

РЕКОНСТРУКЦІЯ ТА ПІДСИЛЕННЯ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗОВНІШНІМ АРМУВАННЯМ – ВУГЛЕЦЕВОЮ СТРІЧКОЮ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

З давніх-давен, за часів найперших споруд, людині знайома проблема обвалення будівель і споруд. На сьогоднішній день, проблема обвалення будівель стоїть досить гостро не тільки в Україні, але і у всьому світі. Для вирішення даної проблеми сучасні фахівці активно користуються методами підсилення і відбудови конструкцій. Однак традиційні методи посилення несучих конструкцій вимагають великої матеріалоемності і великих вкладень, а також не завжди можливі в плані реалізації. Останнім часом перспективним напрямком вважається посилення конструкцій за допомогою різних композитних матеріалів, на базі вуглецевого волокна, які отримали назву вуглецеві стрічки.

Ключові слова:

Обвалення будівель і споруд, відновлення і посилення будівель і споруд, зовнішнє армування, композитні матеріали, вуглецеве волокно, сейсмозахист будівель і споруд.

Abstract

From ancient times, at the time of the earliest buildings, man is familiar with the problem of collapsing buildings and structures. Today, the problem of collapsing buildings is quite acute not only in Ukraine but all over the world. To solve this problem, modern experts are actively using methods of reinforcement and restoration of structures. However, traditional methods of reinforcing load-bearing structures require a lot of material consumption and large investments, as well as not always possible in terms of implementation. Recently, a promising trend is to strengthen structures using various carbon fiber based composite materials, called carbon ribbons.

Keywords:

Demolition of buildings and structures, restoration and reinforcement of buildings and structures, external reinforcement, composite materials, carbon fiber, seismic protection of buildings and structures.

Вступ

З давніх-давен, за часів найперших споруд, людині знайома проблема обвалення будівель і споруд. З розвитком будівництва як галузі, збільшенням обсягів зведення будівель і ускладненням формоутворення конструкцій, змінилися лише масштаби аварій. На сьогоднішній день, проблема обвалення будівель стоїть досить гостро не тільки в Україні, але і у всьому світі, адже часто наслідки таких аварій обчислюються не тільки грошовим еквівалентом, але і життями людей. Події можуть викликати безліч причин, як неправильна експлуатація будівель і споруд, так і недотримання правильної технології і організації будівельно-монтажних робіт[1].

Для вирішення даної проблеми сучасні фахівці активно користуються методами підсилення і відбудови конструкцій. Однак традиційні методи посилення несучих конструкцій - збільшення площі поперечних перерізів, зміна конструктивної форми і регулювання напружень, вимагають великий матеріаломісткості і великих вкладень, а також не завжди можливі в плані реалізації. Це призводить до розвитку нових методів реконструкції будівель і споруд.

Основна частина

Останнім часом перспективним напрямком вважається посилення конструкцій за допомогою різних композитних матеріалів, ін'єкція композитними складами і посилення попереднього напруження канатами. Звернемо особливу увагу на відновлення за допомогою композитних матеріалів, на базі вуглецевого волокна, які отримали назву вуглецеві стрічки. Їх головна перевага - універсальність: вони підходять для посилення, ремонту, відновлення будівель і споруд різного призначення. Завдяки унікальним характеристикам зовнішнє армування незамінне в ремонті старого житла, будівель і споруд промислового і цивільного призначення[3].

Вуглецеве волокно - це давно відомий легкий і міцний матеріал, що складається з тонких ниток діаметром від 5 до 15 мкм, утворених переважно атомами вуглецю. Атоми вуглецю об'єднані в мікроскопічні кристали, вирівняні паралельно один одному. Вирівнювання кристалів надає волокну велику міцність на розтяг. Вуглецеві волокна характеризуються високою силою натягу, низькою питомою вагою, низьким коефіцієнтом температурного розширення і хімічної інертністю.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок, що вуглецеве волокно міцніше сталі, що підтверджують неодноразові дослідження[2] різних фірм вуглецевого волокна за міцністю на розрив. Було встановлено, що зразок вуглецевої стрічки, рівносильний зразком сталі, міцніше в 2-3 рази. Також слід зазначити малу вагу даного матеріалу, що дозволяє не залучати для будівельно-монтажних робіт додаткову кранову техніку, моток вуглецевого волокна цілком здатний забрати одна людина.

Даний матеріал вперше отримав, запропонував застосувати в якості ниток розжарювання в електричних лампах, і запатентували відомий всім американський винахідник Томас Альва Едісон. Надалі вивченням вуглецевих волокон займалися в США, СРСР, а також в Японії.

Вуглецеві матеріали мають різьоме широку сферу застосування. Їх можна зустріти в різних областях промисловості. В авіації, наприклад, дані матеріали застосовують для створення цілісних композитних матеріалів, в атомній промисловості - при створенні енергетичних реакторів, в автомобілебудуванні - для виробництва як окремих деталей, так і для автомобільних корпусів цілком, в суднобудуванні - для створення нових матеріалів і конструкцій з них. Однією з найбільш важливих областей застосування є вітроенергетика. З композитних матеріалів проводиться безліч товарів народного споживання: предмети інтер'єру, деталі ЕОМ і багато іншого. За допомогою вуглецевих стрічок можна виробляти зовнішнє армування будівель і споруд, яке дозволить повністю відновити міцність, необхідну для експлуатації. Необхідно відзначити, що технологія зовнішнього армування будівельних конструкцій є досить простою, в першому наближенні її можна порівняти з процесом поклейки шпалер.

