – деформування і руйнування сталобетонних балок, армованих робочою поздовжньою арматурою.

**Предмет дослідження** – міцність сталобетонних балок армованих робочою поздовжньою арматурою.

**Методи дослідження** – натурний силовий експеримент виконано випробуванням зразків на розривній машині з одночасним записом діаграм розтягу. Бетонування зразків розміром 120x240, прольотом 2000 мм, довжиною 2300 мм в кількості двох штук проведено у металевій опалубці з природним твердінням впродовж 28 діб. Ущільнення бетону виконано на вібростолі впродовж 18 хвилин. Дослідження сталобетонних балок з зовнішньою гладкою листовою арматурою та робочою поздовжньою арматурою, проводилось на дослідному стенді. Момент утворення тріщин визначався за показами тензорезисторів, які наклеєні на бетон поблизу арматури.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

- вперше отримано співвідношення міцності і жорсткості сталобетонних конструкцій з зовнішнім листовим армуванням та робочою поздовжньою арматурою у порівнянні зі класичними залізобетонними балками з такими ж геометричними параметрами;
- отримала подальший розвиток методика проектування сталобетонних балок армованих робочою поздовжньою арматурою

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Отримані в роботі експериментальні дані та результати узагальнення виконаних досліджень дають можливість з високим ступенем вірогідності визначати параметри напружено-деформівного стану сталобетонних конструкцій з зовнішнім листовим армуванням та робочою поздовжньою арматурою. Їх використання доцільне як при проектуванні нових конструкцій такого типу, так і для оцінювання допустимого навантаження до настання граничного стану в існуючих конструкціях, які експлуатуються.

**Апробація.** Результати досліджень доповідались на VI Міжнародної науково-

технічної конференції молодих учених та студентів. «Актуальні задачі сучасних технологій» в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя, 16-17 листопада 2017 р.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та мультимедійної презентації. Розрахунково-пояснювальна записка містить вступ, 7 розділів, висновки та перелік використаних літературних джерел. Загальний обсяг текстової частини – 114 арк. формату А4, в тому числі 7 таблиць, 24 рисунків. Мультимедійна презентація містить 16 слайдів.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **Вступі** подано загальну характеристику роботи, актуальність роботи, мету роботи, об'єкт дослідження, основні завдання, які необхідно вирішити при подальшому розв'язанні даної теми і практичну значимість отриманих результатів.

У **першому розділі «Особливості конструкції та застосування сталебетонних конструкцій з зовнішнім листовим армуванням»** охарактеризовано роль досліджуваних балок в ряді несучих будівельних конструкцій.. На основі літературного аналізу за результатами досліджень різних авторів було виявлено їх високі техніко-економічні показники і доведено, що згинані балочні елементи з зовнішнім листовим армуванням володіють підвищеною несучою здатністю, жорсткістю, тріщиностійкістю і меншою металоємністю у порівнянні зі звичайними залізобетонними.

У **другому розділі «Зміст і методика проведення експериментальних досліджень»** визначено конструкцію і обсяг зразків для натурних експериментальних досліджень, а саме дві балки перерізом 120×240 мм довжиною 2300 мм для прольоту 2000 мм (рис.1).

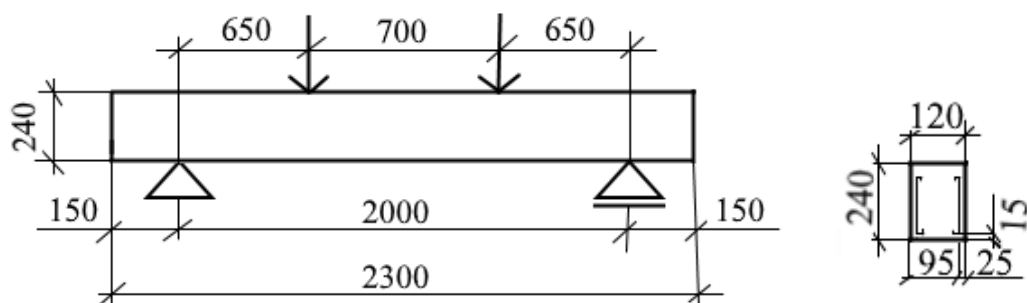


Рисунок 1 – Схема досліджуваної балки

Силовий експеримент виконано на дослідному стенді з навантажуванням від гідродомкрата ДГ-50 через розподільчу траверсу.

