

4. Виконана реконструкція мостів після тривалого періоду експлуатації з використанням для розширення залізобетонної монолітної накладної плити з консолями великої довжини підтвердила ефективність, технологічність і надійність прийнятих конструктивних рішень.

1. Матаров И.А., Смирнова Л.С., Шилина А.Л. Сборные железобетонные мосты с многорядной сварной арматурой. – М.: Автотрансиздат, 1959. – 186 с. 2. Radomski W. Nowe materialy w mostownictwie. XLV Konf. naukowa, KILiW PAN i KN PZITB “Problemy naukowo-badawcze budownictwa”. – Tom 6. – Wrocław-Krinica, 1999. – S. 281–302. 3. Biliszczuk J., Machelski C., Onysyk M., Węgrynjak M. Problemy rehabilitacji wiaduktów uszkodzonych na skutek uderzeń pojazdów. Konf. nauk.-techn. “Awary budowlane”. – Szezin-Międzydroje, 1996. – S. 677–684. 4. Кваша В.Г., Мельник І.В., Климнуш М.Д. та ін. Підсилення при реконструкції залізобетонної прольотної будови автодорожнього моста приклеєними вуглепластиками: Зб. будівельні конструкції. – Кн. 2. – К., 2003. – Вип. 59. – С.114–171. 5. Инструкция по уширению автодорожных мостов и путепроводов. ВСН51-80. – М.: Транспорт, 1990. – 128 с. 6. Кваша В.Г. Розширення прольотних будов автодорожніх мостів монолітною залізобетонною накладною плитою: Зб. “Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди”. – Рівне, 1999. – Вип.3. – С.140–145. 7. Кваша В.Г. Розширення і підсилення залізобетонних прольотних будов збірно-монолітною накладною плитою: Зб. “Архітектура і сільськогосподарське будівництво”. – Львів, 2000. – №1. – С.119–125. 8. Розширення збірних залізобетонних прольотних будов мостів з багаторядною каркасною арматурою залізобетонною накладною плитою: Зб. “Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди”. – Рівне, 2000. – Вип.4. – С.205–212.

УДК 624.012

В.Г. Кваша, Б.Г. Гнідець

Національний університет “Львівська політехніка”

О.В. Панченко

Представництво “Sika-Poland” в Україні

## ОДИН З ПЕРШИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ ЄВРОПИ, ЗБУДОВАНИЙ У ЛЬВОВІ

© Кваша В.Г., Гнідець Б.Г., Панченко О.В., 2006

Описано конструктивне рішення першого у Львові, збудованого в 1894 р. залізобетонного аркового містка, результати його обстеження, характер виявлених дефектів та загальний технічний стан, а також технологічну схему ремонтно-відновлюваних робіт і застосовані при цьому матеріали і технології.

The structural decision of the first is described in Lviv, built in 1894 the reinforced concrete arched bridge, results of his inspection, character of found out defects and common technical state, and also technological chart of the repair-restored works and materials and technologies are applied here.

Першою з відомих інженерних залізобетонних споруд у Львові був арковий плиткий місток пішохідного типу, побудований в 1894 р. на території Львівської політехніки, як експонат регіональної (краєвої) виставки, яка в той час відбувалась у Львові [1, 2]. Він має прольот 11,05 м, ширину – 2,5 м, товщину плити в ключі – 10 см, в п'яті – 12 см (рис. 1).

