

УДК 725.95(477-25)+6242(477-45)

Залізні та залізобетонні мости України – пам'ятки будівельної науки і техніки

Iron and ferroconcrete bridges of Ukraine are the monuments of science and technology

Володимир Константинов¹

Volodymyr Konstantynov

¹ Центр пам'яткознавства НАН України і УТОПІК, Київ, Україна

m-center@ukr.net

Ключові слова:

залізні мости, залізобетонні мости, пам'ятки науки і техніки, туристичний маршрут, вантові мости.

Key words:

ferrous bridges, ferro-concrete bridges, monuments of science and technology, tourist route.

Анотація: В статті коротко висвітлено історію будівництва на території сучасної України в другій половині XIX – на початку XXI ст. залізних і залізобетонних мостів. Більш докладно викладена історія будівництва мостів подібних типів в Києві, Дніпрі, Запоріжжі, Чернігові, Кам'янці-Подільському, Севастополі, на Закарпатті, Волині, та інших містах і регіонах держави, а також наведено цікаву інформацію про історію спорудження, їхніх творців, технічні характеристики тощо. Вцілілі і збережені пам'ятники науково-технічної спадщини минулого свідчать про високий професійний рівень вітчизняних мостобудівників, які створили справжні оригінальні витвори інженерної думки і які стали пам'ятками науки і техніки, яскравими зразками монументального мистецтва. Підкреслено необхідність запровадження в Україні спеціальних туристичних маршрутів – «Міські мости» – своєрідного літопису історичного життя кожного міста, його пам'ятками будівельної науки і техніки. Стаття буде корисна всім, хто цікавиться історією науки і техніки, пам'ятками минулого.

Abstract— In the article history of building of ferrous and ferro-concrete bridges on the territory of modern Ukraine in the second half of XIX – at the beginning of XXI centuries is shortly described. The more thoroughly history of building of similar types bridges in Kyiv, Dnipro, Zaporizhia, Chernihiv, Kamianets-Podilskyi, Sebastopol, on Zakarpattia, Volyn, and other cities and regions of the Ukraine is presented. Also interesting information about history of building of these bridges, about their creators, technical descriptions et cetera is pointed. The survivor and stored monuments of scientific and technical inheritance of the past testify to the high professional level of native bridge-building specialists, who made the real original creations of engineering idea and which became the monuments of science and technology, bright standards of monumental art.

Necessity of introduction in Ukraine of the special tourist routes – “The Bridges in the City» – original chronicle of historical life of every city, by its sights of a building science and technology is marked on. The article will be useful all, who is interested in history of science and technology and monuments of the past.

Як ми вже зазначали в попередній роботі [1], найширше застосування в Україні в пореформений період набули сталеві балочні мости, хоча використовувалися також консольно-балочні і аркові. Висячі мости будувалися в царській Росії тільки у першій половині XIX ст., пізніше вони не споруджувалися, а їх друге народження в нашій країні, засноване на нових інженерних принципах, відбувалося вже після закінчення Другої світової війни 1939-1945 рр. Одним із висячих металевих мостів, збудованих в середині XIX ст., був ланцюговий міст в Києві, адже на той час стояло

питання про будівництво в місті постійного мосту через р. Дніпро.

28 жовтня 1853 р. Київ збагатився чудовим витвором інженерного мистецтва – першим в його історії стаціонарним капітальним мостом через Дніпро, відомим під двома назвами: Миколаївський та Ланцюговий [2]. Перша назва була надана на честь імператора Миколи I. Саме він ще на початку 1840-х рр. запропонував підготувати проектну документацію на спорудження в Києві моста. Із декілька запропонованих проектів перевага була віддана розрахункам Чарльза

Віньоля, зроблених ним у 1847 р. [3, с. 107-108]. Це був досвідчений англійський інженер, професор кафедри цивільного будівництва Лондонського університетського коледжу. Друга назва – Ланцюговий – пов'язана з особливостями конструкції, монументальністю і дивною красою надводних частин, що обумовило загальне визнання його чи не найкращим мостом у Європі. Відсутність в Росії на той час прокатних станів та можливість використання англійського металу, можливо, визначило вибір проекту. Будівництво мосту розпочалося у 1847 р. Міст складався з 4 прогонів і 2 напівпрогонів загальною довжиною 777,5 м та шириною 16 м. Для проходу пароплавів під час високої води в ньому передбачався 1 отвір з поворотним полотном. Міст спирався на 5 мурованих биків. Опори були викладені з цегли з наступним опорядженням гранітними плитами. Кожен з биків завершувала ціла архітектурна споруда – арка з 2 вежами. Арки сполучалися величезними ланцюгами, кожне з кілець яких важило 192 кг. Середня частина моста призначалася для проїзду екіпажів, обабіч – тротуари для пішоходів. Бильця виготовлені з чавунного литва з візерунками. Ввечері на мосту горіли ліхтарі. На Лівобережжі шлях від Ланцюгового мосту прямував на Бровари і далі – на Чернігів. На Правобережжі з Подолу вздовж Дніпра до мосту було прокладене Набережне шосе. Із самого початку свого існування Ланцюговий міст був окрасою Києва. Восени 1912 р. по мосту було відкрито рух електричного трамваю, швидкість якого становила 10 км/год. Трамвай з'єднав місто з Лівим берегом, а пізніше – з Броварами. Ланцюговий міст проіснував майже 70 років [4]. (Рис. 1)

Ще під час будівництва Ланцюгового мосту течію бічних рукавів Дніпра було перекрито так званою Чорторийською (Дніпровською) дамбою – продовженням шосейного шляху на Чернігів – в якій були зроблені отвори для пропуску весняних вод, перекриті не дуже великими дерев'яними мостами. Під час частих повеней потужні струмені активно розливали додаткові протоки і руйнували Чорторийську запруду, яка вже фактично не могла стабільно виконувати свої функції. Це вимагало додаткових зусиль з упорядкування дніпровської течії. Русанівську протоку вирішили розширити та замінити дамбу на стаціонарний металевий міст.

