

ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ МОСТІВ

*Купченко Є.А. ДМ-51-21, Полозов П.С. ДМ-41-41-18
Науковий керівник: к.т.н., доцент Ігнатенко А.В.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

При проектуванні інженерних споруд перед розробниками інколи виникають проблеми, коли використання сталевих арматур в залізобетонних виробках небажано або неможливо. Альтернативою металевій арматурі в такому випадку служить арматура, виконана зі скляних, базальтових, вуглецевих або арамідних волокон, просочених термореактивним або термопластичним полімерним в'язучим і отвердженим, тобто так звана композитна арматура.

Ще в 60-ті роки минулого сторіччя виникло питання – чи можна замінити металеву арматуру на полімерну. Це було пов'язано з тим, що деякі об'єкти будівництва призначалися для роботи в агресивних середовищах. Металева арматура в таких умовах використовуватися не могла, тому що вона схильна до корозії, плюс є провідником електричної енергії.

З'явилися розробки високоміцної неметалевої арматури на основі безперервного лугостійкого скляного волокна діаметром 10-15 мікрон, пучок цих волокон об'єднувався в монолітний стрижень за допомогою синтетичних смол (епоксидної, епоксифенольної, поліефірної та ін.) Така арматура була використана в конструкціях хімічних складів, в ряді покриттів на жорсткій основі (дороги), у ваннах з полімер бетону в цехах електролізу на підприємствах кольорової металургії. Але на масове виробництво такої арматури так і не вийшли.

До нашого часу питання про неметалеву арматуру не залишалося без уваги. Вчені США, Японії, Італії, Норвегії та інших країн проводили дослідження, створювали зразки, випробували, покращували характеристики.

Основну область застосування склопластикової арматури визначити дуже складно, так як ця арматура використовується в багатьох напрямках будівельних робіт: у промисловому і цивільному будівництві, при будівництві доріг і мостів, у бетонних спорудах, які постійно піддаються впливу агресивних середовищ.

Під терміном «композитна арматура» (англ. fibre-reinforced plastic rebar, FRPrebar) зазвичай розуміються неметалеві стрижні із скляних, базальтових, вуглецевих або арамідних волокон з виконаними на поверхні поперечними або спіральними ребрами, просочених термореактивною або термопластичним полімерним матеріалом.

Композитна арматура - це будівельна арматура на основі неметалевих волокон, пов'язаних композитним складом. Для виготовлення даної арматури зазвичай використовується скловолокно, базальтоволокно, вуглеволокно і т.д. Композитна арматура, на відміну від металу, не піддається корозії, та являється екологічним та безпечним для життєдіяльності людини матеріалом.

Скловолокно отримують з кварцового піску шляхом продування рідкої скляної маси, через спеціальне сито. При цьому одна піч виробляє сотні й тисячі кілометрів скляного волокна за зміну. Його змотують в мотки і везуть на завод з випуску арматури. Міцність гнучкому і досить крихкому скляному волокну можна надати, тільки якщо його замурувати в жорсткому полімері.

Для склопластикової арматури застосовується полімерний композит, складений з трьох основних видів полімерів. Його отримують в реакторах основного органічного синтезу з вуглеводневої сировини. Готовий полімер у вигляді пластівців завантажують у ливарну машину. У формах виливки спочатку розмотують скляне волокно. Для отримання кожного прутка використовується невеликий пучок скловолокна. Після укладання (процес виконується механізовано) проводиться заливка форми під тиском. Готова склопластикові арматура має бежевий або зеленуватий колір і вигляд точно відповідній звичної сталевій арматури.

Переваги склопластикової арматури над металевією:

1. Склопластикова арматура не корозійна, вона стійка до агресивних середовищ.
2. В 5 разів легше сталевій арматури при тому ж діаметрі.
3. Висока стійкість до стресових навантажень;
4. Коефіцієнт теплового розширення (КТР) композитної арматури відповідає КТР бетону, що виключає пориви армування і утворення тріщин в захисному шарі бетону під впливом температурних циклів.
5. Композитна арматура має низьку теплопровідність і не має містка холоду.
6. Будучи діелектриком, склопластикова арматура радіопрозора та магнітоінертна.
7. Не втрачає міцність під впливом низьких температур. Діапазон температур експлуатації від -70°C до $+100^{\circ}\text{C}$.

