

# Results of research technique coupling metal, basalt-plastic and fiberglass-plastic fittings with wood

Mychajlo Surmaj<sup>1</sup>, Bogdan Surmaj<sup>2</sup>,  
Andriy Kravz<sup>2</sup>, Taras Bliakhar<sup>2</sup>,  
Yuriy Ilenkov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of bridges and structural mechanics, National University Lviv Polytechnic, UKRAINE, Lviv, S. Bandera str., 12, E-mail: mychajlo\_surmaj@ukr.net

<sup>2</sup> Department of building structures and bridges, National University Lviv Polytechnic, UKRAINE, Lviv, S. Bandera str., 12, E-mail: 555taras555@ukr.net

Both fiberglass-plastic and basalt-plastic reinforcements appeared quite recently, but they have already found a wide application in the construction industry. Unique chemical durability, corrosion resistance and fireproof qualities increase the longevity of constructions and considerably reduce the need for expensive repairs.

Reinforcement steel has been used in production of all-wood and glued wood structures for rather a long period of time. The basic flaw of the production is a serious gap between the modules of materials elasticity (for wood of  $E = 1 \cdot 10^4 \text{ Мпа}$ , for steel  $E = 20.6 \cdot 10^4 \text{ Мпа}$ ), while fiberglass-plastic and basalt-plastic reinforcements have considerably less elastic modules in contrast to steel (fiberglass-plastics  $E = 5.5 \cdot 10^4 \text{ Мпа}$ , basalt-plastics  $E = 7 \cdot 10^4 \text{ Мпа}$ ). Besides, the smaller weight and higher temporary resistance of non-metallic reinforcement ensures lightness and durability of such elements.

To research the use of glued-board and non-metallic reinforced beams it was necessary to research and contrast coupling of basalt-plastic, fiberglass-plastic and reinforcement steel with wood.

The objects of the research were reinforcement bars with a crosscut of 100x92 mm glued inside the centre of wooden prisms, which were performing extension.

To perform the agglutination of wooden wedge samples there were used 46-mm-thick spruce boards, with wood humidity being 9-12 %. The coupling of reinforcement with wood was performed by epoxy glue ED-1 filled into preliminarily intagliated slots. The samples were put under the special press and left for 12 hours under the load until the complete drying-out of the glue.

The research of the reinforcement coupling with wood was performed in a way of bar withdrawal out of the wooden wedge with the use of special tightening device in a tensile-testing machine.

The samples were tested at gradual on-loading increase till the displacement of the reinforcement free end reached 0.2 mm.

# Результати дослідження зчеплення металеві, базальтопластикової та склопластикової арматури з клеєною деревиною

Михайло Сурмай<sup>1</sup>,  
Богдан Сурмай<sup>2</sup>, Андрій Кравз<sup>2</sup>,  
Тарас Бляхар<sup>2</sup>, Юрій Іленков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Кафедра мостів та будівельної механіки, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м.Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: mychajlo\_surmaj@ukr.net

<sup>2</sup> Кафедра будівельних конструкцій та мостів, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м.Львів, вул. С. Бандери, 12.

*Наведено результати експериментальних досліджень зчеплення металеві та неметалевої арматури з клеєною деревиною.*

**Ключові слова:** зчеплення арматури, довжина анкерування, клеєна деревина.

## I. Вступ

Широке застосування неметалевих композитних полімерів в оборонній, аерокосмічній та машинобудівній промисловості значно прискорило їх розвиток. На сьогодні вони впроваджуються і в інженерних спорудах. Висока міцність на одиницю маси, важкогорючість, унікальна хімічна стійкість, невіддатність корозії та електромагнітним хвилям збільшують сферу використання конструкцій армованих неметалевими композитами, а також їх довговічність і значно зменшують потребу в дорогих ремонтах [1]. Тому, є необхідним всебічне і широке вивчення роботи конструкцій армованих неметалевою композитною арматурою [2].

## II. Мета і задачі дослідження

Для вивчення роботи дощатоклеєних балок армованих неметалевою арматурою необхідно було дослідити та порівняти зчеплення базальтопластикової, склопластикової та металеві арматури клеєної у дощатоклеєні призми, які випробовувалися на висмикування. Загальний вигляд зразків зображено на рис. 1.



Рис. 1. Загальний вигляд зразків.