У 1902-1903 рр. петербурзькі інженери-мостобудівники М. А. Белелюбський та Г. О. Кривошеїн розробили проект нового мосту в Києві. У проектуванні брав участь архітектор В. П. Апишков, який разом з Г. О. Кривошеїним споруджував Великий Охтинський міст у Санкт-Петербурзі. Під час будівництва цього мосту через Русанівську протоку була запропонована ефективна новація у тогочасному вітчизняному мостобудуванні – у якості несучих конструкцій двопрогінної споруди були обрані комбіновані двошарнірні арки з затяжками [5; 6]. У вересні-жовтні 1906 р. готовий міст пройшов обов'язкову апробацію. Під час його спорудження одночасно з металевими несучими конструкціями застосовувалися дерев'яні мостові полотна на основних поперечних брусах, а також дерев'яні тротуари, що зробило цей міст пожежонебезпечним. У 1908 р. на мосту сталася пожежа, внаслідок чого вигорів майже весь настил, також постраждала значна частина металевих конструкцій, що потрапили під дію вогню.



Рис. 1. Ланцюговий міст в Києві, до 1898 року, поштова листівка

Проведені роботи з відбудови Русанівського мосту полягали у виправленні пошкоджених металевих конструкцій, а також у відтворенні настилу. Під час ремонтних робіт прогонові конструкції замінили з дерев'яних на двотаврові металеві, а дерев'яний настил уклали на металеві поперечні балки, розміщені на відстані 1,65 м. Роботу завершили в листопаді 1909 р. [5, мал. 3; 8]. Міст через Русанівську протоку був арочним, двопрогоновим, розрізним, шосейним. Міст складався з двох однопрогонних сталевих арок із зтяжкою прогоном по 105,4 м кожна [3, с. 225].

У 1920 р. під час окупації Києва поляки висадили у повітря один з прогонів Ланцюгового мосту. Постраждав також Русанівський міст. Було прийнято рішення про відбудову цих мостів. Проект мосту замовили двом інженерам-мостобудівникам Є. О. Патону та А. Ф. Ендамінову. Був прийнятий проект Є. О. Патона. Вподовж 1923-1925 рр. здійснювалося будівництво мосту. Нова конструкція мосту являла собою нерозрізну прогонну споруду з параболічними верхніми поясами і прогонами по 134 м, підвищену до рамлених пілонів, встановлених над опорами мосту. Загальна довжина мосту становила 675 м, ширина – 11,1 м. Характерною особливістю стало те, що основні елементи мосту склалися з балок двотаврового перерізу № 40, 45 та 50, виявлених на складах запасів і не використаних під час війни, а також знайдених на дні ріки. Пояси і ланцюги виконані з 4 двотаврів, розкоси – з 2, сполучення всіх елементів в вузлах – шарнірне та

здійснювалося за допомогою одного болта діаметром 130 мм, пілони склалися із 4 двотаврів № 50. Під час спорудження були використані опори Ланцюгового мосту. У квітні 1925 р. міст відкрили для руху і він отримав назву «Міст імені Євгенії Бош» [4 мал. 4; 9, с. 121]. (Рис. 2)

Остаточо міст імені Є. Бош та Русанівський міст були знищені в роки Другої світової війни.

Балочні мости з паралельними поясами почали з'являтися з кінця 1850 р. Грати таких мостів спочатку були багатогратчастими і поступово їх замінили на багаторозкісні. Цей тип мостів у другій половині XIX ст. отримав широке застосування [3, с. 223]. В Україні одним із перших багатогратчастих мостів був залізничний міст, збудований Амандом Єгоровичем Струве (1835-1898), який керував спорудженням металевих мостів через р. Москва в Коломні, через р. Ока та інших відомих мостів.

Цей міст – чудовий витвір інженерного мистецтва. Його споруджували упродовж двох років, починаючи з березня 1868 р. за проектом та під особистим керівництвом вже знаного в галузі мостобудування молодого талановитого інженера А. Є. Струве. Він запропонував застосувати в цьому проекті новий спосіб будівництва опор мосту – кесонний, що було вперше в мостобудівній практиці Росії. Суть цього способу полягала в тому, що на місці спорудження мостової опори у воду занурювалася металева конструкція – кесон (робоча камера), з якого



Рис. 2. Міст імені Євгенії Бош (фотографія 1930-х рр.)

стиснутим повітрям витискала вода, і в середині камери здійснювалася розробка донного ґрунту, закладався фундамент опори, а потім споруджувалася і сама опора [4, с. 5].

Необхідність застосування кесона під час будівництва мостів в Києві диктувалася властивостями дна річок (пісок, легко розмивні ґрунти). Оскільки серед вітчизняних інженерів не було спеціалістів, обізнаних з кесонним способом спорудження мостових опор, А. Є. Струве вирішив сам оволодіти ним і рішуче відмовився від пропозицій закордонних фірм. Під його керівництвом українські робітники за короткий термін оволоділи тонкощами нового способу. Перша опора (а їх було всього 13) будувалася упродовж 3 місяців (при цьому глибина занурення кесона перевищувала шістнадцять метрів), другу опору вдалося закінчити вже за 2 місяці, а усі інші – за 25-30 днів кожна [7].

Міст мав 12 прогонів по 87 м із висотою сфери 8 метрів. Пояси головних ферм мали П-подібний переріз і були виконані із 2 вертикальних та горизонтальних листів, з'єднаних кутовими профілями. Решітка ферм складалася із перехрещених систем розкосів, розміщених під кутом 45°. Верхні частини мосту склалися майже виключно із заліза, ширина кожного бика (опори) становила майже 8 сажнів (17,07 м), товщина – понад 2 сажнів (4,3 м), до поверхні води бики мали висоту разом з фундаментами, що глибоко сиділи на дні ріки, теж до 8 сажнів.