До недоліків склопластикової арматури можна віднести:

1. Модуль пружності композитної арматури в 3,5 рази нижче металевій. З цієї причини її можна застосовувати в фундаментах, дорожніх плитах і т.д., але її застосування в перекриттях вимагає додаткових розрахунків.
2. Низька вогнестійкість матеріалу. При нагріванні до температури вище 200°C відбувається деструкція матеріалу, в результаті чого він втрачає свої фізико-механічні характеристики. Однак нагрів арматури до 200°C можливий, або при прямому впливі вогню, що виключено, або при нагріванні і утриманні температури бетонної конструкції до температури понад 600°C , що теж не є штатним випадком.
3. Композитну арматуру неможливо зварювати - тільки в'язати дротом або за допомогою стяжок.
4. З композитної арматури неможливо виготовити гнуті вироби на місці монтажу. Виготовлення нестандартних гнутих елементів можливо тільки в заводських умовах.

Найбільш раціональною і доцільною областю застосування композитної арматури є конструкції, призначені для роботи в агресивних середовищах відповідно до [1].

Склопластикову арматуру доцільно застосовувати в бетонних конструкціях з нейтральним і слабкокислим середовищем, як найменш агресивним по відношенню до цієї арматури.

Композитна арматура в складі бетонних конструкцій може бути використана без дорогих і трудомістких заходів щодо антикорозійного захисту.

Класифікація бетонних конструкцій (по об'єктах і видах конструктивних рішень), в яких можливе застосування композитної арматури наведено на рисунку 1.

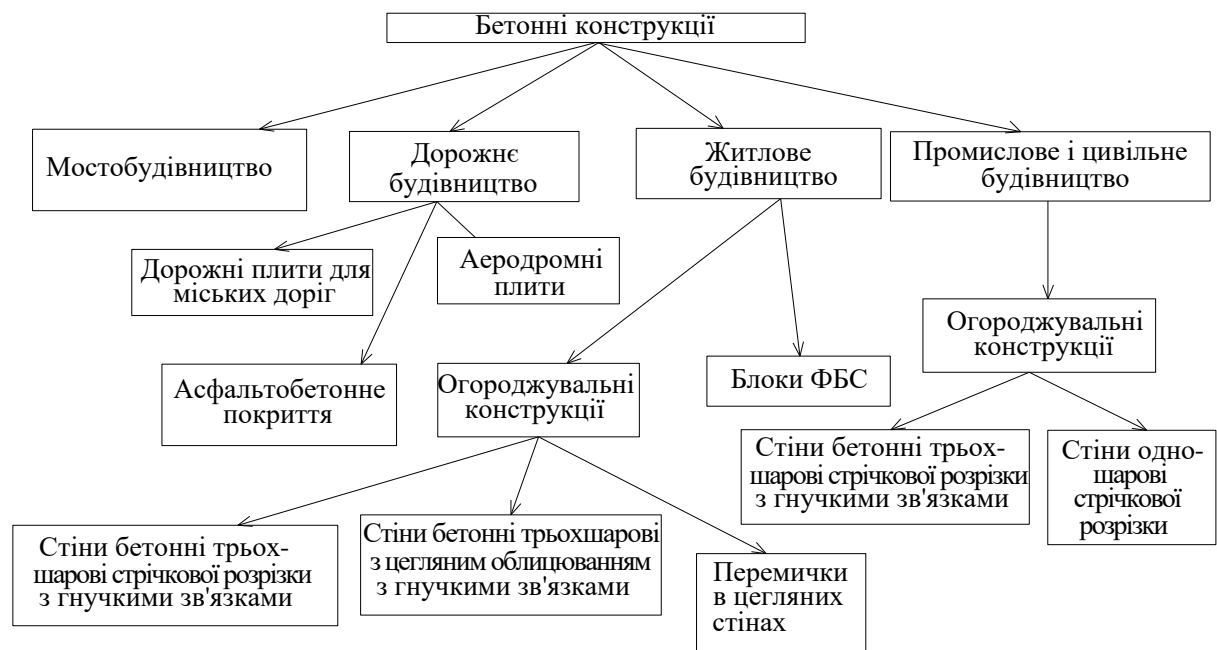


Рисунок 1 – Класифікація бетонних конструкцій з можливим застосуванням композитної арматури

Проектування збірних бетонних конструкцій із застосуванням композитної арматури має виконуватися відповідно до вимог [2].

