

## Література

1. Чеботаев В.В., Сооружение тоннелей под действующими магистралями с помощью защитного экрана из труб. / В.В. Чеботаев, Е.В. Щекудов // Сборник научных трудов ЦНИИС.- М., 2000.-с. 191-198
2. Wittke W. New design concept for underground openings in rock. In G. Gudehus (ed.) Finite Elements in Geomechanics. Chichester, New York, Brisbane, Toronto: John Wiley \*\* Sons, 1977.
3. Меркин В.Е. Прогрессивный опыт и тенденции развития современного тоннелестроения./ В.Е. Меркин, Л.В. Маковский - М., ТИМР, 1997. - 192с.
- 4 Щекудов Е.В. Опыт сооружения тоннелей с применением защитного экрана из труб под действующими транспортными магистралями // Исследования конструкций и материалов для метро- и тоннелестроения: Сборник научных трудов. - М.: ЦНИИС, 2002.-с.38-62.

## МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ В МОСТОБУДУВАННІ

*Трояненко М., ДМ-51-18, ХНАДУ  
Калиновська Я., Д-44тЗ-17, ХНАДУ  
Керівник: доц. каф. МКБМ Ігнатенко А.В.*

Основними областями застосування склопластикової композитної арматури є фундаменти. Безумовно, це не єдина область застосування композитної арматури, але саме в фундаментах найбільш проявляються всі переваги полімерної арматури і нівелюються її недоліки.

Стрижні композитної арматури все частіше використовуються для армування таких бетонних конструкцій, як: мости, автостоянки і морські споруди, в яких корозія традиційної сталеві арматури зазвичай призводить до істотного зносу і часткового руйнування конструкції, що викликає необхідність її відновлення. Знос настилу моста - це одна з найбільш поширених проблем мостобудування. Бетонний настил мосту зношується швидше, ніж будь-який інший елемент через прямого впливу навколишнього середовища, боротьби з обмерзанням з використанням агресивних

антиобледенительних реагентів і зі зростаючою транспортної завантаженістю доріг. З точки зору витрат на ремонт і порушення руху транспорту головною проблемою є поява тріщин настилу і його розшарування внаслідок корозії. У Квебеку половина експлуатаційних витрат Міністерства транспорту витрачатися на бетонні споруди, пошкоджені корозією, і вони оцінюються в 1 млрд. Фунтів на рік. Для того щоб впоратися з проблемами, пов'язаними з корозією, сталева арматура повинна бути захищена від викликають корозію елементів, або замінена на альтернативні корозійностійких матеріали в нових спорудах. Однією з таких альтернатив є композитна полімерна арматура (арматура у вигляді полімеру, армованого волокном), яка вже багато разів успішно застосовувалася при будівництві різних об'єктів, але найкращим чином зарекомендувала себе при застосуванні для армування бетонних настилів і інших конструкційних елементів мостів. Використання композитної арматури, для армування бетонного настилу моста є потенціалом збільшення терміну служби настилу, економічних та екологічних переваг [1-5].

Нові канадські стандарти проектування автотранспортних мостів (CAN / CSA-S6-00 2000), які були чинні в грудні 2000 року, включають в себе новий розділ (Section 16) про використання композитної полімерної арматури в якості армуючих елементів при мостобудуванні [6].

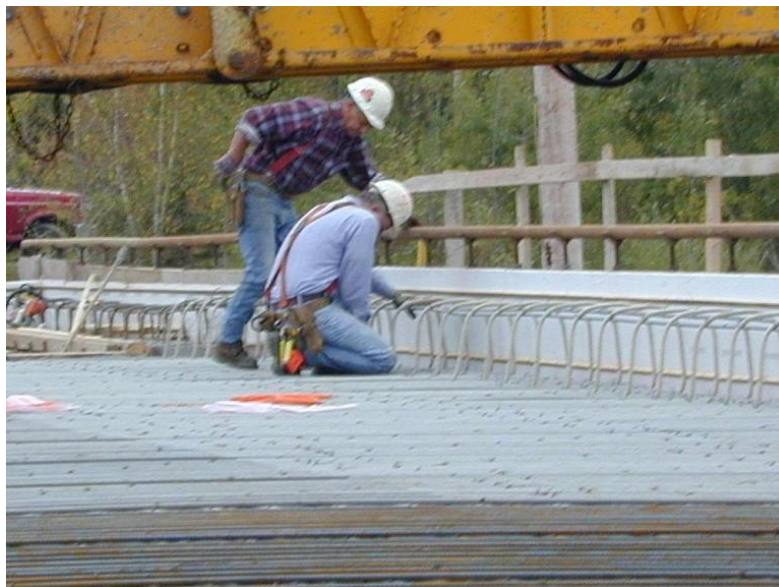


Рисунок 1 - Монтаж вигнутих стержнів з композитного армованого пластику

На підставі даного стандарту в наслідок масштабних попередніх досліджень і випробувань в Уоттона (Квебек, Канада) був побудований бетонний балочний міст при будівництві якого, для армування плит настилу, використовувалася полімерна композитна арматура [7]. Для армування бетонного настилу плити даного моста, одночасно були використані углепластиковая арматура і склопластиковая арматура.