Робота складається із наступних етапів (рис. 1).



Рис. 1 – Виробництво робіт з підсилення конструкцій вуглецевими стрічками

Композитами можуть бути посилені балки, ригелі, плити перекриття, панелі, колони, бетонні та цегляні стіни, дерев'яні конструкції при вигинах, зрушення, прогибах і інших деформаціях.

Переваги даного матеріалу:

- виключно висока міцність на розрив;
- мала вага ($\frac{1}{4}$ ваги стали), низька жорсткість, можливість застосовувати відрізки будь-якої довжини. Це дозволяє прискорити, спростити і полегшити роботи по посиленню;
- мала товщина композитного бандажа. Дозволяє збільшити міцність і пружність конструкції без змін її геометрії та жорсткості.
- висока стійкість до агресивного навколишнього середовища, забезпечує дуже тривалий термін служби;
- невисока вартість в порівнянні з традиційними методами посилення.

Так наприклад, на одному з інфраструктурних об'єктах Києва плити перекриття втратили свою несучу здатність і могли б повністю зруйнуватися, що в свою чергу спричинило б за собою обвалення в технічне підпілля всього обладнання. Було прийнято рішення провести ремонт із застосуванням системи зовнішнього армування вуглецевими стрічками, так як ремонт із застосуванням традиційних методів зажадав би відключення всього мікрорайону від водопостачання на кілька місяців, а робота з системою зовнішнього армування не вимагає таких «жертв». За добу бригада робітників з 4 чоловік зміцнювала системою зовнішнього армування до 10м² поверхні[4]. Завдяки цьому бюджет проекту вдалося скоротити на 23%, також ремонт був проведений в найкоротші терміни, протягом всього 21 дня. Посилення металом зайняло б не менше місяці. Вага всієї наклеєної в технічному підпіллі тканини разом зі сполучними елементами склав 70кг, якби об'єкт ремонтувався традиційними методами, треба було б 6 тон металу, вага несучих конструкцій в цьому випадку збільшився б в 85 разів і створив додаткове навантаження на фундамент будівлі, а наслідком це стане активне утворення тріщин. Завдяки даній технології міжремонтний період конструкції був збільшений до 30 років, посилення металом зажадало б проведення чергового ремонту вже через 1-4 роки.

Висновок

Таким чином, вуглецеве волокно має гарне підґрунтя у вигляді вдалих випробувань і проведених дослідів, а також вдало реалізованих проєктів по відновленню та посиленню несучих конструкцій будівель і споруд, тому подальше введення його, як одного з основних методів ремонту елементів конструкцій дозволить отримати вигоду від скорочення капітальних вкладень, а також скоротити трудомісткість, матеріаломісткість і час виконання роботи. Все це обґрунтовує подальше вивчення даного матеріалу і спроби розширити межі його галузевого застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бліхарський Я.З. Використання вуглецевої стрічки при підсиленні позацентрово стиснутих колон / Я. З. Бліхарський, Р. Є. Хміль, Ю. М. Собко // Зб. наук. праць: Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2014. – Вип. 29. – С. 575–581.
2. Бліхарський Я. З. Експериментальні дослідження залізобетонних колон, підсиленних вуглецевою стрічкою при дії навантаження низького рівня / Я. З. Бліхарський, Р. Є. Хміль, Ю. М. Собко // Зб. наук. праць: Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2013. – №ип. 27. – С. 440–447.
3. Бамбура А. М. Рекомендації щодо застосування композитних матеріалів фірми Sika для підсилення залізобетонних конструкцій ЗНТ-219-2167.13-001 / А. Бамбура, О. Гурківський, О. Дорогова, І. Сазанова, Т. Мірошник, О. Панченко, Ю. Собко. – К. : ДП “Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій”, 2014. – 45 с.
4. Бамбура А. М. Основні положення розрахунку бетонних та залізобетонних конструкцій по національному нормативному документу (ДБН), що розробляється / А. М. Бамбура, А. Я. Барашиков, О. Б. Гурківський / Будівельні конструкції/. – К.: НДІБК, 2005 – Вип. 62: У 2-ох т. – Т. 1 – С. 131–136.

Танчук Олександр Іванович — студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця,

Науковий керівник: Андрухов Валерій Михайлович – к.т.н., доцент кафедри ПЩБ, член-кореспондент академії будівництва України, заст. завідувача кафедри, очолює роботу СПКБ «ВІННИЦЯ-XXI».

Tanchuk Alexander — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, boretskyiVL@vmr.gov.ua

Supervisor: Andrukhov Valery Ph.D., Associate Professor, PCB Chair, Corresponding Member of the Academy of Civil Engineering of Ukraine, Assist. Head of the department, heads the work of SPKB "VINNYTSYA-XXI".