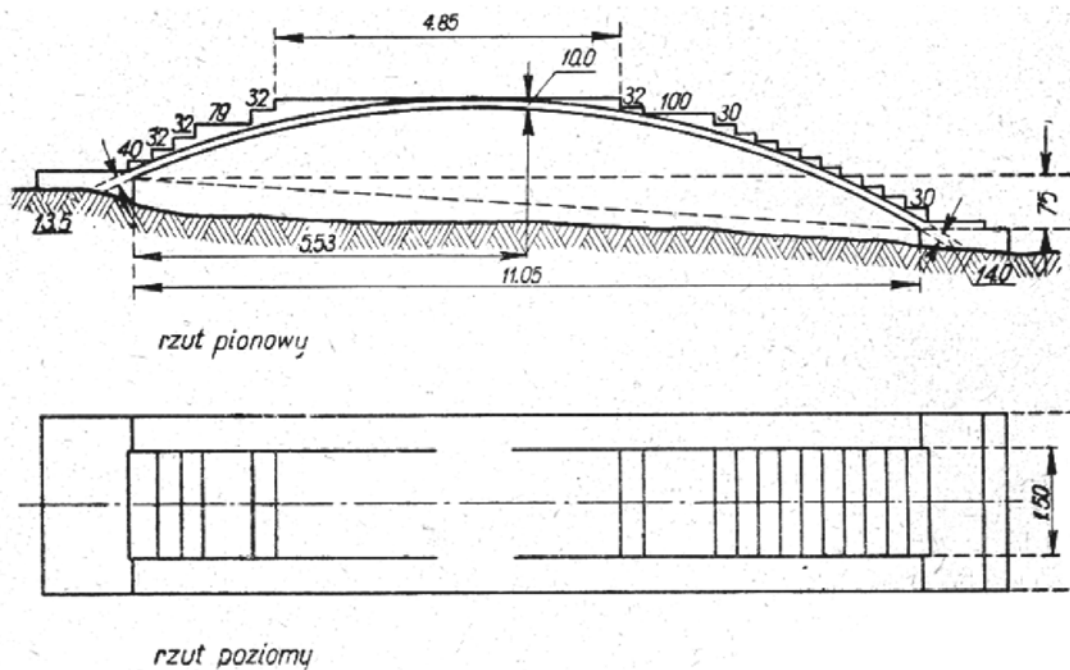


Рис. 1. Конструкція залізобетонного містка,  
побудованого на території Львівської політехніки в 1894 р.

Плита склепіння армована подвійною (нижньою і верхньою) в'язаною сіткою з гладкої арматури  $\varnothing 12$  мм з кроком стрижнів вздовж і поперек прольоту  $110 \times 130$  мм. Товщина захисного шару була різною і становила від 12 до 25 мм (з боку нижньої на верхні плити). Ініціатором і автором проекту будівництва мостика був професор кафедри будівництва мостів Львівської політехніки Максиміліан Тульє – один з основоположників проведення експериментальних досліджень і створення наукових основ теорії розрахунку залізобетонних конструкцій, палкий прибічник і пропагандист нового на той час будівельного матеріалу, прекрасний теоретик і дослідник. В своїх наукових працях він вперше подає основні принципи розрахунку залізобетонних балок, вперше вводить основоположне (фундаментальне) поняття сучасної теорії залізобетону – розмежування стадій напруженого стану залізобетонних елементів, і встановлює, за якою з них необхідно визначати напруження в бетоні і арматурі. Пізніше, разом з професором А.С. Курилло, вперше в теорії залізобетону вони здійснили спробу побудувати розрахункові формули для залізобетону за третьою стадією його роботи – стадією руйнування (1913 рік). З 262 наукових робіт (і підручників) проф. М. Тульє 88 присвятив дослідженню і будівництву залізобетонних конструкцій.

Будівництво мостика виконано єдиною на той час у Львові, але уже доволі відомою фірмою "Й. Сосновський, А. Захаревич", яка вперше у Львові масово застосувала залізобетон у 1902–1904 рр. Під час будови головного залізничного вокзалу роботи виконувались на концесійних засадах і за ліцензіями Геннебіка. Протягом перших десяти років існування (1902–1912) фірма виконала близько 1800 будов з застосуванням залізобетону, в тому числі 216 мостів, до Першої світової війни – близько 300 мостів. Ця ж фірма у 1905 р. вперше застосувала залізобетонні палі системи Геннебіка під час будівництва пам'ятника А. Міцкевичу у Львові.

Місток, який зберігся на території Львівської політехніки до нашого часу, виділяється вишуканістю форм, ідеальним співвідношенням розмірів, викликаючи зацікавленість своєю елегантною (стрункою, гнучкою) формою. Напевно тому він, як декоративна споруда, і зберігся упродовж 110 років існування, переживши дві світові війни, неодноразову зміну суспільно-соціальних систем і політичних ситуацій. Навіть під час тимчасової німецької окупації нацисти не наважились його знищити, а знайшли йому практичне застосування, огородивши з обох боків дошками і перетворивши на складське приміщення (рис. 2) – характерний приклад німецького практицизму.



*Рис. 2. Видяк містка, показаного на рис. 1 в часи німецької окупації*

Місток завжди був і залишається одним з символів Львівської політехніки. Багато поколінь студентів починали вивчення залізобетону з його огляду, а традиційний (ритуальний) перехід через нього першокурсників політехніки в перший день першого навчального року символізував початок дороги в країну знань. Так само багато спеціалістів в галузі залізобетону, відомих вчених, учасників симпозіумів і конференцій, які проводились у Львівській політехніці з захопленням оглядали цю струнку споруду і фотографувалися як біля неї, так і на ній (рис. 3, 4). Випускники політехніки свої традиційні зустрічі починали біля містка і фотографувалися біля нього, згадуючи теплим словом автора проекту і будівельників – основоположників впровадження залізобетону в практику будівництва.

