



УДК 624.073



**ЖАРКО Л.О.**

Канд. технічних наук, доц., зав. відділу, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: zharko@ndibk.gov.ua, тел.: + 38 (066) 722-70-57, ORCID: 0000-0002-5966-1060



**ТАРАСЮК В.Г.**

Канд. технічних наук, заступник директора з наукової та нормативно-методичної роботи, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: v.tarasyuk@ndibk.gov.ua, тел.: + 38 (050) 387-97-12, ORCID: 0000-0002-3844-1376



**ОВЧАР В.П.**

Канд. технічних наук, провідний науковий співробітник, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: vovchar@i.ua, тел.: + 38 (067) 784-52-95, ORCID: 0000-0002-3896-2729



**БОРЕЦЬКА Н.С.**

Науковий співробітник, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: n.petrenko@ndibk.gov.ua, тел.: + 38 (098) 311-23-32, ORCID: 0000-0002-4497-7599



**БЕЛОКОНЬ А.М.**

Інженер 1-ї кат., ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: a.belokon1407@gmail.com, тел.: + 38 (097) 355-14-07, ORCID: 0000-0003-1840-2107



**ТАЩИЛОВА А.О.**

Інженер 1-ї кат., ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: anastasia0507@ukr.net, тел.: + 38 (063) 772-63-11, ORCID: 0000-0003-1437-2115

## РИЗИКИ ТА ДЕФЕКТИ СТИКУВАННЯ АРМАТУРНИХ СТРИЖНІВ ОПРЕСОВУВАННЯМ МУФТ

### АНОТАЦІЯ

У будівництві з монолітного залізобетону актуальна проблема стикування арматури довгомірних конструкцій через обмеженість довжини стрижнів, безвідходності арматури та проблем зі зварюваністю сталей. Розглянуто ризики та дефекти виконання механічних з'єднань арматурних стрижнів за досвідом їх випробування навантаженням на розтяг для оцінки можливості використання таких з'єднань у монолітних залізобетонних конструкціях. Ризики з'єднання стрижнів опресовуванням муфт визначаються порушеннями технічних умов на з'єднувальні муфти, підготовки торців стрижнів, обладнання для пресування та

умови опресовування муфти. Окрім геометричних обмежень відповідностей стрижням, що стикуються, муфт і обладнання, важливими є властивості самих муфт (безмовність, якісна сталь марок 10, 15, 20, твердість за Брінеллем не більше 150), підготовка торців стрижнів, параметри опресування, під час яких змінюється структура сталі муфти. При опресуванні середини муфти при розтягу з'єднання стрижнів розрив відбувається по ній. При недостатній пластичності матеріалу муфти відбувається її поздовжній розрив. Пропонується для зменшення ризиків та можливих дефектів опресовування муфт імпантувати в Україні стандарти ISO 5835, забезпечувати відповідну



кваліфікацію персоналу, надавати особливу увагу марці і твердості сталі муфт, забезпечувати надійну систему якості робіт.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ризики та дефекти, стикування арматурних стрижнів, механічні з'єднання арматурних стрижнів, опресовування муфт, монолітні залізобетонні конструкції, випробування навантаженням, характер руйнування

## **RISKS AND DEFECTS OF REINFORCEMENT BARS SPLICING BY SLEEVES CRIMPING**

**ZHARKO L.O.** PhD, Ass. Prof., Head of Department, State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions»,  
Kyiv, Ukraine,  
e-mail: zharko@ndibk.gov.ua,  
tel.: + 38 (066) 722-70-57,  
ORCID: 0000-0002-5966-1060

**TARASIUK V.H.** PhD, Dep. Dir. on Scientific and Normative and Methodological Work, State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions»,  
Kyiv, Ukraine,  
e-mail: v.tarasyuk@ndibk.gov.ua,  
tel.: + 38 (050) 387-97-12,  
ORCID: 0000-0002-3844-1376

**OVCHAR V.P.** PhD, Leading Researcher, State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions»,  
Kyiv, Ukraine,  
e-mail: vovchar@i.ua,  
tel.: + 38 (067) 784-52-95,  
ORCID: 0000-0002-3896-2729

**BORETSKAIA N.S.** Senior Scientist, State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions»,  
Kyiv, Ukraine,  
e-mail: n.petrenko@ndibk.gov.ua,  
tel.: + 38 (098) 311-23-32,  
ORCID: 0000-0002-4497-7599

