

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**

*XI Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
117-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
віцепрезидента УАСГН  
КРАМАРОВА  
Володимира Савовича  
(1906-1987)*

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

*22-23 лютого 2024 року  
м. Київ*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2024. 505 с.

Proceedings of the XI International Scientific and Technical Conference dedicated to the 117th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 22–23, 2024, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2024. 505 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

УДК 624.04.043

## СПОСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ ДОДАТКОВОЇ АРМАТУРИ У ПОСИЛЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЯХ

**І. М. МЕЛЬНИЧУК**, аспірант;

**І. А. ЯКОВЕНКО**, професор

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: van4ik088@gmail.com*

Робота виконана у рамках наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України [1]. Реконструкція будівель та споруд, особливо виконаних із залізобетону є вельми актуальним напрямом у галузі будівництва [2, 3].

Приварювання додаткової розтягнутої арматури до наявної арматури конструкції, яка посилюється, залежно від стану і товщини захисного шару, а також можливості збільшення розмірів поперечного перерізу здійснюють за наступним алгоритмом [4, 5]:

→ безпосередньо нахльостовим з'єднанням із відбиттям захисного шару за довжиною додаткової арматури (рис. 1, а);

→ за допомогою арматурних коротишів діаметром, який перевищує товщину захисного шару (рис. 1, б, в);

→ за допомогою арматурних скоб (рис. 1, г).

Після приварювання у проектному положенні додаткова арматура забетонується.

Слід зауважити, що приварювання додаткової арматури до наявної попередньо напруженої арматури, а також не заведеної за грань опори на потрібну довжину до ненапруженої арматури посилюваної конструкції, не допускається.

Захисний шар бетону в місцях приварювання додаткової арматури, коротишів або скоб відбивається не менше ніж на половину діаметра наявної арматури. Наявна арматура в місцях зварювання має бути очищена від іржі, пилу та інших забруднень до чистого металу.

Як додаткову робочу арматуру застосовують стрижневу арматуру періодичного профілю або гладку, а також прокатні профілі.

Коротиші і ділянки з'єднання скоб зі стрижневої арматури приймають довжиною 50...200 мм і розташовують по довжині конструкції "врозбіг" із відстанню між ними уздовж стрижнів не менше ніж  $20\varnothing$ , де  $\varnothing$  – більший діаметр стрижнів, які зварюються.

З метою зменшення концентрації напружень, охрупчування металу і послаблення перерізу при виконанні зварних швів не допускається наявність опіків і підплавлень від дугового зварювання на поверхні робочих стрижнів. Опіки повинні зачищатися абразивним кругом уздовж арматурного стрижня.

У разі посилення конструкції під навантаженням приварювання додаткової арматури здійснюють за два проходи симетрично в напрямку від

кінців конструкції до середини. Приварювання додаткової арматури до наявної арматури посилюваної конструкції, що розвантажується під час виконання робіт з Посилення, допускається виконувати за один прохід.

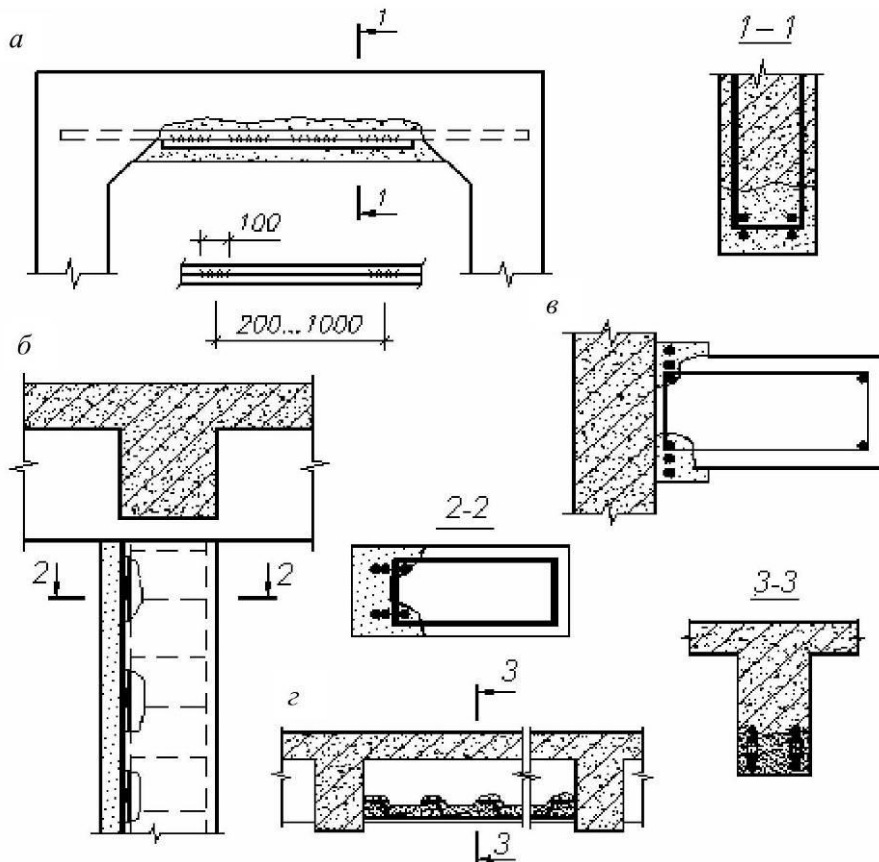


Рис. 1. Посилення розтягнутої зони залізобетонних конструкцій шляхом приварювання додаткової арматури [5]  
 а – з'єднання нахльостом;  
 б – за допомогою арматурних коротишів з боку розтягнутої зони;  
 в – за допомогою коротишів із боку бічного захисного шару;  
 г – за допомогою арматурних скоб

