

к.т.н., проф. **Коваль П.М.**,
Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури, м. Київ,
магістр, асист. **Гримак О.Я.**,
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД, АРМОВАНИХ БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВОЮ АРМАТУРОЮ

Розглянуто закордонний та вітчизняний досвід використання неметалевої композитної арматури в будівництві та нормативні документи для проектування таких конструкцій. Викладено основні положення галузевих нормативних документів України щодо розрахунку та конструювання бетонних елементів мостів, армованих базальтопластиковою арматурою.

To examined foreign and national experience of using the no metal composite reinforcement in the building and normative documents for the projection such constructions. To discovered the main statements branch of Ukraine normative documents for calculation and design concrete elements bridges, reinforce basaltplastic reinforcement.

В сучасному будівництві широко використовується залізобетон, в ньому ефективно працюють бетон і сталева арматура. Неметалева композитна арматура, яка має високу міцність, діелектричні властивості, малу вагу, не піддається корозії, в останній час все частіше заміняє сталеву арматуру, особливо в будівлях на спорудах спеціального призначення. Її застосування для армування бетонних конструкцій стримується недостатнім дослідженням особливостей роботи таких елементів, обмеженим нормативним забезпеченням та малим досвідом експлуатації відповідних об'єктів.

В Україні є значні поклади базальту, ряд заводів випускає базальтопластикову арматуру. Це композитна арматура, виготовлена на основі, безперервного базальтового ровінгу (тонких волокон), змащених термореактивних смолою (пластиком). Періодичний профіль поперечного перерізу формується шляхом спіральної обмотки стрижня джгутом. Актуальними задачами є проведення досліджень конструкцій, армованих

базальтопластиковою арматурою, та розробка нормативних документів, які б забезпечували можливість використання такої арматури у будівництві.

В СРСР системні дослідження неметалевої композитної арматури розпочались з 60-х років ХХ століття, в Україні такі роботи проводились в НДІ БК, КІБІ, Львівському політехнічному інституті та інших організаціях. Розроблені в ті роки нормативні документи рекомендували застосовувати бетонні конструкції, армовані неметалевою композитною арматурою переважно для огороджуючих, тимчасових конструкцій і т.і.

За кордоном активніше використовували неметалеву арматуру на реальних об'єктах. Так у США у 80-90 ХХ століття роках неметалева композитна арматура використовувались при будівництві мостів, портових споруд, медичних центрів, багато об'єктів з такою арматурою збудовано у Японії, Канаді, Німеччині [1]. У 1987 році Японською асоціацією цивільних інженерів (JSCE) було створено комітет з дослідження і впровадження композитної арматури в будівництві, аналогічний технічний комітет було створено на базі Канадської асоціації цивільних інженерів (CSCE). Американський інститут бетону (ACI) у 1991 році створив Комітет 440, який займається дослідженням композитної арматури для армування бетонних конструкцій, розробкою керівних документів, рекомендацій і впровадженням в будівельну галузь [2].

За результатами досліджень та експериментального будівництва були прийняті нормативні документи з проектування конструкцій з композитною арматурою у США [1], Канаді [3,4], Японії [5], Євросоюзі [6], Росії [7,8].

В Україні під керівництвом професор Ю.А. Клімова було проведено комплекс експериментальних досліджень базальтопластикової і склопластикової композитної арматури і бетонних балок, армованих такою арматурою. На основі цих досліджень була розроблена Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевої композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу [9]. Цей стандарт розповсюджується на проектування та виготовлення бетонних конструкцій з

неметалевої композитною арматурою, призначених для експлуатації у звичайному середовищі та середовищі з агресивним ступенем впливу відповідно до ДСТУ Б В. 2.6-145. Він не поширюється на конструкції, що розраховується на витривалість та вогнестійкість.

У Настанові [9] вказується, що розрахунок бетонних елементів з неметалевою композитною арматурою слід виконувати за граничними станами першої і другої груп згідно ДБН В. 2.6 – 98, ДСТУ Б В.2.6 -156 і додаткових положень, які наведені у розділах 7 і 8 стандарту. Наведені механічні властивості та діаграму «напруження – розтяг» композитної арматури. Враховуючи суттєві відмінності модуля пружності неметалевої композитної арматури від сталевий, особливу увагу звертається на особливості обмеження ширини розкриття тріщин і величин прогинів.

Відомо, що транспортні споруди (мости, труби) проектується за окремими будівельними нормами, які враховують особливості їх експлуатації. Метою даної роботи є розробка нормативного забезпечення проектування бетонних конструкцій транспортних споруд, армованих базальтопластиковою арматурою.

На протязі ряду років згідно плану науково-дослідних і дослідно-конструктивних робіт Укравтодору за участі авторів ведеться системна робота з дослідження базальтопластикової арматури, бетонних конструкцій, армованих такою арматурою та розробки відповідних нормативних документів.