До 2004 року місток не обстежувався і практично не ремонтувався, якщо не брати до уваги періодичне оштукатурювання окремих ділянок цементним розчином. Періодичний огляд його стану здійснювали співробітники кафедри будівельних конструкцій. З ініціативи проф. А. Курилла в 1964 році було встановлено таблицю з зазначенням року його будівництва (MDCCCXCW).



*Рис. 3. Делегати Міжнародної конференції з залізобетону (Львів, травень 1989 р.)*

У 2004 р. у зв'язку з погіршенням стану зовнішніх бетонних поверхонь, виявлення зовнішніх ознак корозії бетону і арматури було прийнято рішення про проведення (виконання) капітального ремонту містка з застосуванням сучасних довговічних ремонтних систем і збереження його для майбутніх поколінь. Комплекс матеріалів для ремонту безоплатно надала фірма “Sika-Poland”, а ремонтні роботи також безоплатно виконала фірма “Альпсервіс” з м. Харкова.

Перед виконанням ремонтних робіт для визначення їх видів і обсягів проведено детальне обстеження містка з місцевим відкриттям арматури для встановлення фактичного стану бетону і арматури після 110 років перебування в умовах відкритого зовнішнього (оточуючого) середовища. Виявлені під час обстеження дефекти є типовими (характерними) для залізобетонних конструкцій. Передусім це є деструкція бетону на значних за площею ділянках в межах товщини захисного шару з боку нижньої поверхні плити, особливо на слабо провітрюваних ділянках, тобто насамперед біля п'ят. На цих ділянках поверхня бетону мала нещільну, пористу, ніздрювату структуру, захисний шар відставав від арматури, в межах його товщини виникли тріщини, орієнтовані вздовж арматури. Верхня поверхня плити, яка добре провітрювалась, мала дефекти описаного характеру лише на незначних ділянках і загалом задовільний стан. Бетон внутрішнього ядра плити між верхньою і нижньою сітками мав цілком задовільний стан, щільну структуру, без будь-яких ознак корозійних ушкоджень. Його міцність орієнтовно становила 18–22 МПа. Накладні бетонні сходинки, які бетонувались окремо, мали сколи граней, а також значні місцеві руйнування бетону на бокових поверхнях в місцях примикання до поверхні плити. Оскільки місток не знаходився під навантаженням, причиною корозійних ушкоджень бетону слід вважати вплив кліматичних чинників: сезонні і добові коливання (зміни) температури, зміни вологості і сезонні коливання інших природних впливів. Значну роль відіграло також періодичне зволоження і висихання поверхні бетону, зокрема осідання конденсату на нижній, слабо провітрюваній поверхні плити. Як відомо, дистильована вода (конденсат) є особливо шкідливим видом агресивної дії на бетон. Відіграла свою роль і корозія арматури, продукти якої мали в декілька разів більший об'єм, ніж об'єм некоронованого металу, і розривали бетон в межах товщини захисного шару. Внаслідок цього і відбулось його відшарування від арматури, а також виникали орієнтовані вздовж неї тріщини.



*Рис. 4. Професор Краківської політехніки К. Фляга серед учасників наукової конференції від України*

Для визначення стану арматури під час обстеження на окремих ділянках з боку нижньої поверхні плити вона була відкрита. В результаті виявлено інтенсивну її корозію, з витратами площі окремих стрижнів до 60–70 %, а на слабо провітрюваних ділянках (біля п'ят) окремі стрижні проіржавіли повністю, а більшість – на 70–80 %. Загалом стан арматури нижньої сітки визначений як вкрай незадовільний. Практично нижня арматура на ділянках з відшарованим захисним шаром

бетону повністю втратила свої функції і підлягала повному відновленню. Верхня арматурна сітка мала захисний шар до 30–40 мм і її стрижні практично не мали ознак корозії.

