

Використання неметалевої арматури в сучасному будівництві

Іван Афтенюк, здобувач¹ (ORCID: 0009-0009-4902-8833),
Віра Колякова, доцент, канд. техн. наук¹ (ORCID: 0000-0001-6879-8520)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ

В умовах сучасного будівництва неметалева композитна арматура часто стає доволі ефективною альтернативою традиційній сталевій арматурі, особливо, якщо мова йде про гідротехнічне, малоповерхове або ж дорожнє будівництво. Завдяки своїм властивостям композитна арматура здатна забезпечити надійність і збільшити довговічність елементів конструкцій, насамперед, в агресивних середовищах. Її попри вищу вартість та потребу в спеціалізованому монтажі, її технічні характеристики відкривають нові можливості для оптимізації будівельних процесів.

Ключові слова: неметалева арматура, сучасне будівництво, альтернатива, агресивне середовище.

1. ВСТУП

Сьогодні ми спостерігаємо неупинний розвиток в усіх сферах нашого життя, те що ще вчора здавалось маревом і було можливим лише у снах винахідників, сьогодні – доступне для всіх. Наша епоха – час безперервного оновлення, розвиток став головною ознакою сучасної цивілізації. З кожним новим відкриттям чи нововведенням у людства з'являються нові вимоги та потреби, які стають початком нового етапу еволюції, оскільки задля їх задоволення необхідно знову запускати процес оновлення і трансформації до вже нових умов. Цей механізм прогресивного (або регресивного) розвитку властивий абсолютно для всіх галузей людської діяльності, а особливо для однієї з найстаріших – будівництва.

Сучасна інженерія вимагає не лише створення міцних та надійних конструкцій, а й оптимальних під визначені потреби і вимоги, найбільш доцільних за довговічністю, екологічністю та витратами. І однією з ключових передумов цього прогресу став саме пошук нових рішень та підходів до використання в конкретних умовах нових засобів, технік і матеріалів, які є більш раціональними за традиційні.

Протягом десятиліть сталеві арматури були незамінною складовою залізобетонних конструкцій. Проте нові виклики в будівельному секторі, бажання будувати легше, дешевше, швидше, будь-де та за будь-яких обставин підштовхнуло до використання нових матеріалів, адаптованих під конкретні умови, в яких застосування типового підходу не є вигідним. Неметалева композитна арматура в даному контексті особливо вирізняється. Це не лише альтернатива сталевій арматурі – інший підхід до формування конструкцій, які служитимуть без втрати своїх властивостей не одне десятиліття, це нові можливості для архітекторів та інженерів-будівельників.

2. МЕТА РОБОТИ

Дослідження можливостей та доцільності використання неметалевої арматури в сучасному будівництві, аналіз її властивостей, переваг та недоліків у порівнянні зі сталевією (традиційною) арматурою. Визначення перспективних напрямків застосування композитної арматури в конструкціях різного типу.

3. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Залізобетон – це композитний матеріал, що поєднує в собі бетон та арматуру. Сам по собі бетон відмінно працює на стиск, однак є слабким на розтяг, цей недолік компенсує сталеві арматура, яка здатна ефективно сприймати великі розтягувальні зусилля, тобто фактично є основним елементом залізобетонних конструкцій, що працює на згин та розтяг. Завдяки такому поєднанню залізобетонні конструкції мають здатність сприймати великі навантаження, що робить їх найбільш поширеними у світовій будівельній практиці.

Однак, бетон не завжди здатний ефективно захищати арматуру, особливо, якщо конструкція потрапляє під атмосферний вплив чи знаходиться в агресивному середовищі. Вода, хлориди, лужні, соляні чи кислотні розчини, що потрапляють на поверхню сталеві арматури через тріщини в бетоні, що з'являються в процесі експлуатації конструкції, або ж через капілярні пори, які виникають в результаті випаровування надлишкового вмісту води в бетонній суміші, розпочинають процес її корозії. Під дією кисню та вологи сталь окиснюється, утворюючи іржу. Даний процес не лише послаблює сам арматурний стержень, зменшуючи його передбачений діаметр, а й спричиняє збільшення об'єму корозійних продуктів, в результаті чого виникає відшарування та розтріскування бетону навколо арматури, в тому числі і захисного шару бетону, наслідком чого стає абсолютна втрата захисту арматури від впливу зовнішніх факторів, через що конструкція згодом втрачає міцність та може стати небезпечною для подальшої експлуатації. Існує низка доволі ефективних способів захисту арматури від корозії, наприклад, такі як: використання пластифікаторів, що покращують захисні властивості бетону, збільшення захисного шару бетону, використання антикорозійних покриттів, корозійних інгібіторів, катодний захист тощо. Однак, в деяких випадках подібні методи не можуть гарантувати надійний захист арматури або ж є економічно не вигідними. Тому сьогодні стрімкого поширення набуває застосування неметалевої композитної арматури в конструкціях, в яких використання сталеві є недоцільним чи ризикованим.

Отже, композитна арматура – це композитний стрижень кругового або еліптичного періодичного профілю, виготовлений з поздовжнього безперервного армуючого

волокна (ровінгу) відповідного матеріалу та терморезистивного в'язучого, що просочує та зв'язує волокна, сформований і затверділий у довгу тонку структурну форму, придатну для використання як армування бетону; решітка з композитних стрижнів [1].