**BELOKON A.M.** First Category Engineer, State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions»,  
Kyiv, Ukraine,  
e-mail: a.belokon1407@gmail.com,  
tel.: + 38 (097) 355-14-07,  
ORCID: 0000-0003-1840-2107

**TASHCHILOVA A.O.** First Category Engineer, State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions»,  
Kyiv, Ukraine,  
e-mail: anastasia0507@ukr.net,  
tel.: + 38 (063) 772-63-11,  
ORCID: 0000-0003-1437-2115

## **ABSTRACT**

The long-length structures reinforcement splicing is a real problem for cast-in-place reinforced concrete construction because of the bars limited length, reinforcement wastelessness requirement and steels weldability problems. The risks and defects of reinforcing bars mechanical connections are considered based on the experience of their tensile loading tests in order to assess the possibility of such connections use in cast-in-place reinforced concrete structures. The risks of connecting the bars by sleeves crimping are determined by violations of the splicing sleeves technical specifications, bars ends and pressing equipment preparation and sleeves crimping conditions. In addition to the geometric constraints of sleeves and equipment compliance with connected bars, the properties of the sleeves themselves (they must be seamless, made of 10, 15, 20 grades high quality steel and with Brinell hardness not exceeding 150), the bars ends preparation and parameters of the crimping, during which the sleeve steel structure changes, are important. When the sleeve middle part is subject to pressing with the bars connections being tensioned, the break occurs along it. In the case of insufficient plasticity of the sleeve material, its longitudinal break occurs. For the reduction of the risks and possible defects due to sleeves crimping it is proposed to implement the ISO 5835 standards in Ukraine, to ensure the personnel appropriate qualification, to pay special attention to the sleeves steel brand and hardness and to ensure a reliable work quality system.

**KEY WORDS:** risks and defects, reinforcement bars splicing, mechanical connections of reinforcement bars, sleeves crimping, cast-in-place reinforced concrete structures, loading tests, damage nature

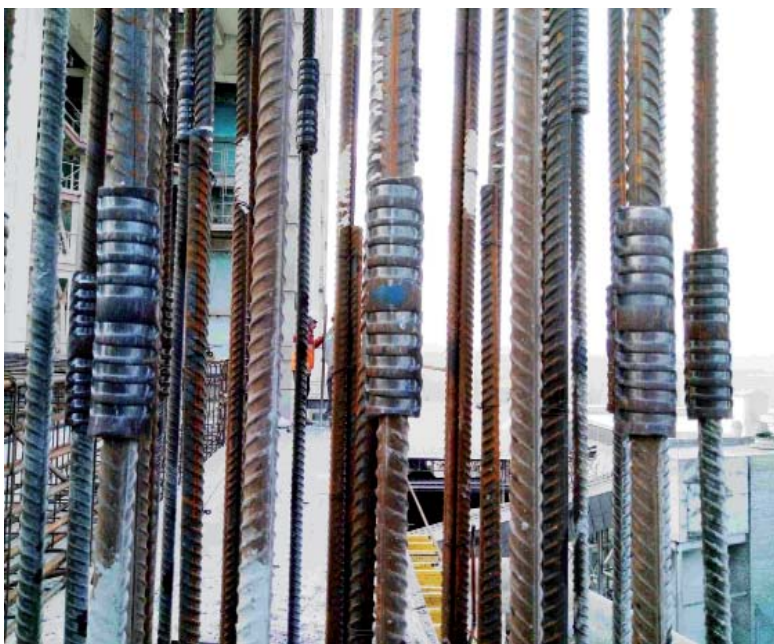
## **ВСТУП**

У будівництві з монолітного залізобетону постають питання стикування арматури довгомірних вертикальних (колони, діафрагми) і горизонтальних (балки, перекриття) конструкцій через те, що довжина арматурних стрижнів не може перевищувати 12 м.

Звичні рішення з'єднань внапуск та зварних в торець в умовах будівництва мають обмежені можливості, тому в монолітних залізобетонних конструкціях застосування знаходять різні види механічних з'єднань арматурних стрижнів, з яких найбільш простими та ефективними вважається з'єднання опресовуванням муфт (рис. 1).