У **третьому розділі «Міцність сталебетонних балок з зовнішнім листовим армуванням та робочою поздовжньою арматурою»** описано характер та результати дослідження сталебетонних балок. Так виявлено, що при навантаженнях на конструкцію 27,6 кН на поверхні балок з гладкою зовнішньою арматурою починало спостерігатись утворення і розвиток тріщин з шириною розкриття 0,02 мм.

Підсилювались дослідні зразки балок арматурними стержнями без зчеплення їх з бетоном з попереднім їх розтягуванням за рахунок гвинтової пари. Натяг реалізовано на опрах опалубки (рис. 2) Під час напруження додаткової стрижневої арматури спостерігалось незначне зменшення прогинів дослідних балок та

часткове повернення деформацій бетону та арматури. Ширина розкриття тріщин, які утворилися до розвантаження дослідних балок, зменшилась.

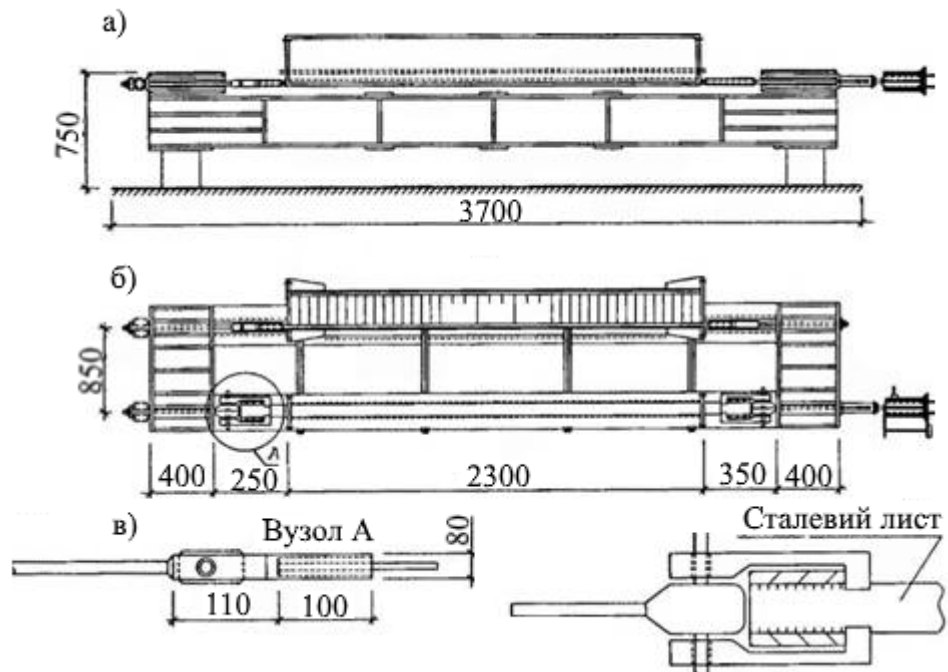


Рисунок 2 – Зображення стенду для виготовлення сталобетонних балок: а — вид збоку; б — вид зверху; в — зображення сталевих листа та вузла А

Було прикладено навантаження в розтягнутій та стисненій зоні досліджуваних зразків, внаслідок якого утворення тріщин відбувається завдяки деформаціям розтягу бетону, які викликані дією згинальних моментів. Зняття навантаження з досліджуваних сталобетонних балок зумовило зменшення їх поперечних переміщень, які залежить від розвитку залишкових непружних деформацій (рис. 3).

