

ВПЛИВ КОРОЗІЙНИХ ПОШКОДЖЕНЬ НА ЗЧЕПЛЕННЯ АРМАТУРИ ПЕРІОДИЧНОГО ПРОФІЛЮ З БЕТОНОМ

Юлій КЛИМОВ

Київський національний університет будівництва і архітектури
31, просп. Повітрофлотський, Київ, Україна, 03037
yuliiklymov@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-4275-7058>

DOI: 10.32347/2522-4182.9.2021.4-14

Анотація. В роботі наведені результати експериментальних досліджень впливу корозійних пошкоджень арматури періодичного внаслідок атмосферної корозії на зчеплення з бетоном. Експериментальні дослідження включали в себе випробування на зчеплення з бетоном зразків арматури без корозійних пошкоджень і з корозійними пошкодженнями у вигляді іржі, яка була викликана атмосферною корозією. Зразки арматури з корозійними пошкодженнями відбиралися від арматури, яка зберігалася на відкритому повітрі на протязі 10 місяців з січня по жовтень, а зразки арматури без корозійних пошкоджень – з арматури, яка зберігалася в умовах цеху.

Випробування зразків арматури на зчеплення з бетоном виконувалися шляхом висмикування арматури з бетонних призм, довжина яких дорівнювала $15d$ (d – діаметр стержня) з вимірюванням в процесі випробувань зсуву вільного кінця стержня і подальшою побудовою графіків залежності напруження розтягу в арматурі – зсув вільного кінця стержню. В якості дослідних зразків приймалась термомеханічнозмцнена арматура серповидного профілю Ø12A500C, Ø16A500C і Ø25A500 за ДСТУ 3760:2006. Міцність бетону дослідних зразків складала 52...57,8 МПа.

За результатами проведених випробувань стійкого впливу стану поверхні арматури - без корозійних пошкоджень і з пошкодженнями, викликаними атмосферною корозією, не виявлено. Виняток складає арматура найменшого з діаметрів - Ø12A500C, для якої негативний вплив корозійних пошкоджень у межах 12...16% . може бути пояснений тим, що при інших рівних умовах, однаковий об'єм корозійних пошкоджень в більшій мірі впливає на зчеплення арматури менших діаметрів.



Юлій КЛИМОВ
професор кафедри
залізобетонних та кам'яних
конструкцій,
д.т.н., професор

Ключові слова. Арматура періодичного профілю; атмосферна корозія; зчеплення з бетоном.

ВСТУП

Утворення залізобетону як матеріалу для будівельних конструкцій зумовлено необхідністю забезпеченням зчеплення арматури з бетоном. За рахунок зчеплення зусилля розтягу або стиску в арматурі передаються на бетон, здійснюється перерозподіл зусиль між арматурою і бетоном після утворення тріщин, анкерування кінців арматури в опорних вузлах, з'єднаннях, місцях обриву стрижнів і таке інше.

Результатом взаємодії арматурного стрижня з бетоном є виникнення сил зчеплення, які інтегрально оцінюються величиною умовних дотичних напружень, які діють на поверхню контакту арматури з бетоном. Величина дотичних напружень залежить від фізико-механічних характеристик бетону і геометричних параметрів профілю і стану поверхні арматури.

Найбільш значущими факторами впливу характеристик бетону є його міцність, тип цементу, гранулометричний склад і рухливість суміші, технологія ущільнення, час і

умови твердіння, положення арматури при бетонуванні, товщина захисного шару. Найбільш значущими факторами впливу арматури є профіль перерізу і стан поверхні. Для арматури періодичного профілю зчеплення з бетоном забезпечується за рахунок зм'яття бетону між поперечними виступами профілю, адгезією і силами тертя на поверхні контакту арматури і бетону. Основним фактором, який визначає вплив адгезії і сил тертя на зчеплення з бетоном є стан поверхні арматури. Корозійні пошкодження на поверхні арматури, які виникають при перевезенні і зберіганні (атмосферна корозія) можуть впливати на адгезію арматури з бетоном, підлягають вивченню для оцінки можливості застосування такої арматури.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проблемі зчеплення арматури з бетоном присвячена достатньо велика кількість експериментально-теоретичних досліджень, узагальнені результати яких за багаторічних період наведені у Бюлетені 10 Міжнародної федерації по залізобетону (*fib*) [1]. Зокрема наводяться дослідження з теоретичних основ зчеплення, механізмів моделювання зчеплення арматури з бетоном в елементах без тріщин і з тріщинами, зчеплення арматури з високоміцним бетоном, при дії багаторазового повторного навантаження, зчеплення з бетоном арматури з корозійними пошкодженнями, арматури захищеної від корозії спеціальними засобами, зчеплення з бетоном попередньо напружуваною і неметалевою арматурою і таке інше.