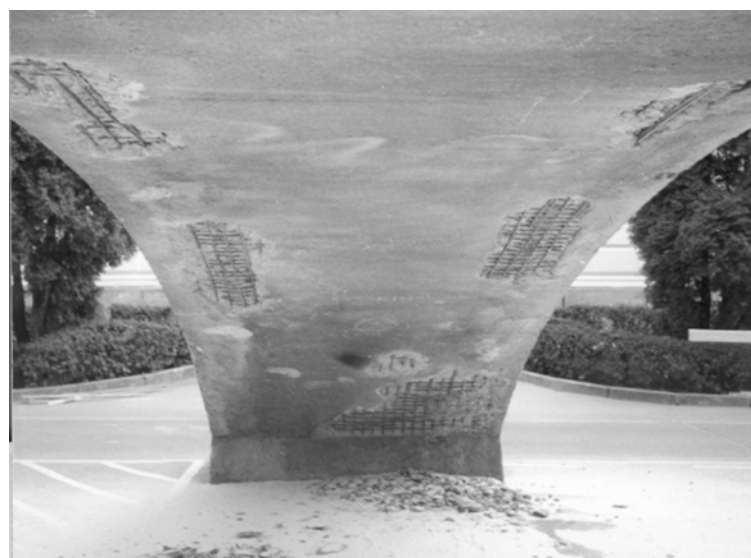
Основною причиною інтенсивної корозії арматури нижньої сітки можна вважати недостатній захисний шар бетону і його водонепроникність, періодичне зволоження і висихання, внаслідок чого відбуваються електрохімічні процеси утворення гальванічних пар, які призводять до корозії арматури без руйнування захисного шару бетону.

Ремонтно-відновлювальні роботи виконані за спеціально розробленою технологічною схемою. Обов'язковою умовою ефективного їх виконання було застосування жорстких технологічних режимів.

Перший етап ремонтних робіт включав ретельне видалення прокородованого і відшарованого бетону і оголення арматури на всіх ділянках з ознаками її корозії. Ділянки відшарованого бетону визначали простукуванням поверхні за глухим звуком від ударів молотка. Стан арматури нижньої сітки після відкриття на прокородованих ділянках показано на рис. 5, а загальний вигляд відкритих ділянок – на рис. 6.



*Рис. 5. Стан арматури нижньої плити під час видалення відшарованого бетону*



*Рис. 6. Загальний вигляд нижньої плити під час видалення відшарованого бетону*

Після видалення відшарованого бетону проведено піскоструменеве очищення бетонних поверхонь і залишків оголеної арматури. Наступним етапом ремонтних робіт було відновлення втрат арматури шляхом встановлення додаткових поздовжніх і поперечних стрижнів, які з'єднували з існуючими на непрокородованих кінцях в нахлест. Поперечні і поздовжні стрижні об'єднували між собою в сітку в'язанням. Після закріплення додатково встановлених стрижнів був проведений антикорозійний захист відкритої арматури матеріалом Sika Monotop 610, який одночасно є і зчпним шаром (рис. 7).



*Рис. 7. Антикорозійний захист арматури*

Втрати видалених шарів бетону відновлювали нанесенням шпателем вручну декількох шарів ремонтного матеріалу Sika Monotop 612/614 (рис. 8). Значніші втрати під час ремонту сходові відновлювали матеріалом Sika Dur 41. По відновленню втрат бетону використано шпаклювання відкритих нижніх і бокових поверхонь матеріалом Sikagard EpoSet, який наносили в декілька шарів шпателем і пензлем. Верхні поверхні і сходинок були просочені матеріалом SikaFlor 156 для забезпечення їх водонепроникності. Одночасно з просочуванням для забезпечення необхідної шорсткості горизонтальні поверхні сходинок посипані кварцовим піском крупністю 0,7–1,2 мм. На останньому етапі ремонтних робіт нанесено шар зношування і гідроізоляції – матеріалом Icosit Elastomastik TF також з присипанням кварцовим піском фракції 0,7–1,2 мм, після чого на всі поверхні містка валиком і пензлем нанесено завершальне декоративне покриття з матеріалу Sikagard 680 Betoncolor RAL 7032 (рис. 9). Загальний вигляд містка після ремонту показано на рис. 10.



*Рис. 8. Відновлення захисного шару бетону нижньої поверхні плити містка*





*Рис. 9. Нанесення декоративного захисного покриття*



*Рис. 10. Загальний вигляд містка після ремонту*

Ремонтні роботи виконано бригадою в складі трьох чоловік протягом 22 днів. Якість ремонту відповідає світовим стандартам і забезпечує надійне подальше існування цієї унікальної споруди.

1. Nechaj J. Początki żelbetu w Polsce // Studji i materialy z dziajdów nauki polskiej. – Warszawa, 1956. – S. 283–308. 2. Курилло А.С. Первые железобетонные конструкции и первые исследования железобетона в г. Львові // Вестник ЛПИ “Вопросы современного строительства”. – Львов, 1969. – №35. – С.16–20.