В критических местах мост оснащен большим количеством оптоволоконных датчиков для мониторинга и сбора данных о внутренней температуре и деформациях. Для отслеживания деформаций и температуры было установлено 44 оптоволоконных датчика Фабри-Перо (Рисунок 2,а), 30 из которых были приклеены непосредственно к арматурному каркасу, а 6 были залиты в толще бетона для измерения деформаций. Два термодпары были залиты в бетон для контроля изменений температуры. Кроме того, шесть оптоволоконных датчиков размером 80-мм были установлены на поверхности бетонных балок для измерения деформаций (Рисунок 2,б).

У критичних місцях міст оснащен великою кількістю оптоволоконних датчиків для моніторингу та збору даних про внутрішню температуру і деформації. Для відстеження деформацій і температури було встановлено 44 оптоволоконних датчика Фабрі-Перо (Рис. 2, а), 30 з яких були приклеєні безпосередньо до арматурного каркасу, а 6 були залиті в товщі бетону для вимірювання деформацій. Дві термодпары були залиті в бетон для контролю змін температури. Крім того, шість оптоволоконних датчиків розміром 80мм були встановлені на поверхні бетонних балок для вимірювання деформацій (Рис.2,б).

а



б



Рисунок 2 – Оптоволоконні датчики: а – вбудовані; б – на бетонних балках

На мосту була змонтована система збору даних, підключена до модему, для здійснення дистанційного моніторингу за експлуатацією настилу з моменту будівництва і через кілька років після його завершення.

Міст так само був перевірений на експлуатаційні характеристики при стандартній вантажопідйомності, як зазначено в нових стандартах СНВDC (2000). Даний проект дозволяє провести оцінку роботи в експлуатаційних умовах, і так само оцінку довготривалого використання різних типів композитної арматури з полімеру, армованого волокном, в якості арматури настилу в будівництві, а також безпосереднє порівняння зі сталевією арматурою при тих же реальних умовах експлуатації і довкілля.

На підставі деталей конструкції і результатів статичних випробувань авторами сделані наступні висновки:

- не було виявлено ніяких перешкод для використання композитної арматури. Під час транспортування і установки не виникло ніяких проблем з арматурою у вигляді полімеру, армованого волокнами;

- експлуатація композитної полімерної арматури, покритої піском, дуже схожа з експлуатацією сталевих арматурних стрижнем;

- під таким навантаженням у вигляді вантажівки, максимальні значення деформації розтягу бетону, вони дуже малі і рівні 10-25 мікронапруги в міру того, як вантажівка рухається повз приладів. Ці значення істотно нижче деформації руйнування бетону, які розташовуються в інтервалі від 100 до 125 мікронапруг для звичайного важкого бетону з межею міцності при стисненні від 30 до 35 МПа;

- прогини настилу мостів і плит були істотно нижче, ніж допустимі межі, визначені асоціацією AASHTO (American Assotiation of State Highway and Transportation Officials).

### **Література**

1. Benmokrane, B., and Rahman, H., eds. (1998) Durability of Fiber Reinforced Polymer (FRP) Composites for Construction, Proceeding of the First International Conference, Sherbrooke, Quebec, Canada, 692p.
2. Japan Concrete Institute, ed. (1997) Non-Metallic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures, Proceeding of the third International Symposium(FRPRCS-3),Sapporo Japan, Vol. 1, 728p.

3. Saadatmanesh, H., and Ehsani, M.R., eds. (1996) International Conference on Composites for Infrastructure, Proceeding ICCI, Tucson, Arizona, USA.
4. Neale K.W., and Labossiere P., eds. (1992) Advanced Composite Materials in Bridges and Structures, Proceeding of the First International Conference, Sherbrooke, Quebec, Canada.
5. GangaRao, H.V.S., Thippesway, H.K., Kumar, S. V., and Franco, J.M. (1997) Design, Construction and Monitoring of the First FRP Reinforced Concrete Bridge Deck in the United States, Proceedings of the third International Symposium(FRPRCS 3) on Non-Metallic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures, Sapporo, Japan, Vol. 1, pp. 647-656.
6. CAN/CSA-S6-00 (2000) Canadian Highway Bridge Design Code, Canadian Standard Association, Rexdale, Toronto, Ontario, Canada, 734p.
7. <https://arvit.com.ua/primenenie/osnovnyie-sferyi-primeneniya/dorozhnoe-stroitelstvo/>

## **АНАЛІЗ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЯК ОСНОВА НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ МОСТІВ**

*Марчук А. В., ДМ 15-41, ХНАДУ  
Керівник ст. препод. Лозицький А.С.*

Початок дослідження властивостей матеріалів, що використовуються при будівництві мостів і методів їх контролю, дало створення з ініціативи С. В. Кербедза і н. Ф. Ястржембського в 1853р в Санкт-Петербурзі в корпусі інженерів шляхів сполучення дослідницької лабораторії. Істотний внесок у дослідження механічних властивостей матеріалів вніс Н. Н. Белелюбський, який пізніше очолив лабораторію, заклавши основи дослідження в мостобудуванні металу і залізобетону [1]

Необхідність нормування властивостей матеріалів і конструкцій було пов'язано з будівництвом значної кількості мостових споруд.

Теоретичні уявлення про властивості матеріалів вимагають перевірки в лабораторних умовах, а також безпосередньо на місці будівництва, ремонту мостів і споруд.