Теоретичні основи зчеплення арматури з бетоном базуються на, так званих, законах зчеплення, які представляють собою аналітичне описання зв'язку між дотичними напруженнями і відповідними деформаціями зсуву. Найбільш відомими законами зчеплення, є розроблені свого часу, ступінний закон Г. Рема, пружнопластичний закон І. Гийона, нормальний закон М.Холмянського, диференційний закон А.Оатула, емпіричний закон С. Мирза і Д.Хауда та

інші. В подальшому для теоретичного описання зчеплення арматури з бетоном застосовувалися чисельні методи з застосуванням методу скінченних елементів [2,3], описання закону зчеплення у вигляді висхідної і низхідної гілки [4] та інші.

Експериментальні дослідження зчеплення арматури з бетоном включали спеціальні випробування для побудови залежності дотичні напруження-деформації зсуву, з визначенням максимальних значень напружень на стадії втрати зчеплення, балковим методом [5], висмикування арматурних стержнів з бетонних призм або кубів [6]. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлений вплив найбільш значимих факторів на зчеплення арматури з бетоном. Для бетону це міцність, співвідношення між крупним і дрібним заповнювачами, рухомість бетонної суміші, процес ущільнення суміші, умови твердіння. Для арматури - це в першу чергу геометрія профілю і стан поверхні. На підставі проведених досліджень, в чинних нормативних документах [7, 8] встановлені вимоги щодо розмірів профілю арматури через нормоване значення відносної площі зм'яття і значень дотичних напружень за результатами випробування балковим методом [5]. Зазначені вимоги розповсюджуються і на неметалевої арматуру періодичного профілю [9].

Окреме місце в проведених експериментально-теоретичних дослідженнях займає вивчення впливу корозійних пошкоджень на зчеплення арматури з бетоном [10-14]. Однак, у більшості випадків, розглядалася значна, зазвичай хімічна корозія, яка спричиняла суттєве зменшення розмірів поперечних виступів, а вплив атмосферної корозії, яка впливає в основному на стан поверхні, майже не розглядалася. Незважаючи на те, що це питання є дуже важливим, особливо для термомеханічнозмцненої арматури за ДСТУ-3760:2006 [15], в якій атмосферна корозія, у силу особливостей виробництва, протікає більш інтенсивно, ніж у гарячекатаній арматурі.

Об'єкт дослідження – зчеплення з бетоном термомеханічнозмцненої арматури періодичного профілю з корозійними пошкодженнями внаслідок атмосферної корозії.

Метою роботи є встановлення впливу корозійних пошкоджень на зчеплення термомеханічнозмцненої арматури серповидного профілю з бетоном.

Задачі дослідження:

- експериментально встановити вплив корозійних пошкоджень на зчеплення арматури з бетоном;
- оцінити можливість застосування, термомеханічнозмцненої арматури серповидного профілю з корозійними пошкодженнями внаслідок атмосферної корозії з позицій зчеплення з бетоном.

Предмет дослідження.

Експериментальні дослідження зчеплення з бетоном проводилися для стержнів арматури Ø12A500C, Ø16A500C і Ø25A500C за ДСТУ 3769:2006 [15] без і з корозійними пошкодженнями внаслідок атмосферної корозії. Всього було випробувано по 8 зразків арматури кожного з діаметрів по 4 зразки без і з корозійними пошкодженнями. Зразки арматури з

корозійними пошкодженнями відбиралися від арматури, яка зберігалася на відкритому повітрі на протязі 10 місяців з січня по жовтень, а зразки арматури без корозійних пошкоджень – з арматури, яка зберігалася в умовах цеху.

Механічні характеристики арматури у вихідному стані визначалися за результатами випробувань 3-х зразків кожного з діаметрів на розтяг за ДСТУ EN 10080:2009 [16]. Результати випробувань наведені у таблиці 1.

Геометричні значення розмірів профілю зразків визначалися за результатами вимірювання розмірів висоти (h) і кроку (t) поперечних виступів з подальшим визначенням за ДСТУ 3769:2006 [15] значення відносної площі зм'яття (f_R). Результати вимірів і розрахунків наведені у таблиці 2.

За результатами випробувань (табл.1), вимірювань і розрахунків (табл.2) встановлено, за механічними характеристиками зразки арматури діаметрів 12, 16 і 25 мм відповідають класу A500C, а їх геометричні характеристики відповідають вимогам чинних нормативних документів [7,8,15].