Слід передбачати максимальне використання міцності і фізико-механічних властивостей армуючого матеріалу, обраного на основі варіантів порівняння техніко-економічних показників.

У типових проектних рішеннях збірних бетонних конструкцій масового застосування допускається заміна сталеві арматури на рівноміцну композитну арматуру.

Застосування композитної арматури є найбільш ефективним для армування таких збірних конструкцій, як дорожні плити, які працюють на пружній основі (на витривалість) і відчують багаторазово повторні навантаження, які викликають вигин плит і розтягуювальні напруження в арматурі.

Спеціальних вимог до виробництва бетонних робіт при армуванні конструкцій з композитною арматурою не потрібно.

Товщину захисного шару слід призначати з умови спільної роботи композитної арматури і бетону відповідно до вимог [3], анкерування арматури в бетоні і можливості влаштування стиків стрижнів з композитної арматури, а також вогнестійкості конструкцій відповідно до вимог [3].

Техніко-економічна доцільність застосування композитної арматури для геотехнічних конструкцій обумовлена високою корозійною стійкістю до агресивного середовища і високою міцністю на розтяг.

Тимчасові геотехнічні конструкції із застосуванням склопластикової арматури під впливом механізованого тунелепрохідницького і землерийного устаткування, в порівнянні зі сталевими арматурами, можуть легко руйнуватися, за рахунок низької міцності на сприйняття поперечних навантажень при зрізі і сколюванні

Базальтопластикова арматура в складі постійних геотехнічних конструкцій може бути використана без дорогих і трудомістких заходів з антикорозійного захисту.

Застосування композитної арматури в відповідальних геотехнічних спорудах (мости, тунелі, фундаменти, підпірні стіни, кріплення і т.п.) вимагає виконання спеціальних розрахунків і обґрунтування.

Найбільш раціональною і доцільною областю застосування композитної арматури є конструкції, призначені для роботи в агресивних середовищах, наприклад, в дорожніх покриттях, огорожах, підпірних стінах, насипах і т.п.

Техніко-економічні переваги армогрунтових конструкцій із застосуванням композитної арматури є:

- скорочення термінів будівництва;
- відсутність необхідності влаштування заглибленого фундаменту;
- скорочення металоємності;
- можливість використання місцевих ґрунтів;
- скорочення необхідного набору будівельного обладнання (досить бульдозерів і котків);
- зниження вартості і трудовитрат;
- підвищена сейсмічна стійкість і можливість сприймати нерівномірні осідання;
- можливість використання при ґрунтах з низькою несучою здатністю;
- підвищення корозійної стійкості в агресивних ґрунтах, при збільшенні опору розтягуванню в контактних зонах армогрунтової основи.

Як приклад на рисунку 2 наведені типові рішення армогрунтових насипів із застосуванням композитної арматури під мостові устої диванного типу.

Стержні композитної арматури застосовуються в якості монтажних і конструктивних анкерів для укладання і кріплення георешітки в геотехнічних конструкціях.

Анкер кріплення георешітки складається із стрижня композитної арматури (частіше використовується склопластикові арматура) періодичного профілю.

Композитні анкери мають наступні переваги: мала вага; висока міцність в широкому діапазоні температур; не схильні до корозії; можливість використання в умовах вічної мерзлоти і в ґрунтах з включеннями щебеню, гравію, валунів і т.п.

Література:

1. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги. ДСТУ Б В.2.6-145. – [Чинний з 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 52с.
2. Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу. Технічні умови. ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012. – [Чинний з 2013-04-01]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 28с.
3. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 104с.