

# Comparison of Strengthened With Ruredil X Mesh Gold and CFRP Reinforced Concrete Beams Performance

Roman Kanafotskiy<sup>1</sup>, Andriy Muryn<sup>2</sup>,  
Nazar Davydovskiy<sup>3</sup>

Bridges and Construction Machinery Department,  
Lviv Polytechnic National University,  
UKRAINE, Lviv, S. Bandery street 12,  
E-mail: <sup>1</sup>prime.lviv@rambler.ru;  
<sup>2</sup>amur@polynet.lviv.ua;  
<sup>3</sup>davidof.@gmail.com

Strengthening structures as constructively and technological measure to ensure the restoration or increase carrying capacity and reliability of individual structural elements or building in general, is an important problem with which it faced in all countries. It is vital this problem is in Ukraine, especially in the industrial sector and road construction. On public roads operated for more than 16.1 thousand bridges and overpasses, of which 93% - concrete and stone. Most of them during the long operation were major defects and damage that significantly lowered their durability and reliability, which in some areas threatens the functioning of accident-free road network. In the near future, these bridges can not be rebuilt and will be operated by growing traffic and increasing the loads on vehicles. Therefore, their preservation, enhancement and extension of service is an important task.

A study conducted in Switzerland, Germany, Japan, Holland, France, USSR, helped in creating new high-materials that were alternative metal reinforcement in concrete structures [3]. They are used now in many countries in the form of reinforcing rods, cables and cable-stayed bridges friction system with carbon, aramid and glass fibers [4].

The need of search and research materials, alternative metal armature, also connected with the problems of ecology and conservation of the environment. As noted at the session FIP Committee in Moscow in 1992, the reinforcement of concrete structures in the world annually consumes about 60 million tons of steel. However ore reserves on the planet, suitable for processing, are limited and becoming more difficult. And this production is highly energy intensive and environmentally dangerous. In the future status of the steel will be complicated, so you need to look for her replacement, including by strengthening structures.

Fiber-reinforced composite materials, depending on their composition and structure - can provide the highest among all other materials bearing strength and specific strength. Another advantage of fiber-reinforced resin - this is their moisture

# Порівняння роботи залізобетонних балок, підсилених композитними матеріалами Ruredil X Mesh Gold та CFRP

Роман Канафоцький<sup>1</sup>, Андрій Мурин<sup>2</sup>  
Назар Давидовський<sup>3</sup>.

Кафедра мости та будівельна механіка,  
Національний університет "Львівська політехніка",  
УКРАЇНА, м.Львів, вул.С.Бандери, 12,  
E-mail: <sup>1</sup>prime.lviv@rambler.ru  
<sup>2</sup>amur@polynet.lviv.ua  
<sup>3</sup>davidof.@gmail.com

*Подано результати експериментальних досліджень балок підсилених зовнішньою композитною арматурою Sika Carbodur S512 та Ruredil X Mesh Gold.*

**Ключові слова** – підсилення конструкцій, зовнішня композитна арматура, залізобетон.

## I. Вступ

В даний час гостро стоїть проблема підвищення несучої здатності мостів, будівель та споруд які не потребують капітального ремонту чи реконструкції. Ці споруди є у відносно хорошому стані вони побудовані у 70-80 р. і у зв'язку з збільшенням навантажень мають відповідати новим нормам.

В зв'язку з цим багато фірм почали розробки різних матеріалів на базі скляних, багатошарових, арамідних та вуглецевих волокон. Найчастіше на практиці вико ристовують композити на базі вуглецевих волокон. На будівельний ринок вони поставляються у вигляді окремих смуг (стрічок) і тканин (листів). Експериментальні дослідження і використання на практиці , проведені у багатьох країнах світу, у тому числі в Україні, підтвердили їх зазначені вище позитивні сторони і високу ефективність[6]