## **ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ**

За замовленнями ряду проектних і виробничих будівельних організацій: ПАТ «ДІОС», ПАТ «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКЦЕМЕНТ», ТОВ «ПІЛОН ВЕСТ», ТОВ «Спрут-Україна» у відділі досліджень конструкцій будівель і споруд ДП НДІБК за



**Рис. 1.** Вигляд робочої арматури колони класу А500С з механічними з'єднаннями за допомогою опресованих муфт на об'єкті будівництва монолітної залізобетонної етажерки теплообмінників в с. Ямниця, Тисменицького району Івано-Франківської області (ПАТ «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКЦЕМЕНТ») [6]

результатами власних випробувань навантаженням зразків з'єднань різного діаметру та відомих даних виконана оцінка можливості використання в монолітних залізобетонних конструкціях з'єднання арматурних стрижнів опресовуванням муфт.

### ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Міжнародний та вітчизняний досвід дозволяють рекомендувати широке застосування таких з'єднань у монолітному будівництві при умові врахування можливих ризиків та дефектів цієї технології.

З достатньою повнотою вимоги до арматурних муфт для механічного з'єднання стрижнів викладено у документах ISO/DIS 15835:2009 [1, 2], СТО НОСТРОЙ 2.6.175-2015 [3], Правилах роботи з машиною для механічного стикування арматури [4], Технічних умовах [5].

Ризики з'єднання стрижнів опресовуванням муфт визначаються порушеннями технічних умов на з'єднувальні муфти, підготовки торців стрижнів, обладнання для пресування та умови опресовування муфти.

Технічними умовами на муфти регламентуються матеріал муфт та їх геометричні розміри у відповідності до діаметрів стрижнів. Муфти нарізають з холодно або гаряче деформованих без-

шовних труб або виготовляють з круглих болванок. Матеріалом для муфт слугує якісна сталь марок 10, 15, 20, що повинна мати твердість за Брінеллем не більше 150. Внутрішній діаметр муфти повинен забезпечити можливість її вільного одягання на стрижень без зайвого проміжку після опресовування. Товщина муфти повинна забезпечити її міцність і деформативність не меншу, ніж арматурних стрижнів. Довжина муфти разом з відповідною діаметру стрижнів кількістю опресовувань забезпечує надійність з'єднання.

Підготовка перпендикулярності торців повинна забезпечити взаємне наближення обох стрижнів у муфті.

Обладнання для пресування за навантаженням під час опресовування повинно відповідати діаметрам муфт і стрижнів.

Умови опресовування муфти передбачають розмічування місць на стрижнях, до яких одягається муфта (якщо це не закладено в конструкцію

муфти) та до яких вона повинна подовжитися після опресовування; виконання послідовного опресовування від центру до краю з проміжками або без них; середня ділянка муфти повинна бути розмічена фарбою і не повинна опресовуватися; якість робіт перевіряється величиною нормованого видовження муфти та відсутністю на ній видимих дефектів - тріщин, розривів. Вигляд муфт після опресовування показано на рис. 2.

Фактично мають місце такі дефекти як зменшен-



**Рис. 2.** Вигляд муфт після опресовування





ня довжини муфт, нерівномірність опресування, відсутність контролю твердості (пластичності) сталі муфти, опресування середньої ділянки муфти.

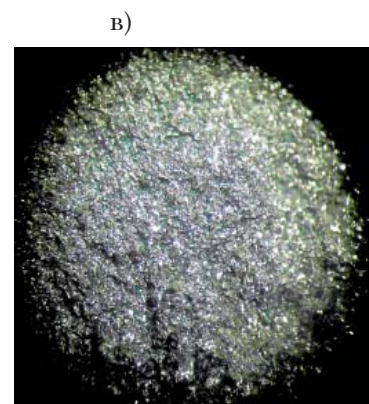
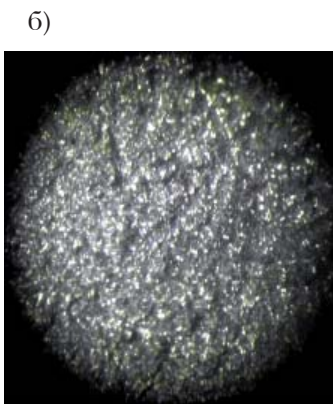
Якщо опресовується середня частина муфти, то під час випробувань з'єднання арматурних стрижнів на розтяг розрив зразка відбувається не по стрижням, а по середині муфти.