ГРАНИЧНЕ НАПРУЖЕННЯ  $\sigma_s$  ТА ПРОКОВЗУВАННЯ  $\delta_u$  ВІЛЬНОГО КІНЦЯ АРМАТУРИ

Серія зразків	Довжина анкерування, мм								Використання міцності арматури
	100		200		300		400		
	$\sigma_s$ , МПа	$\delta_u$ , мм	$\sigma_s$ , МПа	$\delta_u$ , мм	$\sigma_s$ , МПа	$\delta_u$ , мм	$\sigma_s$ , МПа	$\delta_u$ , мм	%
БМ	96,0	0,105	194,0	0,050	230,0	0,044	-	-	66,3
БС	60,5	0,055	121,0	0,060	157,3	0,037	219,4	0,015	27,6
ББ	60,5	0,065	121,0	0,060	133,1	0,023	219,4	0,015	17,5

В даному дослідженні необхідно було визначити силу, яку потрібно прикласти для висмикування арматури з деревини та вивчити залежність цієї сили від деревини, довжини анкерування арматури та додаткових заходів, застосованих для покращення зчеплення.

### III. Методика експериментів

Для проведення досліджень було виготовлено 14 дослідних зразків з деревини. В призмові дерев'яні зразки була вкладена арматура з діаметром 10мм. Довжина анкерування складала – 10d, 20d, 30d та 40d(d-діаметр арматури). Зчеплення арматури з деревиною здійснювалося за допомогою епоксидного клею ЕД-1 [3]. Випробування зразків виконувалося на розривній машині марки Р-10 № 2203 (ГОСТ 7855-74) за допомогою спеціальної силової рамки, запроєктованої для аналогічних випробувань [4]. Під час навантажень вимірювалося проковзування (переміщення) вільного кінця стержня відносно торця призми годинниковим мікроіндикатором з ціною поділки 0.001 мм.

За граничний стан зчеплення арматури з бетоном згідно з Британським стандартом BS 4449:1997 прийнято стан, коли проковзування (переміщення) вільного кінця стержня відносно торця призми складає  $\delta_u=0.2$ мм [5]. Для деревини цей параметр на сьогодні є ненормованим та нерегламентованим.

### IV. Результати досліджень

За викладеною вище методикою були досліджені усі дослідні зразки. Результати експериментів наведено в таблиці 1. Провівши аналіз цих результатів виконано порівняння зчеплення металеві, базальтопластикові та склопластикові арматури з клеєною деревиною при різних довжинах анкерування., згідно яких можна встановити наступне:

- при анкеруванні арматурних стержнів з  $l_{ан}=100$  мм, зусилля, яке потрібно прикласти до арматурного стержня для його висмикування становить для металевої арматури класу А400С 8кН, а для склопластикові, марки АКС, і для базальтопластикові, марки АКБ – 5 кН. Металева арматура має краще зчеплення з деревиною ніж неметалева, крім того базальтопластикові та склопластикові арматури працюють на висмикування однаково;

- при анкеруванні арматурних стержнів з  $l_{ан}=200, 300, 400$  мм так як і при  $l_{ан}=100$  мм зчеплення металеві арматури є кращим в порівнянні із зчепленням неметалевої арматури;

- рекомендуємо прийняти за граничний стан зчеплення арматури з клеєною деревиною момент коли  $\sigma_s=0,95 \cdot \sigma_{max}$ .

### Висновок

За результатами досліджень виявлено, що неметалева арматура практично дуже мало включається в спільну роботу з деревиною.

Металева арматура класу А400С, має краще зчеплення в порівнянні з неметалевою арматурою, марки АКБ і АКС, за рахунок вищих рифів. Для арматури марки АКБ і АКС необхідно збільшити висоту рифів, або застосовувати анкерні пристрої.

Встановлено значення граничного зміщення арматури відносно деревини  $\delta_u$ , яке приймається в момент коли  $\sigma_s = 0,95 \cdot \sigma_{max}$  і становить:

для металеві арматури  $\delta_u = 0.044$ мм;

для базальтопластикові арматури  $\delta_u = 0.015$ мм;

для склопластикові арматури  $\delta_u = 0.015$ мм;

### Література

- [1] Технічні вимоги та показники арматури від виробників.
- [2] Демчина Б.Г., Сурмай М.І., Кравз А.Р., Бляхар Т.Й. Досвід виготовлення дощатоклеєних балок, армованих неметалевою арматурою // Вісник ДонНАБА. – 2010. - №5(85) том II. - С. 193 – 197.
- [3] Сурмай М., Бляхар Т., Кравз А. Методика досліджень зчеплення неметалевої арматури з клеєною деревиною // Матеріали III Міжнародної конференції молодих вчених GAC-2010 Геодезія, архітектура та будівництво. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – С.72-73.
- [4] Демчина Б.Г., Верба В.Б., Демчина Х.Б. Експериментальні дослідження зчеплення арматури з пінобетоном // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" № 545. Теорія і практика будівництва. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2005. – С.41-45.
- [5] EN 1995-1-2-2004. Eurocode 5 – Design of timber structures – Part 1.1: General rules and rules for buildings.102 p.