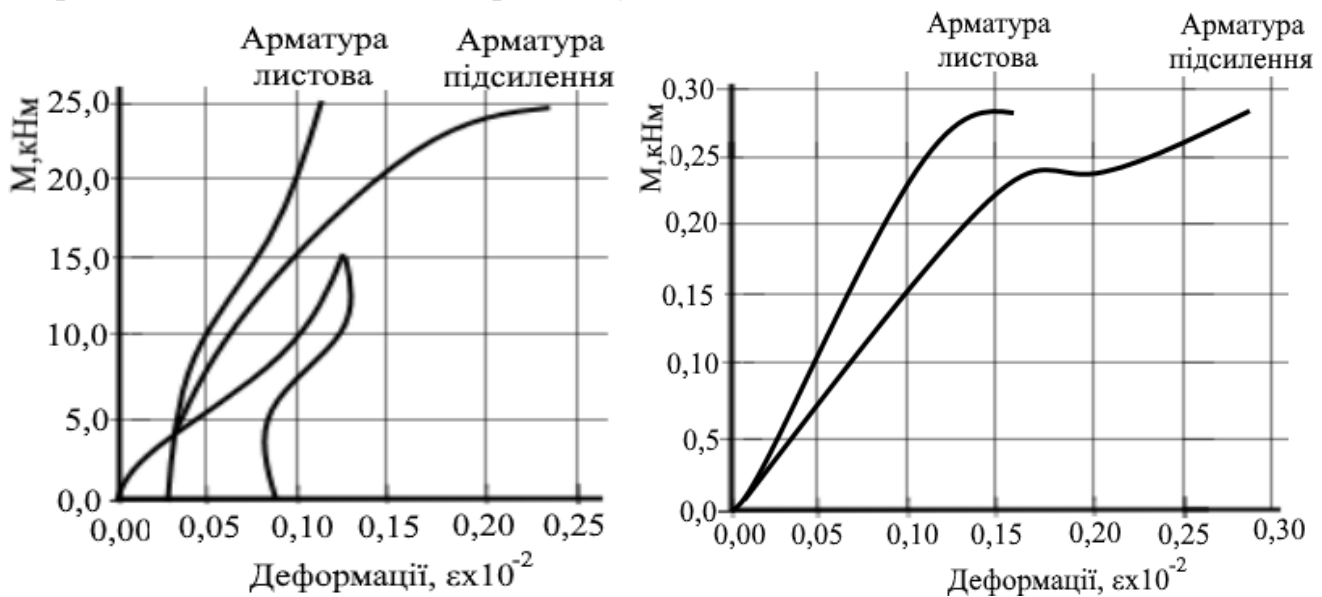


Рисунок 3 – Графіки прогинів

В процесі досліджень для виявлення поведінки зразків при знятті навантажень та визначення ролі ступеня армування на зміцнення досліджуваних балок було доведено до руйнування зразок Б1 із підсиленням до початку завантаження за допомогою її натягу на жорсткі упори.

У процесі випробування балок спостерігався початок відшарування сталевих арматурних листів від бетону ділянках біля сил завантаження зі сторони опор. Прикладення наступних сходинок навантаження викликало поширення відшарування на приопорні ділянки і у зонах "чистого" згину. Завдяки торцевим упорам зсув арматури на торцях балки по відношенню до бетону не зафіксований навіть при руйнівному навантаженні.

У **четвертому розділі «Спеціальна частина»** досліджено прогини сталобетонних балок зовнішньою гладкою листовою арматурою армованих вставними незалежними плоскими каркасами і встановлено, що на ділянці де проходить утворення тріщин та відшарування листа, графік має зломи, приріст прогинів випереджає приріст навантаження.

У **п'ятому розділі «Техніко-економічне обґрунтування»** проведено загальне техніко-економічне порівняння проектних і організаційних рішень, після проведення розрахунку річних приведених витрат по виготовленню балок, зроблено висновок, що I варіант – виготовлення балки Б-I обійдеться в 9130 тис. грн, а II варіант – виготовлення балки Б-II у 7188 тис. грн, тобто II варіант є менш затратним порівняно з I варіантом. Складено локальний і зведений кошториси.

У **шостому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуто питання характеристики об'єкта з точки зору хорони праці, законодавчі акти з охорони праці, захист виробничого персоналу об'єкта (цеху) від уражаючих факторів зброї масового ураження, оцінка впливу радіоактивного забруднення на технологічний процес виробництва і заходи захисту. Можна зробити висновок, що для забезпечення безпечної роботи людей в лабораторії необхідно дотримуватися вимог з техніки безпеки, виробничої санітарії, електробезпеки та пожежної безпеки.

У **сьомому розділі «Екологія»** розглянуто питання екологічних проблем будівельної галузі, матеріало- та ресурсозбереження будівельної галузі і зроблено висновок, що зниження ресурсомісткості будівельної продукції для будівельного підприємства є першочерговим завданням, оскільки це один з шляхів зниження витрат і підвищення рівня економічної ефективності від використання ресурсозберігаючих технологій.