Архітектура цього мосту була типовою для металевих прогонових споруд того часу, які склалися з ґратчастих та штабових розкосів. Аби уникнути неприємного естетичного відчуття, викликаного частим розміщенням розкосів, ферма мосту була пофарбована у білий колір. Рейки проклали між двома залізними фермами багатороскісної системи. Ці ферми виготовлено із ґратчастих та штабових розкосів: перші при навантаженні мосту в тій чи іншій мірі стискалися, останні – в такій же мірі розтягувалися [3, с. 222].

Випробування мосту на міцність після завершення будівництва відбулося 12 лютого 1870 р. і дало блискучі результати. Спочатку на кожному із 12 прогонів, по черзі, встановлювалися відразу по 6 товарних паровозів вагою до 18000 пудів (288 т), при цьому верхні частини мосту давали осідання усього на 1,5 дюйма (38,1 мм), тобто на цілий дюйм менше, ніж допускається для такого типу споруд. Як тільки навантаження знімалося, прогони займали попереднє положення. Потім паровози рушили через міст повним ходом, і результати були також задовільними [3, с. 221-228; 4, с. 7].

13 лютого 1870 р. в Києві відбулося відкриття і освячення цього найбільшого на той час в Європі (1068

м) залізничного мосту через річку Дніпро, який дав змогу вже 18 лютого розпочати пасажирський рух поїздів від Курська до станції Київ-1 (нині – Київ-Пасажирський). Пізніше міст було названо Дарницьким [4, с. 7]. Пофарбований у білий колір він являв собою чудову споруду і став величним пам'ятником завдяки своєму створювачу – А. Є. Струве [8].

Із введенням у дію цього мосту Київ отримав пряме залізничне сполучення з Харковом, Москвою, Санкт-Петербургом. Спорудження залізничного моста в Києві стало видатною перемогою вітчизняної науки і техніки. Газета «Киевлянин» тоді написала: «Струве, за загальним визначенням, цією спорудою побудував собі віковичний пам'ятник, і ім'я його не забудеться в історії Києва і Південно-Західного краю». За успішне здійснення будівництва київського залізничного мосту Аманд Єгорович Струве був удостоєний звання інженер-полковник [4, с. 7].

Міст двічі руйнували: на початку 1920 р. поляки, відступаючи з Києва, висадили в повітря один із його прогонів. Незважаючи на важкі часи, вже у 1921 р. міст відбудували, і він знову продовжив свою службу. В роки Другої світової війни цей міст, як і всі інші київські мости, був зруйнований. Одразу ж після визволення Києва 8 листопада 1943 р. 6 тисяч киян разом з воїнами взяли участь у зведенні тимчасового залізничного мосту через Дніпро. Міст спорудили в рекордно короткий термін, якого не знало світове мостобудування. Вже 20 листопада будівництво було завершено і по мосту пішли військові ешелони з бойовою технікою. Під час будівництва цього низьководного залізничного мосту було застосовано деревину. Міст спирався на дерев'яні опори. Через 7 років поряд з тимчасовою переправою було споруджено новий стаціонарний міст – капітальний, залізничний, який до нинішнього часу справно функціонує. Під час його спорудження вперше у вітчизняному мостобудуванні будівельники широко використовували залізобетонні конструкції. Ще одна новинка для того часу – застосування під час будівництва замість звичайного кесона при встановленні опор мосту гідромеханізмів [9, с. 22].

Новий транспортний залізничний міст був зведений у 1951 р., приблизно на тому ж місці, де до Другої світової війни існував залізничний міст, запроектований та збудований А. Є. Струве. Повоєнний залізничний міст є розробкою колективу Інституту «Проектстальконструкція» в період 1946-1951 рр. Цей стаціонарний міст складається з двох типів конструкцій: металевих ферм параболічної форми (з їздою понизу) та параболічних залізобетонних арок, які розраховані на їзду поверху. Новий міст має асиметричну форму і

запроектований на дві колії. Біля лівого берега Дніпра, де знаходяться три великі судноплавні прогони, застосовані аркові металеві ферми. Мілководну частину ріки, ближче до правого берега, перекрито меншими за розмірами монолітними залізобетонними арками. Опори мосту споруджені на забивних залізобетонних палях, а проміжні опори – на кесонах, які вперше було виготовлено поточно-швидкісним методом з опусканням гідромеханізованим способом («спілий кесон»). Міст, як перша повоєнна стаціонарна мостова споруда Києва, заслуговує на те, щоб бути збереженим для наступних поколінь [10, с. 151-152].

За київським мостом А. Є. Струве збудував суміщений залізничний та шосейний міст через Дніпро у Кременчуці. Рух по цьому мосту був відкритий у 1873 р. Цей міст мав 11 прогонів і довжину 950 м. Із зовнішньої сторони головних ферм багатогратчастої системи на кронштейнах розміщувались пішохідні тротуари [3, с. 223].

У 1877 р. в Криму було споруджено ще два мости (віадуки) подібної багатогратчастої системи – Графський та Камишовський, які були встановлені на високих металевих опорах.

Металеві мости багатогратчастої системи малих прогонів (40-50 м) отримали широке розповсюдження по всій території України. Наприклад, міст на р. Горині, збудований інженером Ганом, на р. Бузулук, та в інших містах [3, с. 223]. М. А. Белелюбський у 1883 р. спорудив двохярусний суміщений міст через р. Дніпро у Катеринославі (нині – Дніпро) вже удосконаленої багаторозкісної системи. Міст мав 15 прогонів по 128 м. Залізничне полотно знаходилось у нижній частині мосту, а у верхній – проїзна частина для екіпажів, гужового транспорту і пішоходів [3, с. 224]. У цьому мості переріз поясів головних ферм були прийняті (коробчатими, розкоси – з двох гілок, з'єднаних решіткою зі стрічкового металу, ригелі поперечних рам були виконані гратчастої конструкції з використанням кутових профілів. Під час проектування мостів М. А. Белелюбський велику увагу приділяв кріпленню поперечних балок. У Катеринославі поперечні балки вклепані жорстко в елементи ферм. Але в наступних мостах він розвинув ідею С. В. Кербедза і запропонував поперечні балки встановлювати на нижні пояса ферм вільно, що спрощувало вузлові з'єднання. За мости із вільнолежачими балками М. А. Белелюбський у 1900 р. отримав у Парижі Гран-прі [3, с. 223-224].

