

## НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА МОСТІВ

*Романенко Артем, 41ДМ, Харківський державний автомобільно-дорожний коледж*

*Керівник: викл. вищ. кат., викл-мет. Митрохіна М.О.*

Мостобудування по праву можна вважати однією з найконсервативніших галузей будівництва. Незважаючи на революцію інженерії, узгодження і впровадження нових рішень в мостобудуванні вимагає тривалого часу.

Сьогодні все частіше застосовуються нові технології будівництва мостів, що реалізують найнеймовірніші рішення.

Ще пару десятків років назад основним будівельним матеріалом при зведенні мостів виступав міцний і довговічний бетон. Але при своїх перевагах він мав істотний недолік - ваговитість. Це нерідко ставало каменем спотикання в ситуаціях, коли потрібно з метою підвищення судородності моста збільшити прольоти між опорами.

Сьогодні гідну альтернативу важкому бетону, який раніше використовували в мостобудуванні склав «Надлегкий бетон». Об'ємна маса «Надлегкого бетону» складає всього 2000 кг/м<sup>3</sup> (для порівняння важкого бетону -2500 кг/м<sup>3</sup>), а питома міцність досягає позначки в 25 МПа. Головна перевага матеріалу в тому, що він дозволяє знизити вагу покриття на 30% без шкоди міцності конструкції. Такий ефект досягається за рахунок використання

таких пористих заповнювачів: вулканічного доломіту, пемзи, пористого вапняку, перліту і вермікуліту.

Не менш затребуваний сьогодні і «Наноструктурований бетон». Цей матеріал створюється за допомогою введення до складу «астраленів» – багатошарових структур з наночастинок фуллероїдного типу. Наявність в консистенції цементного каменю цих структур створює умови для мікродисперсного самоармірованія, підвищуючи тим самим міцності будівельного матеріалу.

Аналіз показав, що існує мінімум вісім переваг застосування нанокомпозитних матеріалів в мостобудуванні:

1. Несприйнятливість до корозії і агресивних хімічних середовищ.

2. Не гниють і не деформуються при впливі високих або низьких температур.

3. Простота монтажу дає можливість залучати менше робочих рук і встановлювати прольоти за короткий час.

4. Менша вага в порівнянні з бетонними, з/б і сталевими конструкціями, що знижує навантаження на опори.

5. Невисока вартість і практично відсутність витрат на обслуговування.

6. Великий вибір архітектурних рішень, що дозволяє створювати унікальні з естетичної точки зору мости.

7. Пожежно небезпечні, що забезпечується складовими частинами композиту.

8. Відсутність необхідності спеціального догляду, додаткового фарбування і нанесення захисного покриття.

Приклади використання нанокompозитних матеріалів в мостобудуванні:

✓ Армування конструкцій композитною арматурою

Для виробництва композитної арматури використовують спеціальні композитні матеріали (нитки-волокна). Для просочення цих матеріалів використовується епоксидна смола.

Композитна арматура складається з основного стовбуру і зовнішнього шару. Основний стовбур забезпечує міцність арматури і являє собою пучок паралельних волокон, пов'язаних композитом на основі епоксидних або поліефірних смол. Зовнішній шар відповідає за зчеплення арматури з бетоном і являє собою односпрямовану навивку волокон по спіралі (нагадує сталеву арматуру періодичного профілю).



Існують такі види композитної арматури:

Склопластикова (АСП) – композитна арматура, яку виготовляють зі скловолокна (додає міцність) і смол (вступають в якості сполучного).

Базальтова (АБП) – композитна арматура, що виготовляється з базальтового волокна і смоли; більш стійка до агресивних середовищ.

Переваги композитної арматури :

– Височка міцність: склопластикова арматура в 3 рази міцніше металевій арматури такого ж діаметру, що дозволяє при будівництві використовувати менший діаметр композитної арматури.

– Не піддається корозії при впливі води і солей. ⇒ Підходить для будівництва всіляких водних споруд або для будівництва будівель в особливих кліматичних зонах.

– Низька тепло і електропровідність. ⇒ Не створює ділянок холоду в бетоні. Не створює перешкод радіохвилями. Не створює магнітних полів. Це особливо важливо при взаємодії конструкції з навколишнім середовищем.

– Мала вага: в 4,4 рази легше сталевий при однакових діаметрах.

– Висока транспортабельність: Композитна арматура малого діаметру перевозиться в бухтах.

– Екологічно чистий матеріал. ⇒ Не завдає шкоди навколишньому середовищу, не токсичний при розкладанні, не накопичує радіацію.

– Однаковий температурний коефіцієнт розширення з бетоном. ⇒ При зміні температури навколишнього середовища, розширюється і звужується разом з бетонними конструкціями, не допускаючи розтріскування і тріщин.

– Випускається не обмеженої довжини.  $\Rightarrow$  Може випускатися абсолютно будь-якої довжини, а не 6-12 метрів як сталева арматура. Бухта склопластикової арматури завдовжки в 150м має вагу близько 10 кг.

– Після перевезення в скрученому вигляді вона легко випрямляється.



Недоліки композитної арматури:

– Низька жорсткість. Модуль пружності композитної арматури майже в 4 рази нижче, ніж у сталевій, тобто вона легко згинається. З цієї причини її можна застосовувати в фундаментах, дорожніх плитах, тобто конструкціях які працюють на стиск, а не на згин.

– Низька теплостійкість. АСП втрачає несучі властивості при 150 °С, АБП - при 300°С, а сталева арматура працює до 500°С. При нагріванні до 600°С, полімер, що зв'язує волокна арматури, розм'якшується настільки, що арматура стає текучою. Необхідні додаткові заходи по теплозахисту конструкцій з композитної арматурою.