Табл. 1. Результати випробувань зразків арматури
Table. 1 Test results of reinforcement samples

№ п/п	Дослідні зразки		Механічні характеристики		
	Ø, мм	№ зразка	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
1	12	1	694,3	767,2	21,7
		2	673,4	739,4	20,0
		3	711,6	770,4	20,0
2	16	1	605,3	720,5	21,3
		2	624,8	724,4	21,3
		3	620,0	719,5	22,5
3	25	1	540,0	639,8	19,2
		2	560,0	649,8	23,1
		3	559,9	699,8	23,1

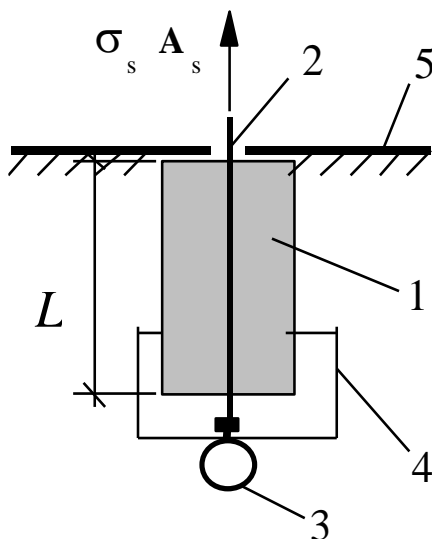
Табл. 2. Геометричні розміри профілю арматури
Table 2. Geometric dimensions of the reinforcement profile

№ п/п	Зразки арматури		Результати вимірювань		Нормовані значення		Відносна площа зм'яття f_R	
	Ø, мм	Кількість зразків	h , мм	t , мм	h , мм не менее	t , мм	фактична	нормована не менше
1	12	8	0,98..1,07	8,0...8,5	0,84	6,6...9,0 ¹⁾	0,065	0,056
2	16	8	1,15...1,40	9,0...9,1	1,12	8,16...11,04 ¹⁾	0,073	0,056
3	25	8	2,0...2,13	15,1...15,4	1,625	12,75..17,25 ¹⁾	0,069	0,056

Примітка: ¹⁾ – мінімальні і максимальні значення
 Note: ¹⁾ - minimum and maximum values

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведені експериментальні дослідження включали випробування на висмикування арматурного стержня з бетонної призми за схемою, що наведена на рис.1. Дослідні зразки представляли собою бетонні призми довжиною L з арматурним стерж-



нем, що був розташований по осі. В процесі випробувань призма 1 спиралася на упорну пластину 5, до арматурного стержня 2 прикладалося зусилля розтягу, при збільшенні якого за допомогою індикатора 3 вимірювали зсув вільного кінця стержня.

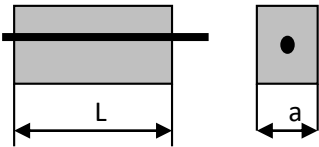
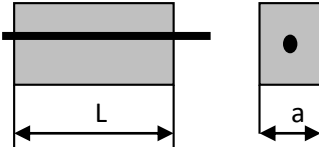
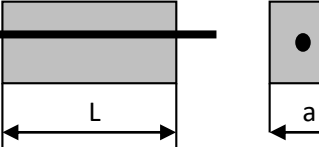
Рис. 1. Схема випробувань на висмикування арматури з бетону: 1 - бетонна призма; 2 - арматурний стержень; 3 - індикатор з ціною поділу 0,001 мм; 4 - струбцина для встановлення індикатору; 5 - упорна пластина.

Fig. 1. Scheme of tests for pulling out reinforcement from concrete: 1 - concrete prism; 2 - reinforcement bar; 3 - indicator with a separation price of 0.001 mm; 4 - clamp for installation of the indicator; 5 - thrust plate

Для визначення характеристик міцності бетону були випробувані зразки кубів розміром 100x100x100 мм на стиск, призми розміром 100x100x400 на стиск і розтяг при згині для визначення, відповідно, кубикові,

призмової міцності бетону і міцності на розтяг при згині. Результати випробувань, а також розміри зразків, довжина яких приймалася рівною $15d$ (d – діаметр стержня), наведені в таблиці 3.

Табл. 3. Склад експериментальних досліджень
Table 3. Composition of experimental research

№ п/п	Арматура		Вид зразка	a , мм	L , мм	Загальна кількість зразків, шт.	f_c , МПа	f_R
	Ø	Клас						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	12	A500C		150	180	8	52,2	0,059
2	16	A500C		150	240	8	52,0	0,082
3	25	A500C		150	375	8	57,8	0,069

Випробування зразків здійснювалося на розривній машині ЗД-40. Навантаження прикладалося ступенями, що дорівнювали 0,1 від зусилля, що відповідає досягненню межі текучості арматурного стержня.

Зсув вільного кінця стержня відмірювався на кожній ступені завантаження індикатором з ціною поділки 0,001 мм (рис. .1) до досягнення деформаціями зсуву значень 0,15 мм або напружень в арматурі рівних межі текучості.

Результати проведених досліджень у вигляді залежності напружень в арматурі від деформацій зсуву вільного кінця наведені на рис.2-4.