У 2013 році були введені в дію Рекомендації із застосування неметалевої стержневої арматури для армування плит прогонових будов мостів [10]. При розробці цього нормативного документа були досліджені міцність на розтяг та витривалість стрижнів базальтопластикової арматури різного діаметру та робота на згин бетонних елементів, армованих базальтопластиковою арматурою. В цих Рекомендація були використанні базові положення ДБН В.2.3-14, основні положення Настанови [9] та враховані результати виконаних експериментальних досліджень.

В Рекомендаціях з проектування базальтобетонних конструкцій мостів і труб [11], чинних з 2014 року, викладені принципи розрахунку бетонних елементів транспортних споруд, армованих базальтопластиковою арматурою. Приведені блок-схеми розрахунку базальтобетонних конструкцій мостів і труб за граничними станами першої і другої групи. Наприклад, розрахунок тріщиностійкості виконується згідно блок-схеми рис.1

В даний час на затверджуванні в Мінрегіонбуді знаходиться державний стандарт на базальтопластикову арматуру ДСТУ Б В.2.7 «Арматура неметалева композитна базальтова періодичного профілю. Загальні технічні умови». Цей стандарт, розроблений ДП «Держдор НДІ», містить класифікацію базальтопластикової арматури; вимоги до її геометричних розмірів, маси та кольору; вимоги до фізико-механічних характеристик; визначення параметрів арматури, які необхідно перевіряти та методи контролювання і т.і. Заводи в Україні виготовляють базальтопластикову арматуру згідно вимог відповідних Технічних умов [12,13].

Важливою умовою надійної і безпечної роботи конструкцій транспортних споруд є врахування впливу циклічних навантажень. ДП «ДерждорНДІ» разом з НУ «Львівська політехніка» за участі авторів розробляється Методика розрахунку бетонних конструкцій, армованих базальтопластиковою арматурою, на дію малоциклових навантажень високого рівня на основі даних виконаних експериментальних досліджень.

В Національному транспортному університеті розробляється Методика розрахунку бетонних конструкцій, армованих базальтопластиковою арматурою, на витривалість. З цією метою проводяться випробування бетонних балок армованих базальтопластиковою арматурою, на дію мільйонів циклів повторних навантажень.

Для оцінки економічної доцільності використання базальтопластикової арматури були виконані розрахунки із використанням нормативних документів [9, 10, 11] армування базальтопластиковою арматурою плити проїзної частини