Наприкінці XIX – на початку XX ст. в Російській імперії у відповідності з пропозиціями М. А. Белелюбського, Л. Д. Проскурякова, а згодом і Є. О. Патона почали будувати мости не з багаторозкісною, а з трикутнковою чи розкісною

решіткою, що значно спрощувало їх конструкцію. Це дозволило також робити прогони довгими. Подальше удосконалення конструкцій мостів здійснив відомий містобудівник Л. Д. Проскуряков, який споруджував мости з трикутнковою решіткою із стійками та шпренгелями. Мости його системи відзначалися компактністю та мінімальними витратами металу. За його проектом у 1887 р. в Україні збудували консольно-балочний залізничний міст через р. Сейм біля Конотопа, який мав два прогони по 72,6 м та консолі по 19,8 м. У цьому мості вже була використана прогресивна трикутнкова решітка із стійками, які скорочували вільну довжину верхнього стиснутого, а також зменшували панелі нижнього поясів. Це був перший споруджений в Росії консольно-балочний міст [3, с. 224].

Консольно-балочні мости і в подальшому застосовувались на території України. У 1900 р. у Галичі був зведений шосейний міст через р. Дністер. Міст мав 5 прогонів та перекривався системою однопрогонних двохконсольних ферм з проміжними міжферменними вставками. Головні двохконсольні ферми мали прогін 68 м, дві консолі – по 21 м, параболічний верхній пояс та трикутнкову решітку зі шпренгелями. Відстань між биками в центральному прогоні мосту складала 76 м. Він перекривався консольними ділянками головних ферм і центральною ферменною вставкою довжиною 34 м. Два крайніх прогони також перекривались консолями верхніх ферм і крайніми ферменними вставками подібно центральному і також мали довжину 34 м. Таким чином, статична схема мосту утворювалась за типом шарнірних балок [3, с. 224-225].

Великим за прогоном консольних мостів в Росії на той час був двохярусний міст, споруджений у 1908 р. через р. Дніпро біля Кічкаса (нині – Запоріжжя) під залізницю та шосейну дорогу. Цей міст мав головний прогін довжиною 190 м та консолі по 38 м. Опори мосту були рознесені на 10 м, і фактично головні ферми мали з кожного боку по дві опори. Особливістю цього мосту було анкерне закріплення кінців консолей у спеціальних опорах. 1931 р. міст був розібраний через будівництво Дніпрогесу [3, с. 225].

Мостобудівна наука і практика в Україні з початку XX ст. безпосередньо пов'язана з Є. О. Патonom, який виступав проти подальшого застосування багаторозкісних ферм та переконливо доводив необхідність переходу на інші системи з рідкою решіткою, наприклад, розкісні, трикутнкові тощо. Він був автором 36 проектів мостів, з яких більшість була здійснена. У Харкові Є. О. Патон збудував оригінальний Петинський шляхопровід над коліями Харківсько-Балашевської залізниці. Міст складався з двох незалежних половин, кожна з яких являла собою

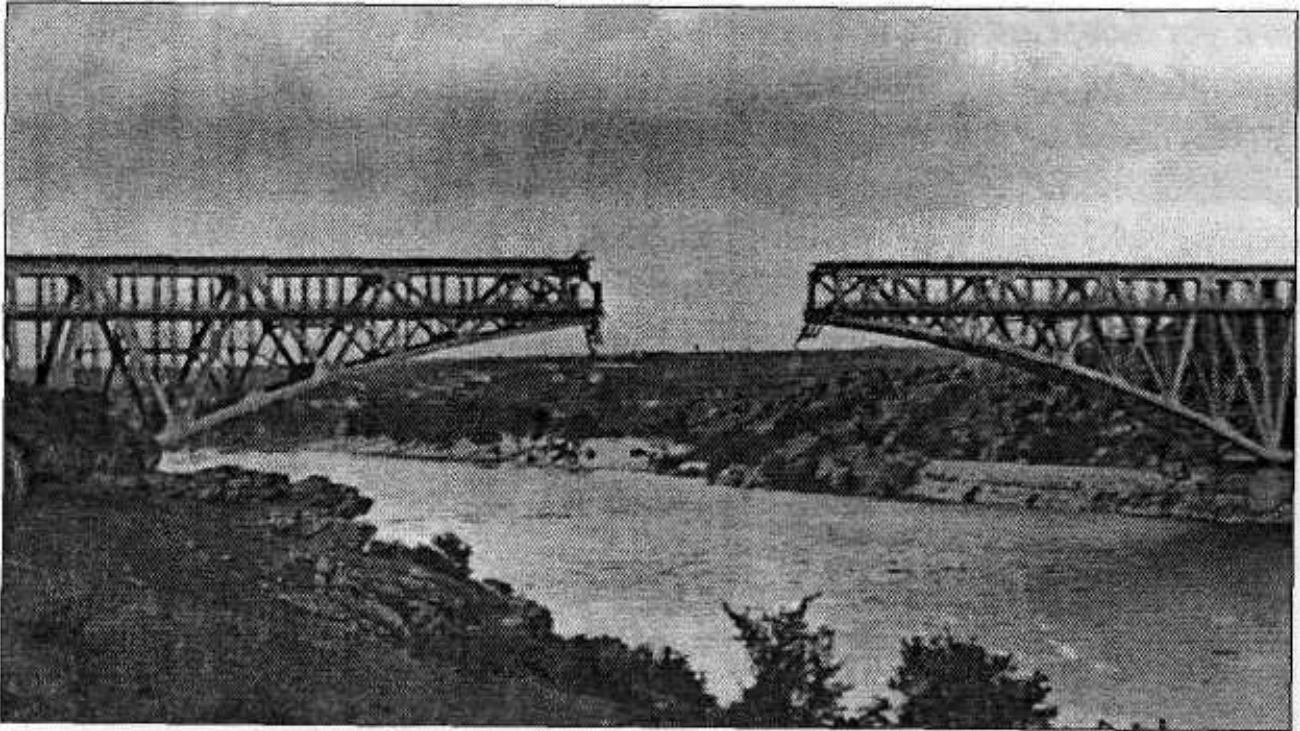


Рис. 3. Кічкаський міст через р. Дніпро поблизу Олександрівська (нині Запоріжжя). Існував у 1904-1931 рр. Через міст здійснювалося залізничне сполучення між Донбасом і Криворіжжям.
Фото зроблено після вибуху в листопаді 1931 року.