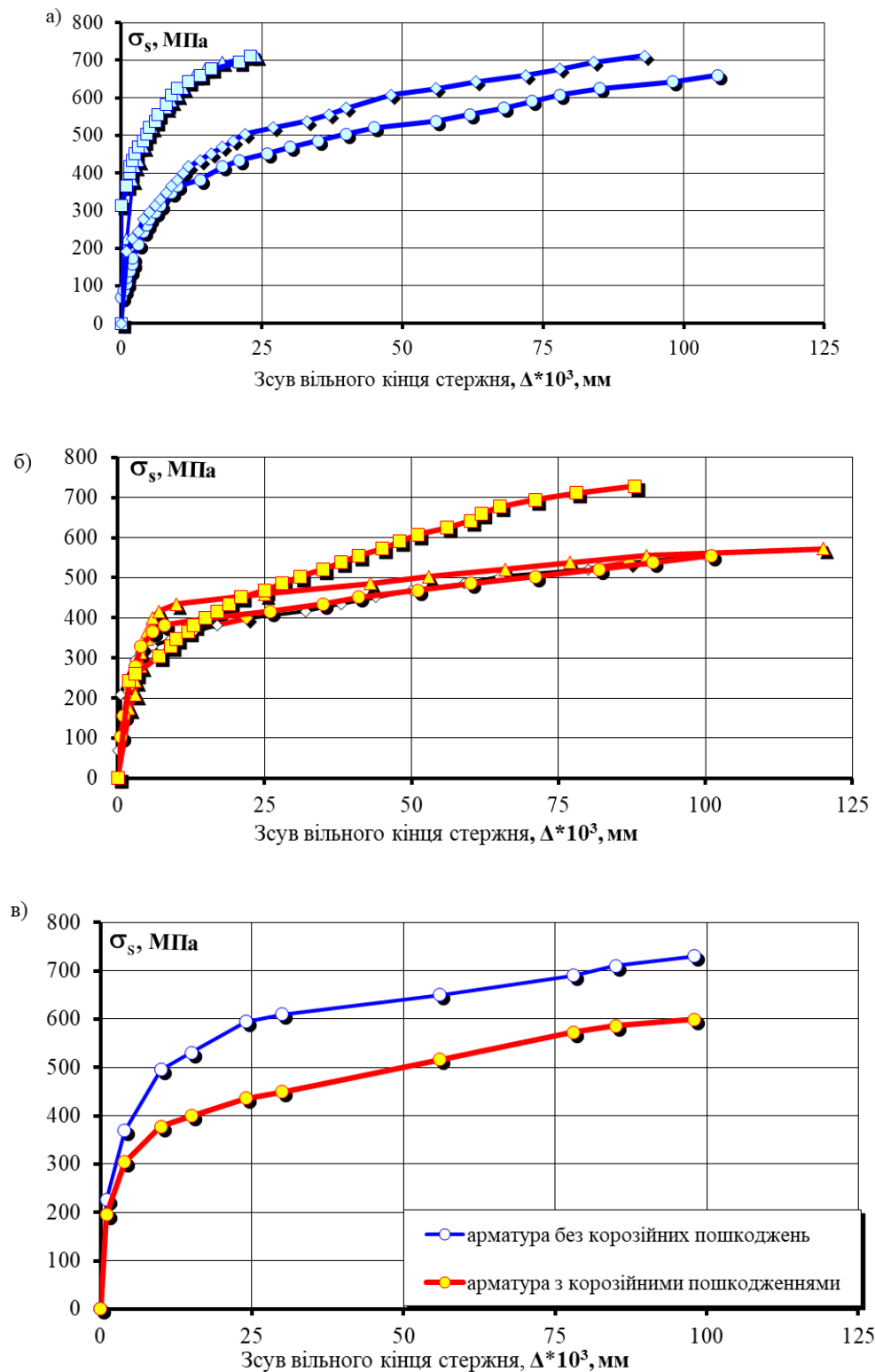


Рис. 2. Залежність напружень в арматурі $\text{Ø}12\text{A}500\text{C}$ від зсуву вільного кінця: *a*- дослідні зразки арматура без корозійних пошкоджень; *b* – дослідні зразки арматура з корозійними пошкодженнями; *c* – середні за серією зразків без і з корозійними пошкодженнями.

Fig. 2. Dependence of stresses in reinforcement $\text{Ø}12\text{A}500\text{C}$ on the slip of the free end: *a*- test specimens of reinforcement without corrosion damage; *b* - test specimens of reinforcement with corrosion damage; *c* - average on a series of samples without and with corrosion damages.