Приварювання додаткової арматури до наявної арматури конструкції, що підсилюється, без попереднього її розвантаження не допускається, якщо напруження в робочій арматурі найнесприятливішого перерізу конструкції перевищують 85 % її межі текучості. Напруження в арматурі посилюваної конструкції визначають за фактично діючих навантажень, фактичної міцності бетону й арматури, площі поперечного перерізу арматури за винятком перерізу зварюваного стрижня посилюваної конструкції.

У разі посилення конструкції без розвантаження додаткову арматуру доцільно попередньо напружувати **термічним, механічним або комбінованим термомеханічним** способами [4, 5].

*Термічний спосіб* полягає у тому, що додатковий стрижень попередньо приварюють одним кінцем до наявної арматури, потім нагрівають стрижень і приварюють його другий кінець. *Електротермічний спосіб* полягає у тому, що для нагрівання по стрижню пропускають струм від зварювального трансформатора.

Величина попереднього напруження контролюється за подовженням стрижня або температурою його нагрівання [5]. Необхідне подовження додаткового стрижня визначається за формулою (1):

$$\Delta l = \frac{\sigma_p l}{E_s}, \quad (1)$$

де  $\sigma_p$  – необхідне попереднє напруження,  $l$  – довжина стрижня між внутрішніми кінцями зварних швів;  $E_s$  – модуль пружності арматури.

Необхідну температуру нагрівання додаткової арматури визначають за формулою (2):

$$t_p = \frac{\sigma_p}{\alpha \cdot E_s} + t, \quad (2)$$

де  $\alpha = 0,0012$  – коефіцієнт температурного розширення для арматурної сталі;  $t$  – температура довкілля в момент натягу арматури. Температура нагріву не повинна перевищувати  $400^\circ\text{C}$ .

За механічного способу попереднього напруження до додаткового стрижня, привареного одним кінцем до наявної арматури, з протилежного кінця приварюють натяжний пристрій у вигляді болта з гайкою, а до наявної арматури приварюють упор у вигляді відрізка труби з внутрішнім діаметром, що дещо більший за діаметр болта.

Після закріплення кінців додаткова арматура приварюється до наявної за довжиною. Після натягування додаткової арматури цей натяжний пристрій відрізають і використовують повторно. Для створення попереднього натягіння можливе використання стяжної муфти, включеної у стрижень, який напружується.

Для полегшення натягіння механічним способом додаткові стрижні одночасно нагрівають (термомеханічний спосіб), запропонований проф. Лазовським Д.М у роботі [5].

Величина попереднього напруження контролюється за подовженням стрижня (3). Величина попереднього напруження додаткової арматури приймається у межах:

$$0,4f_{0,2k,ad} \leq \sigma_p \leq 0,9f_{0,2k,ad}, \quad (3)$$

Максимальна величина попередньої напруги для дротяної арматури не повинна перевищувати  $0,4f_{0,2k,ad}$ .

З метою зменшення прогину і підвищення тріщиностійкості посилюваної конструкції величину попереднього напруження додаткової арматури приймають максимальною.

Втрати попереднього напруження у додатковій арматурі визначають за [6], як для конструкцій із натягінням арматури на бетон. Існуючі результати експериментальних досліджень [2, 4, 5, 7 та ін.] надають перші передумови щодо вирішення поставленої у роботі задачі.

### Список використаних джерел

1. Яковенко І.А., Бакулін Є.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н.,

проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України ( 24–25 лютого 2023 р., м. Київ). К. : НУБіП України, 2023. С. 488–491.

2. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд : навч. посібник / З.Я. Бліхарський. – Львів : вид-во «Львівська політехніка», 2008. – 108 с.

3. Яковенко І.А., Бакулін Є.А. Реконструкція будівель та споруд аеропортів: мет. реком. до виконання РГР. – К. : НАУ, 2013. – 50 с.

4. Plevkov V.S. Assessment of technical condition, reconstruction and strengthening of building constructions of engineering structures: textbook. ed. / V. S. Plevkov, A.I. Malganov, I.V. Baldin / ed. by V.S. Plevkov. Publ. house ASV, 2011. – 316 p.

5. Lazovsky D.N. Design of reconstruction of buildings and structures: educational and methodological complex. In 3 parts. Part 2. Assessment of the condition and strengthening of building structures. / D.N. Lazovsky. – Novopolotsk: PSU, 2008. – 336 p.

6. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).

7. Яковенко І.А. Експериментальні дослідження міцності і тріщиностійкості у залізобетонних складених конструкціях / І.А. Яковенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне, 2014. – Вип. 28. – С. 319–328.