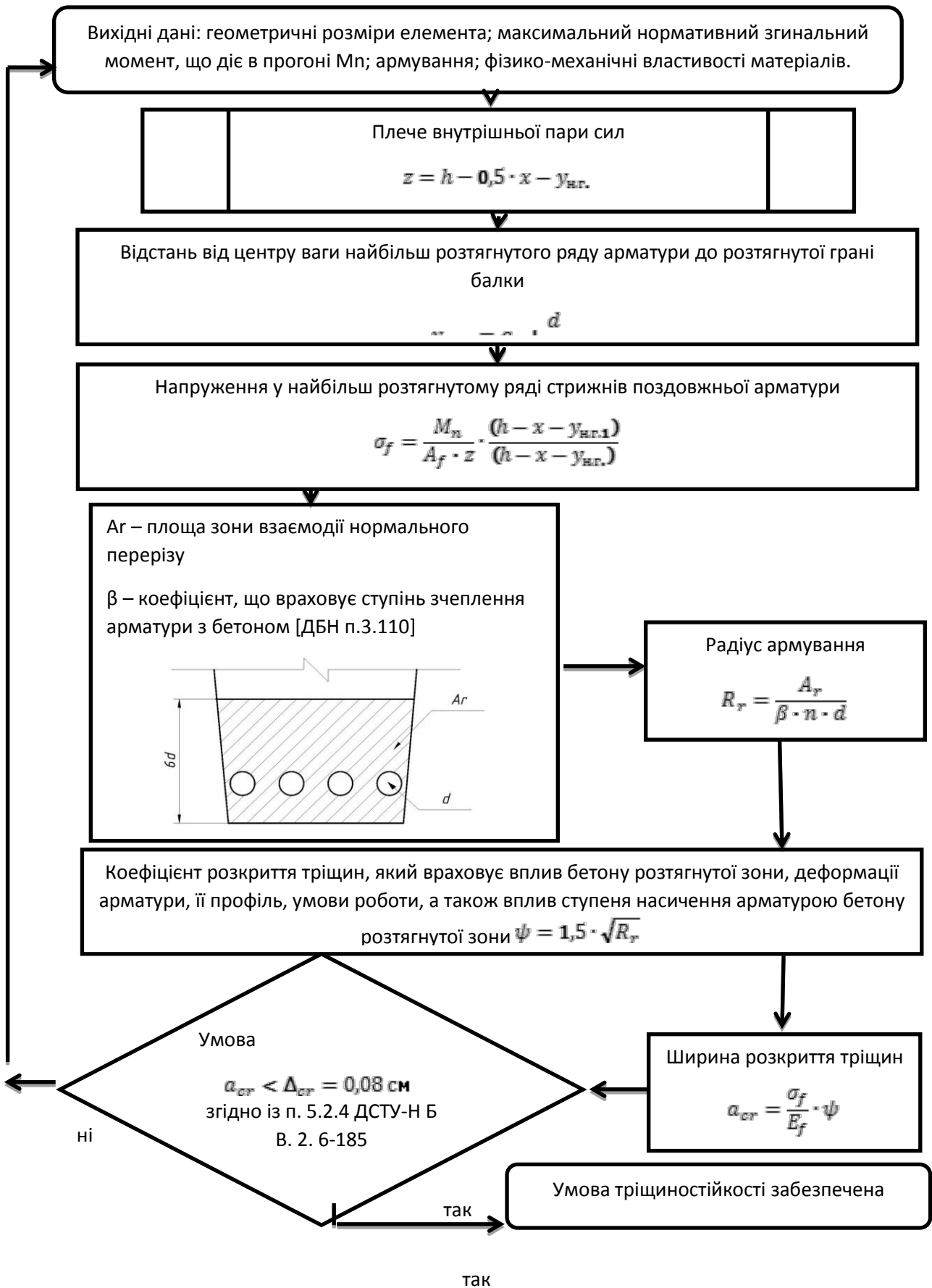


Рис. 1. Блок-схема розрахунку тріщиностійкості транспортних споруд, армованих базальтопластиковою арматурою

моста. В проекті будівництва моста через р. Войниха у Полтавській області, виконаного ДП «Укрдіпродор», плиту передбачалося армувати сітками із сталевих арматур. Заміна сталевих арматур на базальтопластикову дозволяє зменшити її вартість на 27,9 тис. грн, тобто на 24,6 % [14]. При цьому постійне навантаження на прогонову будову від ваги арматури зменшується на 70 кН.

На технічній раді Укравтодору 07.04.2016 року було затверджено експериментальним об'єктом з використання базальтопластикової арматури для армування бетонної плити проїзної частини при капітальному ремонті моста на км 314 + 091 автомобільної дороги державного значення Київ – Харків – Довжанський (головний інженер проекту Коваль П.М). Як показали розрахунки, заміна сталевих арматур на базальтопластикову на цьому об'єкті зменшить витрати на 41,2 тис., грн.

Висновки. В Україні проводиться розробка нормативного забезпечення проектування будівництва бетонних конструкцій транспортних споруд із армуванням базальтопластиковою арматурою. Існуючі в Україні нормативні документи дозволяють проектувати конструкції транспортних споруд, які не працюють на витривалість. Виконуються дослідження і дослідні випробування базальтопластикової арматури в конструкціях, які працюють на витривалість, розробляються відповідні нормативні документи щодо розрахунку таких конструкцій. Виконані розрахунки підтверджують економічну доцільність використання базальтопластикової арматури для армування бетонних конструкцій транспортних споруд.

Література

1. ACI 440.1R-06 Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars: ACI 440.1R-06 – ACI Committee 440, American Concrete Institute, 2006. – 44 p.
2. FIB Bulletin 40: FRP reinforcement in RC structures. – International Federation for Structural Concrete, 2007. – 160 p.
3. CAN/CSA-S806-02, “Design and Construction of Building Components with Fibre-Reinforced Polymers”, Canadian Standards Association, Toronto, Ontario, Canada, (May 2002).

4. CAN/CSA-S6-06 “Canadian Highway Bridge Design Code” Canadian Standards Association, Toronto, Ontario, Canada, (December 2006).
5. Recommendation for Design and Construction of Concrete Structures Using Continuous Fiber Reinforced Materials, Concrete Engineering Series 23, ed. by A. Machida, Research Committee on Continuous Fiber Reinforcing Materials, Tokyo, Japan, 1997.
6. Purpose and justification for new design standards regarding the use of fibre-reinforced polymer composites in civil engineering, support to the implementation, harmonization and further development of the Eurocodes, EUR 22864 EN – 2007.
7. ТР 013-1-04 Технические рекомендации по применению композитной арматуры периодического профиля в бетонных конструкциях. – Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона, НИИЖБ, – М.: 2004.
8. СТО 83269053-001-2010 Применение в транспортном строительстве неметаллической композитной арматуры периодического профиля. НПФ УралСпецАрматура, 2010.
9. ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу.
10. Р В. 3.2 – 03450778 - 830 : 2013. Рекомендації із застосування неметалевої стержневої арматури для армування плит прогонових будов мостів.
11. Р В. 2.3 – 03450778 – 830 : 2014. Рекомендації з проектування базальтобетонних конструкцій мостів і труб.
12. ТУ У В. 2.7 – 25.2 – 34323267 – 001 : 2009. Арматура неметалева композитна базальтова періодичного профілю. Технічні умови.
13. ТУ У В. 2.7 – 25.2 – 21191464 – 024 : 2011. Арматура композитна « Екібар» для армування конструкцій з бетону. Технічні умови.
14. Коваль П. М. ефективність використання базальтопластикової арматури при армуванні плити проїзної частини моста/ П. М. Коваль, О.Я. Гримак, Т.І. Коваль // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса, 2016. – Вип. 61. – с. 193 – 198.