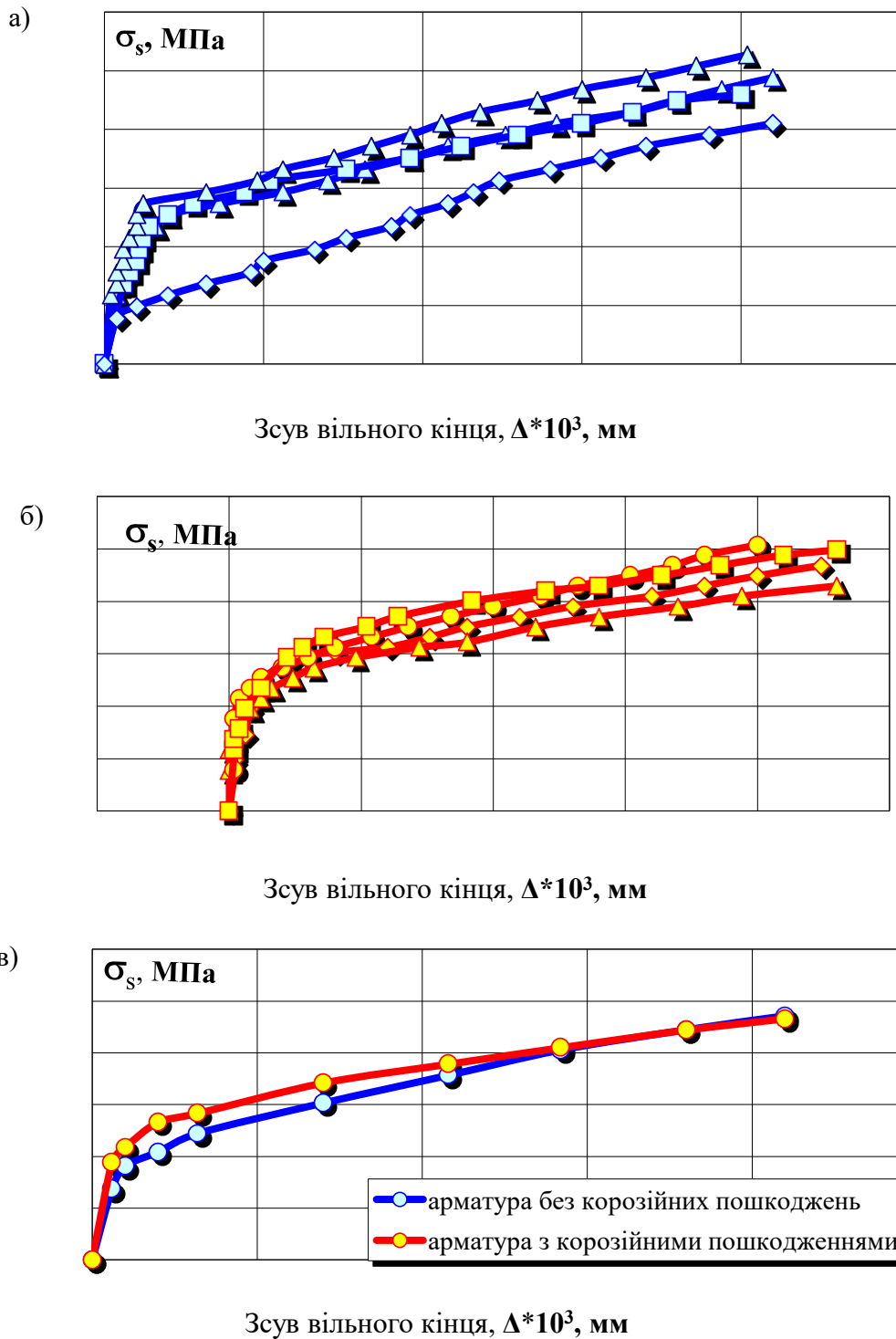


Рис. 3. Залежність напружень в арматурі діаметром $\varnothing 16A500C$ від зсуву вільного кінця: *a*- дослідні зразки арматура без корозійних пошкоджень; *б* – дослідні зразки арматура з корозійними пошкодженнями; *в* – середні за серією зразків без і з корозійними пошкодженнями.

Fig. 3. Dependence of stresses in reinforcement $\varnothing 16A500C$ on the slip of the free end: *a* - test specimens of reinforcement without corrosion damage; *b* - test specimens of reinforcement with corrosion damage; *c* - average on a series of samples without and with corrosion damages.