Композитна неметалева арматура являє собою жмуток тонких волокон діаметром 14...16 мкм, змашених в'язучою терморезистивною смолою (пластиком). Виготовляється методом пултрузії – протяжкою змашених в'язучих волокон через формуючу фільєру або методом нідлтрзії – такою ж протяжкою, але без використання фільєр [3].

Фізико-механічні характеристики неметалевої композитної арматури залежать від виду волокон основи, виду в'язучого та процентного співвідношення волокно - в'язуче. Оптимальним є співвідношення: 75% волокна і 25% в'язучого. Для застосування найбільш поширеними є волокна арамиду, базальту, вуглецю і скла. Арамідне волокно отримують з поліаміду; волокно з вуглецю виготовляють шляхом нагрівання органічних попередників, які містять значну кількість вуглецю, таких як віскоза, поліакрилонітрил або смола, в інертному середовищі [3, 5].

Періодичний профіль поперечного перерізу неметалевої композитної арматури утворюється вдавлюванням обмотувальної нитки в зовнішній формуючий шар стержня або шляхом спіральної обмотки жгутом.

При розрахунку конструкцій з неметалевою композитною арматурою в якості розрахункової діаграми стану деформування арматури приймають діаграму, що наведена на рисунку 1 [2]. При поздовжньому розтягу стрижнів неметалевої арматури спостерігається неупругість з лінійною залежністю напруження деформації, яка супроводжується крихким руйнуванням зразків. Принциповий графік залежності наведено на рисунку 1 [3].

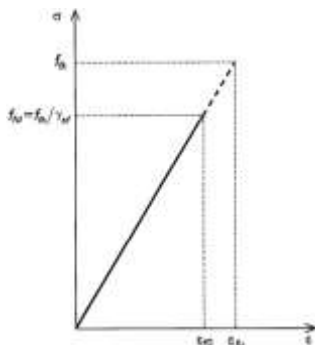


Рисунок 1. Діаграма «напруження-деформації» розтягу композитної арматури [2]

Неметалева композитна арматура має низку суттєвих переваг над альтернативною сталевую. По-перше, композитна арматура є стійкою до корозії. Металева арматура в умовах високої вологості та під впливом солей чи інших агресивних середовищ схильна до корозії, що призводить до втрати її механічних властивостей. Неметалева арматура, в свою чергу, не піддається корозії, що дає змогу використовувати її в складних кліматичних умовах. По-друге, неметалева арматура є доволі легкою, порівняно зі своєю альтернативою, що значно полегшує транспортування та монтаж, а також дозволяє знизити навантаження на конструкції. По-третє, неметалева арматура має менший коефіцієнт теплопровідності, ніж у металевій, також не проводить електричний струм та не створює перешкод для радіохвиль, що робить її хорошим варіантом

для використання поблизу ліній електропередач, електростанцій, об'єктів, які потребують стабільного радіозв'язку тощо.

Серед недоліків неметалевої арматури можна виділити порівняно високу вартість, особливо, якщо є потреба у великій кількості армування, та ненадійність у випадку виникнення великих навантажень та вібрацій – в цьому аспекті композитна арматура повністю програє металевій.

Провідне місце в світі у використанні композитної арматури займають США, Швейцарія, Данія, Німеччина, Великобританія, Японія та Канада. На сьогодні в США та Канаді вже збудовано понад 400 мостів з використанням склопластикової арматури. Структура використання неметалевої арматури у світі приблизно наступна: США – 30 %; Японія – 26 %; Китай – 22 %; Європа – 19 %; Росія – 2 %, країни СНД – 1 % [4].

4. ВИСНОВОК

Таким чином, неметалева арматура перед традиційною сталевую має чисельні переваги, які дозволяють зменшити витрати на обслуговування, продовжити термін служби та роблять її ідеальним варіантом для армування конструкцій, що зводяться в агресивних середовищах або в районах з високою вологістю: морських, припортових та гідротехнічних споруд, покриттях доріг, інженерних мереж, опорах ліній електропередач, мостів, тунелів тощо. Проте, існує і низка недоліків, зокрема висока вартість та обмежена здатність витримувати великі навантаження і вібрації. Тому, хоч композитна арматура і має значний потенціал, її подальше використання вимагає додаткових досліджень задля удосконалення та розширення області її застосування.

Загалом, в перспективі неметалева композитна арматура може стати вагомим елементом у розвитку інфраструктури, особливо в умовах змінюваного клімату та підвищених вимог до довговічності будівель і споруд.

Список літератури

- [1] ДСТУ 9065:2021. Арматура композитна для армування бетонних конструкцій. Загальні технічні умови. Київ: Мінрегіонбуд України, ДП «УкрНДНЦ», 2021 – 25 с.
- [2] ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012. Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу. Київ: Мінрегіон України, 2012 – 32 с.
- [3] Клімов Ю. А. Використання неметалевої композитної арматури для армування бетонних конструкцій / Ю. А. Клімов // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка: науково-технічний збірник. – К., 2011 – Вип. 42. – С. 13 – 17.
- [4] В. Р. Сердюк, О. М. Антонюк, і Т. С. Антонюк, «Композитна арматура в будівельні галузі: тенденції розширення використання», *СучТехБудів*, вип. 33, вип. 2, с. 25–35, Бер 2023.
- [5] ACI 440.1R-06 “Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars” — ACI Committee 440, American Concrete Institute, 2006. — 44 p.