консольну ферму, що спиралась на гойдаючу (пендельну) опору. Середній прогін складав 8,1 м, крайній – по 10 м [3, с. 227].

За проектом Є. О. Патона 1904 р. в Києві над Петровською алеєю було споруджено оригінальний легкий пішохідний міст прогоном 36 м з арками серповидної форми та двома бічними консолями. Цей міст є одним з перших розбірних металевих містків країни. Стальні конструкції мосту були виготовлені на машинобудівному заводі Гретера і Криванека в Києві та досліджені у майстернях Київського політехнічного інституту. До інженерних конструкцій фундаменту мають відношення гідротехніки С. Коклік і А. Страус, останній запропонував використати буро-набивні палі власної конструкції (було використано 12 палей). Міст виготовлений як консольно-балочний віадук. Аркова ферма з розкосами у перетину має трапецевидну ферму, спирається на одну рухому і одну нерухому опору. Кінці консолей, що не мають розкосів, з'єднані між собою затяжкою, склеєною з верхнім поясом ферми. Це єдиний суцільний клепаано-металевий пішохідний міст з дерев'яним настилом. Дерев'яний настил прокладений по металевих поздовжніх та поперечних балках. Металева огорожа виконана у вигляді ажурних грат. 1983 р. старі конструкції мосту були замінені точною копією (автентичні конструкції історичного мосту зберігаються у Національному

історико-етнографічному заповіднику «Переяслав»). Проект відтворення виконано в інституті «Укрпроектреставрація» у 1980 р. [3, с. 227; 10, с. 147; 11, с. 402; 12, с. 53].

До 1917 р. відомий містобудівник Є. О. Патон збудував багато мостів на території України, і в тому числі через річки Рось у Корсуні та Тясмин у Звенигородці, в яких застосували розкісну систему грат. У період Першої світової війни він розробив для військових цілей оригінальні сталеві розбірні мости прогоном у 42,6 м [3, с. 227].

Праці українських вчених, в першу чергу Є. О. Патона, лягли в основу розвитку київської містобудівельної школи.

На початку 1920-х рр. через р. Гуйву було збудовано невеликий однопрогінний металевий міст з їздою понизу на шосейній дорозі, який з'єднував Житомир і Бердичів. Цей міст являв собою дві ферми багатогратчастої системи прогоном 44,3 м, розташованих поряд на відстані 5,35 м та з'єднаних в площинах верхніх і нижніх поясів горизонтальними пов'язками. Пояси ферм виконані із таврів, утворених з пакетів горизонтальних і вертикальних листів і кутів. Елементи решітки – сжаті – із таврів, розтягнуті – із штабової сталі. Міст існує і нині, хоча не експлуатується [13, с. 121].

У роки Першої світової війни, з огляду на необхідність значно підвищити інтенсивність вантажоперевезень, у Києві з'явився другий залізничний міст через Дніпро в районі урочища Наталка. Цей міст замкнув залізничні мережі Києва у «велике» кільце. Зведення цього мосту розпочато в 1915 р., коли було прийнято рішення замкнути залізничне кільце навколо Києва. До проектування цього мосту має безпосереднє відношення Є. О. Патон. Він зробив розрахунки металевого чотирьохпрогонного мосту з арковими фермами прогоном 109,2 м і загальною вагою 105275 пудів (1684,4 т). Впродовж 1916-1917 рр. під керівництвом інженера М. Д. Кривоносова виконані монтажні роботи. До проектування великої дерев'яної естакади на лівому березі Дніпра для зручного підходу до мосту професор Є. О. Патон залучив студентів-дипломників КПІ. Урочисте відкриття мосту відбулося 26 січня 1917. Спорудження мосту тривало вісім місяців [5, с. 306].

У 1920 р. цей мостовий перехід разом з іншими мостами через Дніпро підірвали польські окупанти. У 1928-1929 роках міст було відновлено завдяки зусиллям організації «Військпроект 401» (головний інженер В. Кохан) у дещо зміненому вигляді під назвою «Петровський залізничний міст» у зв'язку з перейменуванням Подолу на Петрівку на честь 50-річчя «всеукраїнського старости» Г. І. Петровського; звідти ж отримала назву залізнична станція Петрівка. Під час відбудови рівень мостового полотна був дещо підвищений [14, с. 152]. У роки Другої світової війни міст неодноразово підриваввся і остаточно був відбудований з липня 1944 по листопад 1945 р. У середині 1960-х рр. та наприкінці 1990 р. міст реконструйовано. Загальна довжина мосту становить 1,5 км. Він складається з двох частин: руслової (правобережної) та заплавної (лівобережної). Прогони руслової частини сягають 330 м і перекриті високими трапецієподібними металевими фермами (з їздою понизу), а прогони естакади – подібними, меншими за розмірами фермами. Усі ферми спираються на масивні фундаменти з кесонів. Сьогодні міст має назву Подільський залізничний [4, с. 10; 10, с. 306].