– Неможливість зварювання. Композитну арматуру, на відміну від сталеві, неможливо зварювати електрозварюванням. Рішення проблеми - установка на кінці арматурних стержнів

сталевих трубок до яких вже можна буде застосовувати електрозварювання.

– Неможливість вигину без нагріву. Неможливо надати вигин безпосередньо на будівельному майданчику. Рішення проблеми – виготовлення арматурних стержнів необхідної форми ще на виробництві за кресленнями замовника.

✓ Посилення і ремонт мостових конструкцій композитними матеріалами

Для посилення з/б конструкцій використовують різноманітні матеріали, але дуже часто - вуглерідну тканину FibARM Tape.



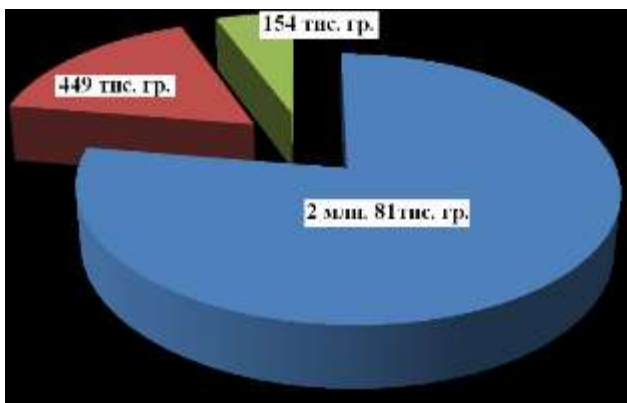
Технічні характеристики тканини FibARM Tape: висока гранична міцність, міцність на розрив, не піддаються корозії, висока межа витривалості; низька вага, легке укладення, коефіцієнт температурного розширення  $\sim 0$ , лінійно пружні до руйнування.

Приклади використання композитних матеріалів для виконання ремонту та посилення залізобетонних конструкцій:

1. Ремонт і посилення балок прогонових будов мостів і шляхопроводів
2. Ремонт стійок опор мостів та шляхопроводів
3. Ремонт ферм



Техніко-економічне порівняння засобів ремонту і заміни прогінної будови моста довжиною 50м



■ - заміна прогінної будови  
■ - посилення металом  
■ - посилення композитними матеріалами

Питання полегшення ручної праці і зниження витрат на залучення чисельної будівельної техніки при будівництві мостів успішно вирішують талановиті інженери. Вони створили машину-монстр, що призначена для зведення позакласних мостів з дуже великою кількістю прольотів.





Диво-машина називається SLJ 900/32 Segmental Bridge  
Launching Machine.

Цифра 900 (тонн) вказує на максимально допустиму вагу одного елемента, який може укласти агрегат. Диво-машина має значні розміри: довжина - 91 м, ширина - 7,4 м, а висота - 9 м; вага без вантажу - 580 тонн; продуктивність від 750 до 1000 прольотів. Завдання будівельників зводиться до того, щоб звести опори. Машина сама переміщає, встановлює і закріплює готові прогонові будови на заздалегідь встановлені опори. Слід зазначити, що будівництво моста за допомогою такої машини не вимагає ручної праці, а працевитрати і тяжкість робіт незрівнянно менше в порівнянні з технологіями, які використовувались в минулому.

Новий творчий підхід до будівництва мостів продемонстрували австрійські інженери, з'єднавши протилежні берега річки двома прольотами, що складаються як спиці парасольки. Такий метод зведення мостів обіцяє ряд переваг в порівнянні з більш традиційними способами. Основним елементом цього рішення стали порожні балки, що прикріплені одним кінцем до опори моста і здатні підніматися в вертикальне положення, а потім акуратно опускатися за допомогою



гідравлічних механізмів. Як тільки балки опускаються в горизонтальне положення, їх заповнюють бетоном.



Метод не поступається по міцності традиційним, але економить купу часу. Зведення мостів таким методом вимагають двох - 3 днів, а процес опускання балок – близько 3 годин. «Тепер, коли ми довели, що цей метод добре продуманий і ідеально працює, ми сподіваємося, що він пошириться і незабаром стане одним з основних методів зведення мостів по всьому світу» - сказав Йоханн Коллегер, один з керівників проекту.

Сучасні будівельні матеріали і технології дають можливість інженерам, що будують і проектують мости, створювати не просто споруди, а витвори мистецтва.



## Література:

1. За композитними матеріалами майбутнє

<https://rcmm.ru/tehnika-i.../21911-za-kompozitnymi-mostami-budushee.html>

2. Технологія технології сіка для реконструкції мостів сіка technologies for bridges

[science.lpnu.ua/sites/default/files/journal.../30171.pdf](http://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal.../30171.pdf)

3. «Ремонт і посилення мостових конструкцій композитами»

<http://usilenie.info/usilenie-mostovyh-konstrukcij.php#>

4. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Композитная\\_арматура](https://ru.wikipedia.org/wiki/Композитная_арматура)

5. [www.tdbazalt.com/...i.../armatura.../nedostatki\\_stekloplastikovo\\_i\\_armaturi\\_minusi/](http://www.tdbazalt.com/...i.../armatura.../nedostatki_stekloplastikovo_i_armaturi_minusi/)

6. [stekloplast34.ru/article/stekloplastikovaya-armatura-tehnologiya](http://stekloplast34.ru/article/stekloplastikovaya-armatura-tehnologiya).

7. [www.polyarm.com.ua/produktsiya/armatura-kompozitnaya](http://www.polyarm.com.ua/produktsiya/armatura-kompozitnaya).