Якщо для муфти використано недостатньо пластичний матеріал, то під час опресування виникають поздовжні невидимі внутрішні тріщини, по яким під час випробувань з'єднання арматурних стрижнів на розтяг відбувається повний або частковий розрив муфти.

Вигляд поверхні повного поздовжнього розриву половинок муфти (рис. 3), що було розірвано під час випробувань з'єднання арматурних стрижнів на розтяг, свідчить про наявність механічної обробки внутрішньої поверхні муфти, що було виготовлено з прутка; на поверхнях розриву стінок чергуються ділянки кристалізації сталі різних розмірів.

За недостатньої пластичності на поверхні розриву муфти спостерігається зміна структури сталі від крупнозернистої початкової (рис. 4, а, б) до мілкозернистої опресованої (рис. 4, а, в), особливо при однаковому збільшенню (рис. 4, б, в).

Характер часткового поздовжнього розриву муфти під час випробувань з'єднання арматурних стрижнів на розтяг по тріщинам, що виникли під час опресування недостатньо пластичної сталі, представлено на рис. 5.



**Рис. 4.** Зміна структури сталі на поверхні поздовжнього розриву муфт від крупнозернистої початкової (а, б) до мілкозернистої опресованої (а, в). Вигляд структури сталі з однаковим збільшенням (б, в)



**Рис. 3.** Вигляд поверхні поздовжнього розриву на половинках муфти, що було розірвано під час випробувань з'єднання арматурних стрижнів на розтяг: наявність механічної обробки внутрішньої поверхні свідчить, що муфту виготовлено з прутка; на поверхнях розриву стінок чергуються ділянки різних розмірів кристалізації сталі



**Рис. 5.** Поздовжній розрив муфти по тріщинам, що виникли під час опресування, після випробувань з'єднання арматурних стрижнів на розтяг



## ВИСНОВКИ

З метою зменшення ризиків та можливих дефектів механічних з'єднань арматурних стрижнів опресовуванням муфт пропонується:

- 1) використати міжнародний досвід - імпантувати в Україні стандарти ISO 5835 (Сталі для армування бетону. Арматурні муфти для механічного з'єднання стрижнів. Вимоги. Методи випробування. Сертифікація);
- 2) провадити теоретичне і практичне навчання правилам виконання робіт і перевірку кваліфікації персоналу;
- 3) звертати особливу увагу на контроль марки сталі муфти та її твердості за методом Бріннеля;
- 4) забезпечити надійний контроль якості на усіх етапах виконання робіт зі стикування арматурних стрижнів в монолітних залізобетонних конструкціях механічним методом опресовування муфт.

циклонних теплообмінників. Від-ня сушарки-дробарки. 3533/27-0127-074/071-КБЗ. - ПАТ "ДИОС", 2017.

Стаття надійшла до редакції 05.07.2018 р.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Steels for the reinforcement of concrete. Reinforcement couplers for mechanical splices of bars. — P. 1: Requirements (Сталі для армування бетону. Арматурні муфти для механічного з'єднання стержнів. Ч. 1. Вимоги): ISO 15835-1:2009, 2009. – 14 с.
2. Steels for the reinforcement of concrete. Reinforcement couplers for mechanical splices of bars. – P. 2: Test methods (Сталі для армування бетону. Арматурні муфти для механічного з'єднання стержнів Ч. 2. Методи випробування): ISO 15835-2:2009, 2009. – 11 с.
3. Конструкции строительные железобетонные. Соединение металлической стержневой арматуры методом механической опрессовки. Правила и контроль выполнения, требования к результатам работ. - СТО НОСТРОЙ 2.6.175-2015. – М.: ООО «ТРЕК ПРИНТ», 2017. – VI, 46 с. – (Стандарт организации).
4. Правила работы с машиной для механической стыковки арматуры. RSM (gebar stamping machine) оборудование для равнопрочной стыковки арматуры. – Одесса: ООО «ПИЛОН ВЕСТ», 2016. – 7 с.
5. Механічні з'єднання арматурних стрижнів опресуванням муфт. Технічні умови. ТУ У В 2.8-45.2-35641811-001-2008. – ТОВ «Спрут-Україна».
6. Реконструкція технологічної лінії №1 з переведенням на двопотоковий режим роботи на ПАТ "ІВАНО-ФРАНКІВСЬКЦЕМЕНТ" с. Ямниця, Тисменицького р-ну. Етажерка