## **ВИСНОВКИ**

1. За результатами виконаних досліджень сталобетонних конструкцій з зовнішнім листовим армуванням та робочою поздовжньою арматурою виявлено, що у порівнянні зі класичними залізобетонними балками з такими ж геометричними параметрами їх несуча здатність є вищою на 7,2%, а жорсткість на 6,8%, класичні показники – несуча здатність 0,94%, жорсткість – 0,24%

2. Собівартість досліджених сталобетонних конструкцій з зовнішнім листовим армуванням та робочою поздовжньою арматурою є нижчою на 8,1% у порівнянні зі

класичними залізобетонними балками з такими ж геометричними параметрами, які мають собівартість 11 481 грн.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Р.О. Куцин Міцність сталобетонних балок армованих робочою поздовжньою арматурою/ R.O. Kutsyn The strength of reinforced concrete beams reinforced with working longitudinal reinforcement// VI Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій ТНТУ імені І. Пулюя – Тернопіль., 2017. - с. 116

## **ОСНОВНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДАНІ ВИКОРИСТАНІ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ**

1. Гольшев А. Б. Железобетонные конструкции. Соппротивление железобетона. Т.1 / [ А. Б. Гольшев, В. П. Полищук, В. Я. Бачинський; под ред. А. Б. Гольшева. – К.: Логос, 2001 – 420 с. - ISBN 966-581-297-1.

2. ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції», К.: Мінбуд України, 2009. – 92 с. 7. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону», К.: Мінбуд України, 2010. – 166 с. 8. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс: Учеб. Для вузов. – М.: Стройиздат, 1991 – 767 с.

3. ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції», К.: Мінбуд України, 2009. – 92 с. 7. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону», К.: Мінбуд України, 2010. – 166 с. 8. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс: Учеб. Для вузов. – М.: Стройиздат, 1991 – 767 с.

4. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14-2009 [Чинний від 2009-12-01]. – К., М.

5. Ковальчук Я.О. Дубіжанський Д.І., Методичний посібник для виконання дипломної роботи магістра за спеціальністю “Промислове та цивільне будівництво” Тернопіль, 2013. – 49 с.

6. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Бетонні і залізобетонні конструкції монолітні. Бетонні роботи. Збірник 6: ДСТУ Б Д.2.2-3:2008 [Чинний від 2008-08-01]. – К

7. Черненко В.К., Методи монтажу будівельних конструкцій, До. 2006.

8. Швиденко В.І., Монтаж будівельних конструкцій, Харків. 2003.

## **АНОТАЦІЯ**

**Куцин Р.О. Міцність сталобетонних балок армованих робочою поздовжньою арматурою – Рукопис.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018 рік. Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

У дипломній роботі проведено дослідження міцності сталобетонних балок армованих робочою поздовжньою арматурою за допомогою напівнатурного силового експерименту. Виявлено, що у порівнянні з класичними залізобетонними балками з такими ж геометричними параметрами їх несуча здатність є вищою на 7,2%, а жорсткість на 6,8%, а собівартість нижчою на 8,1%. Запропоновано удосконалення методики проектування сталобетонних балок армованих робочою поздовжньою арматурою на підставі верифікації розрахункових показників з результатами виконаних напівнатурних досліджень.

**Ключові слова:** сталобетонна балка, прогини балок, деформації бетону.

#### **ANNOTATION**

**Kucyn R.O. The strength of steel beams reinforced with working longitudinal reinforcement - Manuscript.**

Ternopil National Technical University named after Ivan Puluj, 2018. Diploma thesis on completion of educational degree "master" for the specialty 192 - Industrial and civil construction.

In the thesis work a study of the strength of the working stalebeton beams reinforced with longitudinal reinforcement with napuntahan power of the experiment. It is revealed that compared to the classical reinforced concrete beams with the same geometric parameters of their load capacity is higher by 7.2% and stiffness by about 6.8%, but the cost is lower by 8.1%. The proposed methodology of design stalebeton beams reinforced working Postojna valves on the basis of verification of the estimated parameters the results napunta research.

**Keywords:** steel-concrete beam, beams deflection, concrete deformation.