У 1927 р. у зв'язку з початком будівництва Дніпрогесу – гідроелектростанції в 650 тис. кВт – розпочато виготовлення металевих конструкцій двох великих мостів через річки Старий та Новий Дніпро біля Запоріжжя. Прогін двохярусного мосту через Старий Дніпро складав 224 м і на той час був найбільшим в Європі для сталевих прогонових споруд. Міст пропускав залізничний транспорт по двох коліях у верхньому і автомобільний транспорт у нижньому ярусах. Міст через Новий Дніпро був багатопрогонним з прогонами арок по

140 м і також двохярусним для руху залізничного і автомобільного транспорту.

1932 р. будівництво ДніпроГЕС-у було завершено і 1 травня того ж року перший агрегат на той час найпотужнішої в Європі гідроелектростанції видав перші свої кіловати електроенергії в промислові артерії міста Запоріжжя [13, с. 49]. У 1932 р. споруджено трикамерний шлюз для проходження суден, а наприкінці 1970-х рр. завершено будівництво другого шлюзу. Це унікальна гідротехнічна споруда, яка не має собі рівних в країні. У шлюзі – одна камера довжиною 300, шириною – 18 м. Другий шлюз відкрив прямий шлях до моря, і Запоріжжя стало портом шести морів. Дніпрогес є унікальною інженерною спорудою – це транспортний та пішохідний шляхопровід, тобто, електростанція водночас виконує і функції мосту [13, с. 48-49, 121-122; 14].

У тому ж 1932 р. споруджені Бурсацький міст через р. Лопань в Харкові та двопрогінний міст через р. Самару (приток Дніпра) біля Новомосковська Дніпропетровської області з прогонами по 71 м. Будівництво цих мостів здійснював Укршляхбудтрест [13, с. 122].

Прогрес розвитку та удосконалення сталевих конструкцій у післявоєнний період яскраво простежується на прикладі нових металевих мостів, збудованих в Україні починаючи з кінця 1940-х. У перше десятиріччя після закінчення Другої світової війни було збудовано ряд металевих автодорожніх мостів. Так, у 1953 р. в Донецьку по проспекту Ілліча споруджено металевий балочний міст через р. Кальміус [15, с. 143]. У цьому ж 1953 р. Київ збагатився унікальним мостовим переходом – суцільнозварним автодорожнім мостом ім. Є. О. Патона через р. Дніпро. (Рис. 4)

Спорудження цього мосту відкрило нову сторінку не тільки в історії зварювальної техніки, але й в мостобудуванні та стало віхою розвитку зварних металевих конструкцій. Цей відомий всьому світові патонівський міст починався також з дерев'яного мостового переходу – т.зв. Наводницького мосту.

До Другої світової війни були зведені фундаменти опор на кесонних основах та частина самих залізобетонних опор, почався монтаж першого прогону мосту. Але початок війни припинив будівництво мосту. Німецькі окупанти під час відходу з Києва зіпсували всі опори, підірвавши кожну двома півторатонними авіабомбами. Надкесонна кладка деяких з них була зруйнована на 8-9 метрів нижче дна річки. Але мостобудівники вирішили використати залишки опор та відновити їх. Було прийнято рішення зробити складну інженерну справу – спорудити незвичайний в світовій практиці суцільнозварний міст.



Рис. 4. Міст імені Патона через Дніпро у Києві – перший у світі суцільнозварний міст завдовжки 1543 м. Відкритий 5 листопада 1953 р.

Ще у 1940 р. під час розгляду проекту будівництва нового автомобільного мосту через Дніпро в Києві Є. О. Патон запропонував спосіб автоматичної зварки під флюсом для виготовлення його елементів. Київський Наводницький автомобільний міст повинен був стати першим в світі мостом, звареним автоматами [13, с 209; 9]. Уряд прийняв аргументи академіка Є. О. Патона, незважаючи на протистояння з боку інженерів, які притримувалися традиційних клепанних конструкцій. Для спорудження цього унікального за конструкцією моста було створено спеціальну сталь, а також застосоване запропоноване Є. О. Патоним унікальне на той час автоматичне зварювання під флюсом, яке згодом почали використовувати в усьому світі.

Роботи над спорудженням мосту розпочав в 1944 р. Інститут електрозварювання АН УРСР (нині – Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона Національної академії наук України) під загальним керівництвом Є. О. Патона за участю інженерів та науковців цього інституту. Розробкою проекту займалося

київське бюро «Проектстальконструкція» та Інститут «Київпроект». Металеві конструкції виготовлялись на Дніпропетровському заводі металевих конструкцій ім. Бабушкіна [9; 10, с. 149].

Міст – це складна інженерна споруда, яка повинна витримувати великі статичні та динамічні навантаження, тому до його міцності висувають особливі вимоги. В Інституті електрозварювання АН УРСР розробили спеціальну маловуглеводну сталь підвищеної якості. Водночас науковці розробили відповідні сполуки флюсу та дроту, методику перевірки якості зварних з'єднань, режими і способи зварювання металу великої товщини автоматами та напівавтоматами. Однак з'ясувалося, що багато вчених-мостобудівників і зварників вважали суцільнозварні мости справою далекого майбутнього та наполягали все ж таки на клепанні монтажних стиків. Ці вагання, як завжди, розсудила практика. В 1948 р. у Дніпропетровську виготовили перший суцільнозварний дослідний міст прогоном у 77 м, який у 1949 р. встановили на

мостовому переході через річку Снежесь, і він чудово витримав усі дослідні випробування [13; с. 209; 16].

Видатний вчений у галузі електрозварювання та мостобудування Є. О. Патон створив раціональну форму і оптимальну технологію виготовлення зварних мостів. Він запропонував відмовитися від ґратчастих ферм, які неможливо зварювати автоматом, і замінити їх великими балками, звареними з листової сталі. Було вирішено виготовляти такі балки на заводі за допомогою автоматичного зварювання, а безпосередньо на місці будівництва виконувати тільки монтажні стики між великими блоками.

