

О.А. ПАЛИВОДА, канд. техн. наук, асистент, А.В. БАЧИНСЬКА, студентка  
Криворізький національний університет

## **ЗАСТОСУВАННЯ ВУГЛЕВОЛОКНА У БУДІВНИЦТВІ: АРМУВАННЯ І ПІДСИЛЕННЯ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Починаючи з 50-х років минулого сторіччя і до періоду сьогодення в багатьох регіонах України і світу, зокрема й на Криворіжжі, створено колосальний виробничий фонд, що базується на будівлях та спорудах, заміна чи відбудова яких технологічно дуже складна й трудомістка, фінансово обтяжлива, і в переважній більшості випадків призведе до зупинки роботи підприємств.

Тому на ряду з новим будівництвом, маємо проблеми щодо утримання існуючого фонду. Одним з таких напрямків є підсилення конструкцій вуглецевим (карбоновим) волокном.

Вуглецеве волокно не є винаходом нашого століття. Його вже давно використовують в авіа- і ракетобудуванні, у побуті та господарстві цей матеріал знайомий у вигляді вуглепластикових вудок і кевлара. Пройшовши довгий етап освоєння і вдосконалення технології, індустрія, нарешті, стала готова забезпечувати вуглецевою тканиною інші галузі, в тому числі і будівельну.

Матеріал являє собою тонкі нитки, які в діаметрі досягають максимально 15 мікрон. Основний склад ниток – атоми вуглецю. Атоми вуглецю являють собою мікроскопічні кристали, які розташовані паралельно один до одного, що дозволяє їм сильно розтягуватися і при цьому ланцюг не розривається. Крім того, тканини вуглеволокна мають невелику питому вагу, низький коефіцієнт температурного розширення і володіють хімічною інертністю.

Головна особливість вуглецевих ниток - високий показник питомої міцності на розтягнення по відношенню до власної ваги. Вироби, армовані вуглепластиком, зберігають найвищий з відомих опір на розрив, при цьому за матеріаломісткості і вазі вони набагато вигідніші у порівнянні з, поширеною на сьогоднішній день, сталлю.

У вихідному вигляді вуглеволокно являє собою тонку мікрофібру, яка може бути сплетена в нитки, з яких, у свою чергу, може бути виткане полотно будь-яких розмірів. За рахунок правильної орієнтації молекул, їх міцної зв'язки і досягається така висока міцність. В решті – волокна просто виконують функцію армування при будь-якому типі конструктивного наповнювача, від епоксидних смол до бетону.

На поверхню конструкції матеріал наноситься спеціальним клеєм. Це дозволяє зміцнити навіть вигини, опори і важкодоступні ділянки, а також стиснуті або позакентровано стиснуті елементи. При нанесенні вуглеволокна на зовнішню поверхню не втрачається початкова форма поперечного перерізу елемента чи конструкції. Найчастіше цей будівельний матеріал використовують для зміцнення несучих стін, колон і плит перекриття. Крім цього, його широко застосовують під час монтажу обойм з металу і під час установки стійок, рам або балок.

Проста технологія нанесення вуглеволокна дає перевагу по трудомісткості й технологічності, а будівля зможе витримувати суттєво вищі навантаження, ніж до цього. Цей метод зовнішнього армування має безліч переваг перед іншими способами, а саме: вуглеволокно є легким, але в водночас час дуже міцним і надійним матеріалом; на конструкцію наноситься тонкий шар цього композиційного матеріалу, тому її габарити практично не змінюються; дозволяє заощадити достатню кількість грошових коштів, адже нанесення відбувається без допомоги будь-якої техніки, підйомних механізмів або зварювання; зміцнення вуглеволокнами залізобетонних чи інших конструкцій можливо проводити без зупинки функціонування об'єкта.

У місцях, які вважаються сейсмічно активною зоною, на всіх мостових спорудах та подібних конструкціях, також використовують композиційні матеріали, в тому числі і вуглеволокно, адже саме цей будівельний матеріал, що використовується для зовнішнього армування споруди, дозволяє значно збільшити експлуатаційний період.

Підсилення конструкцій вуглеволокном – один з небагатьох заходів, що дозволяють зберегти форми об'єкту і водночас підвищити його несучу здатність. Саме цей матеріал широко використовують по всьому світі для збереження пам'яток архітектури та історії.