## II. Експериментальні дослідження

Для визначення ефекту підсилення за показниками міцності були проведені порівняльні експериментальні дослідження залізобетонних балок, підсилених зовнішньою композитною арматурою. Балки серії Б-I були підсилені системою Ruredil X Mesh Gold (на базі волокон з поліпарафенілен бензооксазолу), Б-II - підсилені вуглепластиковою стрічкою типу Sika Carbodur S512. Балка Б-0 випробувана непідсиленою. Б-II-1, Б-II-2, Б-II-3 підсилені по цілій нижній площі. Б-III-1 – це балки підсилені вуглецевою арматурою шириною 5см; Б-II4-0.5 відповідно 2,5см (половиною)

№ з/п	Шифр балки	Переріз балки $b \times h, \text{ м} \times 10^{-2}$	Призмova міцність бетону $R_b$ , МПа	Площа перерізу ЗКА $\text{м}^2 \times 10^4$ ( $b \times t$ , мм)	Межа міцності ЗКА $\sigma_u$ , МПа	Модуль пружності $E_f \times 10^{-5}$ МПа	Відсоток армування зовнішньої арматури, $\mu_f$ , %
1	Б-0	12×22	28,3	–	3246	1,82	–
2	БП1-1			0,12			0,456
3	БП2-2						
4	БП3-3						
5	БП1-1			0,6 (5×0,12)			0,228
6	БП1-1						
7	БП2-1						
8	БП3-1						
9	БП4-0,5			0,3 (2,5×0,12)			0,114
10	БП5-0,5						

Умовні позначення: ЗКА – зовнішня композитна арматура,

### III. Результати

Всі випробувані балки зруйнувалися внаслідок втрати несучої спроможності нормальних перерізів. Непідсилена балка марки Б-0 зруйнувалася внаслідок текучості поздовжньої робочої арматури з послідовним дробленням бетону стисненої зони. Іншим був характер руйнування підсиленних балок – вичерпання їх несучої спроможності почалося з дроблення стиснутої зони бетону. При цьому порушення зчеплення (зсуву) на припорних ділянках сіток не спостерігалось. Ефект зміцнення безпосередньо залежав від кількості підсилюючих волокон сітки. Він становив для Ruredil від 27,6% до 73,5% для CFRP від 25,2% до 63,3% (табл. 1.)

Таблиця 1

МІЦНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК

Марка балки	Руйнівне навантаження F, кН	Ефект підсил ення %
Б-0	14,7,0	-
Б-П1-1	18,8	27,6
Б-П2-2	22,5	53,1
Б-П3-3	25,5	73,5
Б-П1-1	24	63,3
Б-П2-1	24	63,3
Б-П3-1	24	63,3
Б-П4-0.5	18,4	25,2
Б-П5-0.5	18,4	25,2

### Висновок

Проведені експериментальні дослідження залізобетонних балок при різних процентах підсилення зовнішньою композитною арматурою показали ефективність такого способу підсилення. Підсилення системою Ruredil X Mesh Gold збільшилась міцності від 27,6% до 73,5%, в залежності від кількості шарів підсилюючих волокон. Збільшення міцності балок системою Sika Carbodur S512 становило від 25,2 до 63,3%.

### Література

- [1] СНиП 2.03.01-84\*. Бетонные и железобетонные конструкции. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. - 80 с.
- [2] Боярчук Б.А. Міцність, тріщиностійкість та деформації залізобетонних конструкцій при різних способах підсилення розтягнутої зони. Автореферат канд. техн. наук; 05.23.01 Львів. 2003. - 20с.
- [3] Барашиков А.Я., Сумак О.П., Боярчук Б.А. Експериментальні дослідження згинаних залізобетонних елементів підсиленних різними способами "Ресурсоекономні матеріали, конструкції будівель і споруд". Зб. наук. праць, Рівне, РДТУ, 2000 №5 с. 294-297.
- [4] Бондаренко С.В. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий. М; Стройиздат, 1990, - 352с.
- [5] Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. М.; Стройиздат, 1991,- с 199-234.
- [6] Кваша В.Г., Мельник І.В., Климпуш М.Д. Експериментальне дослідження залізобетонної мостової балки за ТП вип. 5б, підсиленої композитною стрічкою з вуглецевих волокон CFRP. // Зб. Автомобільні дороги та дорожнє будівництво; Вип.62; К.2001 р., с. 267-271.