На Дніпропетровському заводі металевих конструкцій ім. Бабушкіна було зварено 264 балки (кожна заввишки 3,6 м, довжиною 29 м та вагою 28 т), з яких у Києві було споруджено суцільнозварний міст з 24 прогонами (з яких чотири завдовжки 87 м для проходження суден). Під час будівництва цього мосту довжиною понад 1,5 км було витрачено 10 000 т конструкцій – 250 кг 1 кв. м корисної площі, що і за теперішніми мірками виглядає дуже економічно для мостів подібного типу [19, с. 23; 17].

Загальна довжина мосту становить 1543 м, ширина – 27,2 м (у тому числі проїжджа частина – 21 м). Міст був запроєктований за нормами 1948 р. на пропуск чотирьох колон машин по 3,375 м кожна (без урахування смуг безпеки) та двох смуг трамваю загальною шириною трамвайного полотна 7,5 м. Для підвищення безпеки руху у 1968 р. вперше в СРСР встановили напівжорстке огороження. Опори мосту складають кесони глибокого залягання. У надводній частині опори складаються з двох залізобетонних колон та ригеля [10, с. 149; 18].

Під час складання мосту на місці діяли два «зварювальні поїзди», які пересувалися по коліях, укладених по краях прогонної споруди, і були застосовані потокові методи виробництва з механізацією складально-зварювальних операцій [19; 20].

У монументальних архітектурних формах були вирішені виїзди на міст. На лівому березі виїзд на міст позначено двома колонами на високих прямокутних постаментах-тумбах висотою 20 м. Колони прикрашені орнаментами – серп та молот у лавровому вінку. На правому березі використано пропільє доричного ордеру з 4 колонами. На стіні однієї з них в картуші подана дата спорудження мосту – 1953. Для спорудження мосту використані чавунні поручні із застосуванням художнього литва. Чавунне литво решітки огорожі виготовлене за ескізом архітектора К. Яковлева [4, с. 14; 10, с. 146].

У червні 1953 р. цей міст було повністю збудовано, і він став етапним як у доробку академіка Є. О. Патона, так і взагалі в розвитку теорії та техніки електродугового зварювання – тут вперше у світовій практиці мостобудування застосовано суцільнозварні металеві конструкції. Хоча тільки у 1995 р. міст отримав визнання Американської асоціації зварювання як видатна зварна конструкція [10, с. 149]. Новий суцільнозварний автомобільний міст був відкритий для руху 6 листопада 1953 р. Враховуючи великі заслуги академіка Є. О. Патона в галузі зварювального мостобудування і в спорудженні найдовшого в Європі суцільнозварного мосту, Рада Міністрів України Постановою від 18 грудня 1953 р. присвоїла київському міському автодорожньому мосту через Дніпро ім'я Є. О. Патона [19].

У 1988 р. для створення безпечного руху по мосту було здійснено реконструкцію всіх деформаційних швів, а у 1992 р. – трамвайного полотна (пізніше ряд трамвайних маршрутів на лівий берег було знято, а згодом трамвайний маршрут № 27 ліквідовано зовсім [10, с. 149]. В останні роки відкрили тролейбусний рух, який з'єднав Правобережжя (станція метро «Теремки») з Лівобережжям (Ленінградська площа). До Чемпіонату Європи з футболу (2012 р.) збудували нові транспортні розв'язки з обох сторін мосту, що значно спростило рух транспорту на обох берегах Дніпра, особливо це стосується Набережного шосе та бульвару Дружби народів. Автомобільний міст ім. Є. О. Патона є чудовим витвором інженерної думки, пам'яткою архітектури, пам'яткою будівельної науки і техніки національного значення і пропонується також до охорони як об'єкт науково-технічної спадщини нашої держави [10, с. 150]. Згодом за технологією та за участі співробітників ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України у наступні роки було споруджено понад сто цільнозварних прогонових споруд мостів [15, с. 280].

Наступним сталевим мостом через р. Дніпро в Києві став висячий пішохідний міст. Ще в середині 1930-х рр. професор Н. Терпухов порушив питання про необхідність спорудження постійного пішохідного мосту від правого берега на Труханів острів, до якого мешканцям міста доводилося добиратися на човнах та невеличких пароплавах. Але тільки всередині 1950-х рр. вдалося втілити в життя цю ідею. Проект розробили інженери Л. І. Гомін, В. І. Кириєнко, М. М. Константинов, Б. П. Петров, В. А. Сич, Г. А. Сич, Г. Т. Фень і архітектори О. Заваров та В. Суворов. У втіленні в життя цього проекту брали участь колективи інститутів: Укрпроектстальконструкція, Київпроект за участі ІЕЗ ім. Є. О. Патона АН УРСР та київських мостобудівників [4, с. 21; 21].

При порівнянні різних варіантів конструкцій найекономічнішою, витонченою та гармонійною з красивими берегами величної ріки виявилася конструкція висячого мосту. Замкнута система забезпечувала малу чутливість мосту до температурних коливань. Під час розробки його конструктивного рішення було використано досвід спорудження автомобільного мосту ім. Є. О. Патона та ряду інших досягнень у галузі зварних конструкцій. Міст суцільнозварний, виконаний з використанням металевих рам висячої конструкції. Виконаний способом автоматичного зварювання [10, с. 148].

Міст має ширину 7 метрів, загальну довжину з естакадою 429 м. Він піднятий над рівнем води на 26 м, що забезпечує вільний прохід під ним суднам у період найвищого підйому води. Цей міст змонтований із великих блоків довжиною 20 м і вагою 15 т. Він складається із 7 прогонів. Довжина правобережної прогонної споруди становить 17,9 м, головна споруда складається із прогонів у 60, 180 та 60 м, а лівобережна естакада – із 3 прогонів по 36 м. [4, с. 2].