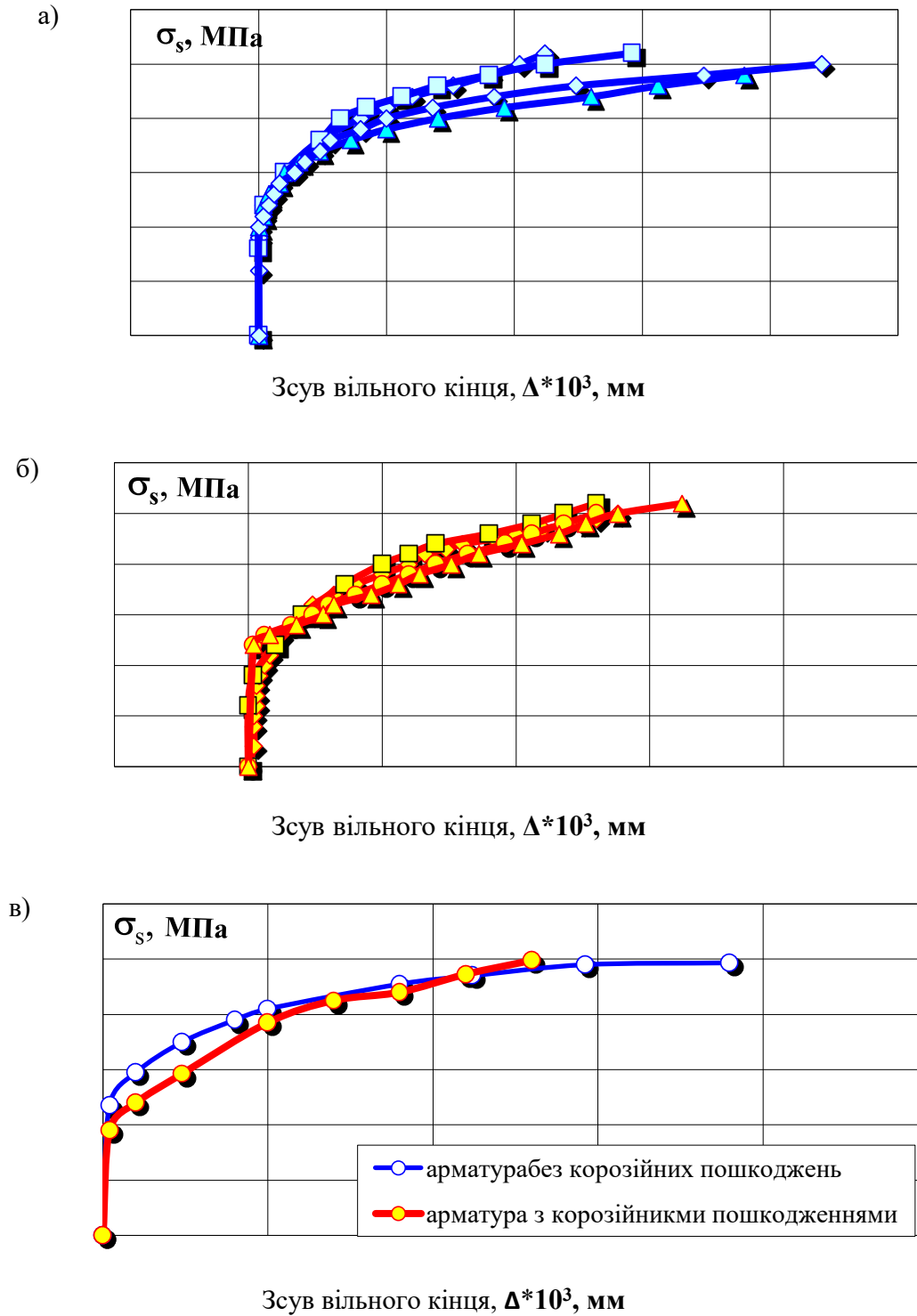


Рис. 4. Залежність напружень в арматурі діаметром $\varnothing 12A500C$ від зсуву вільного кінця: *a* - дослідні зразки арматура без корозійних пошкоджень; *b* – дослідні зразки арматура з корозійними пошкодженнями; *c* – середні за серією зразків без і з корозійними пошкодженнями.

Fig. 4. Dependence of stresses in reinforcement $\varnothing 25A500C$ on the slip of the free end: *a* - test specimens of reinforcement without corrosion damage; *b* - test specimens of reinforcement with corrosion damage; *c* - average on a series of samples without and with corrosion damages.

Узагальнення і аналіз результатів виконаних досліджень дозволяє констатувати таке.

Характер залежностей напруження розтягу в арматурному стержні - зсув вільного кінця для арматури без і з корозійними пошкодженнями підпорядковуються загальним закономірностям. Початок зсуву вільного кінця стержня має місце при напруженнях 100...200 МПа і не залежить від наявності корозійних пошкоджень. Досягнення контрольної величини зсуву вільного кінця у 0,1 мм при довжині анкерування $15d$ (довжина призми) має місце при напруженнях в арматурі 480...600 МПа. Стійкого впливу наявності корозійних пошкоджень внаслідок атмосферної корозії термомеханічнозміцненої арматури серповидного профілю на зчеплення з бетоном в результаті проведених експериментальних досліджень не виявлено.

Негативний вплив наявності корозійних пошкоджень на зчеплення з бетоном, у межах 12..16%, був зафіксований для арматури найменшого діаметру Ø12A500C і може бути пояснений тим, що при інших рівних умовах, однаковий об'єм корозійних пошкоджень в більшій мірі впливає на зчеплення арматури менших діаметрів. Встановлений факт потребує проведення подальших цілеспрямованих експериментальних досліджень.

ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Зчеплення арматури з бетоном є основним фактором, який забезпечує функціонування залізобетонних конструкцій. На зчеплення з бетоном з боку арматури впливають геометричні розміри профілю і стан поверхні, зазвичай пов'язаний з корозійними пошкодженнями. З можливих видів корозійних пошкоджень найменш вивченими є пошкодження внаслідок атмосферної корозії, для якою найбільш чутливою є термомеханічнозміцнена арматура.

В результаті проведених експериментальних досліджень, які включали в себе випробування на висмикування з бетонних

призм стержнів Ø12A500C, Ø16A500C і Ø25A500 з термомеханічнозміцненої арматури серповидного профілю за ДСТУ 3760:2006 з і без корозійними пошкодженнями внаслідок атмосферної корозії, стійкого впливу корозійних пошкоджень на зчеплення арматури з бетоном не виявлено.

Виняток складає арматура Ø12A500C, для якої негативний вплив корозійних пошкоджень у межах 12...16%, може бути пояснений тим, що при інших рівних умовах, однаковий об'єм корозійних пошкоджень в більшій мірі впливає на зчеплення арматури менших діаметрів.

Встановлений факт потребує проведення подальших цілеспрямованих експериментальних досліджень з вивчення зчеплення з бетоном арматури діаметрів 8...14 мм з корозійними пошкодженнями внаслідок атмосферної корозії.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Bond of reinforcement in concrete** / State-of-art report prepared by Task Group Bond Models: *fib. Bulletin 10*. – 2000. – 424p.
2. **Колчунов В.И, Яковенко И.А., Дмитренко Е.А.** Конечно-элементное моделирование нелинейной плоской задачи сцепления арматуры с бетоном в ПК ЛИРА-САПР. *Промислове будівництво та інженерні споруди*, 2016. №3. С. 6–15.
3. **Appa Rao G, Kadhivaran D.** Nonlinear FE modeling of anchorage bond in reinforced concrete // *International Journal of Research in Engineering and Technology*. – 2013. – Vol. 2, No. 9. – P.377-385.
4. **CEB-FIP Model Code for Concrete Structures 2010** / International Federation for Structural Concrete (fib). –London, 2010- 434p.
5. **BS 449:2005+A2:2009** Steel for the reinforcement of concrete-Welded reinforcing steel-Bar, Coil and decoiled product – Specification, *British Standards, BSi, 2009- 28p*.
6. **ASTM C234-91a.** Standard test for comparing concrete on the basis of bond developed with reinforcing steel // *Annual Book of ASTM Standards*. – Philadelphia, USA, 1994. – P. 148-152.
7. **EN 1992-1-1:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings**. – Brussels: GEN, 2004. – 226 p.

8. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010 Єврокод 2 Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд. (EN 1992-1-1:2004, IDT), 2012.- 292с.
9. Климов Ю.А., Солдатченко О.С., Орешкин Д.О. Експериментальні дослідження зчеплення композитної неметалевої арматури з бетоном. Вісник Національного університету "Львівська Політехніка".- Львів, 2010. – Випуск 662.- С 207-214.
10. Cairns J., Pantazoroulou V., Noghabai K.,Rodriguez J/ Bond of corroded reinforcement. Bond of reinforcement in concrete/ State-of-art report prepared by Task Group Bond Models: fib. Bulletin 10. – 2000. – 188-212p.
- 11.Yalciner H., Eren O., Serhan S. An experimental study on thebond strength between reinforcement bars and concrete asa function of concrete cover, strength and corrosion level. *Cement and Concrete Composites*. 2012. No. 14. P. 643–655.
12. Grassl P., Davies T. Lattice modelling of corrosion induced cracking and bond in reinforced concrete. *Cement and Concrete Composites*. 2011. Vol. 33. No 9. P. 918–924.
13. Lundgren K. Modeling bond between corroded reinforcement and concrete. *Fracture Mechanics of Concrete Structures*. - 2001. - №2 1. - P. 247-254.
- 14.Hanser C., Almeh L., Ghosh A. Modeling the effect of corrosion on bond strength at steel-concrete interface with finite element analysis/ *Canadian Journal of Civil Engeneering/* 2006, Vol.33. P.673-682.
15. ДСТУ-3760:2006 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій Загальні технічні вимоги. К., Держспоживстандарт України 2007. 27с.
16. ДСТУ-10080:2009 Сталь для армування бетону. Зварювальна арматурна сталь. Загальні технічні вимоги (EN 10080:2005, IDT). К., Держспоживстандарт України, 2012. 43с.
3. Appa Rao G, Kadhiravan D. Nonlinear FE modeling of anchorage bond in reinforced concrete // *International Journal of Research in Engineering and Technology*. – 2013. – Vol. 2, No. 9. – P.377-385
4. CEB-FIP Model Code for Concrete Structures 2010 / International Federation for Structural Concrete (fib). –London, 2010- 434p
5. BS 449:2005+A2:2009 Steel for the reinforcement of concrete-Welded reinforcing steel-Bar, Coil and decoiled product – Specification, *British Standarts, BSi, 2009- 28p*.
6. ASTM C234-91a. Standard test for comparing concrete on the basis of bond developed with reinforcing steel // *Annual Book of ASTM Standards*. – Philadelphia, USA, 1994. – P. 148-152.
7. EN 1992-1-1:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: Generalrules and rules for buildings. – Brussels: GEN, 2004. – 226 p.
8. DSTU-N B EN 1992-1-1:2010 Yevrokod 2 Proektuvannia zalizobetonnykh konstruktssii. Chastyna 1-1. Zahalni pravyla i pravyla dlia sporud. (EN 1992-1-1:2004, IDT), 2012.- 292с.
9. Klymov Yu.A., Soldatchenko O.S., Orieshkyn D.O. Eksperymentalni doslidzhennia zcheplennia kompozytnoi nemetalevoi armatury z betonom. Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska Politekhnikha".- Lviv, 2010. – Vypusk 662.- S 207-214.
- 10.Cairns J., Pantazoroulou V., Noghabai K.,Rodriguez J/ Bond of corroded reinforcement. Bond of reinforcement in concrete/ State-of-art report prepared by Task Group Bond Models: fib. Bulletin 10. – 2000. – 188-212p.
- 11.Yalciner H., Eren O., Serhan S. An experimental study on thebond strength between reinforcement bars and concrete asa function of concrete cover, strength and corrosion level. *Cement and Concrete Composites*. 2012. No. 14. P. 643–655.
- 12.Grassl P., Davies T. Lattice modelling of corrosion induced cracking and bond in reinforced concrete. *Cement and Concrete Composites*. 2011. Vol. 33. No 9. P. 918–924.
- 13.Lundgren K. Modeling bond between corroded reinforcement and concrete. *Fracture Mechanics of Concrete Structures*. - 2001. - №2 1. - P. 247-254.
- 14.Hanser C., Almeh L., Ghosh A. Modeling the effect of corrosion on bond strength at steel-concrete interface with finite element analysis/

REFERENCES

1. **Bond of reinforcement in concrete** / State-of-art report prepared by Task Group Bond Models: fib. Bulletin 10. – 2000. – 424p.
2. Kolchunov V.Y, Yakovenko Y.A., Dmytrenko E.A. Konechno-elementnoe modelyrovanye nelyneinoi ploskoi zadachy stseplenyia armaturys betonom v PK LYRA-SAPR. *Promyslove budivnytstvo ta inzhenerni sporudy*, 2016. №3.

Canadian Journal of Civil Engineering/ 2006, Vol.33. P.673-682.

15. **DSTU-3760:2006** Prokat armaturnyi dlia zalizobetonnykh konstruktii Zahalni tekhnichni vymohy. K., *Derzhspozhyvstandart Ukrainy 2007. 27s.*

16. **DSTU-10080:2009** Stal dlia armuvannia betonu. Zvარიuvalna armaturna stal. Zahalni tekhnichni vymohy (EN 10080:2005, IDT). K., *Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2012. 43s.*

INFLUENCE OF CORROSION DAMAGE ON BOND OF REINFORCEMENT IN CONCRETE

Yulii KLYMOV

Summary. The paper presents the results of experimental studies of the influence of corrosion damage on bond of reinforcement in concrete. Experimental studies included tests for bond to concrete of reinforcement bars without corrosion damage and with corrosion damage in the form of rust caused by atmospheric corrosion. Samples of reinforcement with corrosion damage were taken from

reinforcement stored in the open air for 10 months from January to October, and samples of reinforcement without corrosion damage - from fittings stored in the production shop.

Tests of reinforcement samples for bond to concrete were performed by pulling reinforcement from concrete prisms, the length of which was $15d$ (d - diameter of the bar) with measurement in the process of testing the shear of the free end of the bar and subsequent plotting of tensile stress in the reinforcement offset of the free end of the bar.

According to the results of tests of stable impact of the surface of the reinforcement - without corrosion damage and with damage caused by atmospheric corrosion, not detected. The exception is the fittings of the smallest of diameters - $\emptyset 12A500C$, for which the negative impact of corrosion damage in the range of 12... 16%. can be explained by the fact that, other things being equal, the same amount of corrosion damage to a greater extent affects the bond of valves of smaller diameters.

Keywords. Periodic profile reinforcement; atmospheric corrosion; adhesion to concrete.

Стаття надійшла до редакції 22.10.21