Балка головної прогонної споруди довжиною 300 м підтримується ланцюгом на вертикальних підвісках, розміщених з кроком у 10 м. Вертикальні підвіски виготовлені із сталевих профілів. Ланцюг вирішений у вигляді горизонтального двотавра і спирається на пілони трубчатого перерізу 620x950 мм. Стріла підйому ланцюга становить 20 м. Монтажні стінки ланцюга на заклепках, інші – зварні. По мосту укладені збірні пішохідні залізобетонні панелі, які працюють під навантаженням спільно з двома двотавровими зварними балками висотою 24 м. Опори мосту, які спираються на палі довжиною 9-13 метрів до рівня високого льодоходу, облицьовані гранітом, верхня частина – із залізобетонних рам [10, с. 148].

Будівництво пішохідного мосту в Києві через р. Дніпро, який з'єднав місто з пляжами та зоною відпочинку на Трухановому острові, було закінчено у червні 1957 р. Відкриття мосту відбулося 4 липня 1957 р. Міст став мов би продовженням центральної частини столиці – Хрещатика, який мав зручні підходи з Подільського та Печерського районів.

До чемпіонату Європи з футболу (2012 р.) міст частково відремонтували та пофарбували [10, с. 148].

Якщо в пішохідному мості ланцюгова нитка прийнята жорсткої конструкції, то зведений у 1961 р. металевий надземний перехід через р. Стрий нафтопроводу Долина-Дрогобич вирішений у вигляді чотирьохпрогонової висячої системи з прогонами по 120 м та використанням канатів. Загальна витрата сталі на весь перехід становить 73,2 т, у тому числі маса канатів – 7 т (Укрпроектстальконструкція). Як відомо,

широке застосування канатів дозволило до мінімуму звести витрати сталі на цю споруду [15, с. 145].

У 1964 р. в Миколаєві введений в експлуатацію новий автодорожній міст через р. Південний Буг, збудований замість старого дерев'яного наплавного мосту, який проіснував понад сто років. Проект розроблений Київгідротрансом. У своїй основній частині міст виконаний із залізобетону, однак для пропуску морських суден в ньому передбачена металева розвідна частина поворотної системи довжиною 129,2 м. такий розвідний прогін поворотної системи є найбільшим у Європі і викликає значний технічний інтерес. Поворотна сталева прогонова будова виконана дворукавним (прогони майже 65 м), в закритому положенні працює як нерозрізна двопрогінна балка, яка спирається по краях на залізобетонні опори мосту і в середині на центральну опору. У відкритому, тобто розвідному, коли для пропуску суден вся розвідна-частина повертається в горизонтальному напрямку навколо центральної опори на 90 – як двохконсольна зрівноважена система. Поворотна частина складається з двох суцільних клепанних головних балок перемінної висоти від 6,50 до 2,25 м, розклепанних пов'язями та струнобетонною плитою товщиною 13,5 см. Монтажні з'єднання виконані на високоміцних болтах. Матеріалом головних балок є сталь 15 ХСНД.

На початку 1950-х рр. в Києві через бульвар Дружби народів побудований шляхопровід – Печерський міст раціонально і за новою на той час рамною попередньо напруженою системою.

Становить інтерес металевий пішохідний мостовий перехід, споруджений у 1970 р. в Одесі через спуск Лябурб загальною довжиною 136 м та шириною між поручнями 6 м. За статистичною схемою міст являє собою трьохпрогонову раму з похилими опорами (В. І. Кіриєнко та ін., Укрпроектстальконструкція) [15, с. 145-146].

Новим етапом у розвитку вітчизняного мостобудування стало застосування високоміцних сталей. Як приклад таких мостів можна навести мостові переходи через р. Смотрич (Кам'янець-Подільський), р. Старий Дніпро (Запоріжжя) та Московський через р. Дніпро (Київ). Річище р.Смотрич в Кам'янець-Подільському перекидається сталевою рамною трьохпроговою будовою загальною довжиною 178,8 м, яка являє собою дві коробчасті трьохпрогонові балки (середній прогін 76 м, бокові – по 51,35 м), які підтримуються жорстко з'єднаними з ними похилими ногами. Відстань між опорами ніг – 148,8 м. У прогоновій споруді використано три марки сталі: високоміцна 14 Х 2 ГМР для напруженіших ділянок нижнього пояса головних балок; підвищеної міцності 14

G2 та вуглецева BC₃ сп. Проїжджа частина вирішена у вигляді сталевий ортотропної плити (сталь 14Г2). Високоміцна сталь 14 X 2 ГМР вперше використана в мостобудуванні в якості експерименту (В. І. Кириєнко та інші, Укрпроектстальконструкція). Технологія зварювання високоміцної сталі розроблена співробітниками ІЕЗ ім. Є. О. Патона АН УРСР.

В автодорожньому мості через р. Старий Дніпро в Запоріжжі (ЦНДІ Проектстальконструкція) високоміцної сталі застосовано значно більше, ніж в Кам'янець-Подільському мостовому переході. Весь мостовий перехід довжиною 320 м розбитий на дві естакади: лівобережну і правобережну та руслову частину, яка перекрита арочною системою з двох гнучких арок прогоном 204,8 м. Переріз арок Н-подібне, зварне, постійне по всій довжині арки з поясами із листів 1100 x 50 та стінкою 530 x 32 мм. В якості матеріалу для несучих конструкцій взяті високоміцна сталь для арок, низьколегована для головних і поперечних балок, стійок, тротуарних конструкцій та сталь мостова для пов'язів [15, с. 147].

Цікавою та унікальною сучасною інженерною спорудою є Московський міст через р. Дніпро (Київ), введений в експлуатацію у грудні 1976 р. і який з'єднав житлові масиви лівого та правого берегів Оболонь, Воскресенський, Райдужний і Троєщину. Також цей міст став частиною Великої окружної дороги навколо Києва. Проект розроблений колективом трьох інститутів: Київська філія «Союздорпроекту» (інженери Г. Б. Фукс, Б. М. Грибань, Є. А. Левитський, Б. С. Романенко; архітектор А. В. Добровольський), Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона АН України та «Київпроект».

Кияни вперше застосували арочно-консольну схему для багатопрогонного мосту, який перетинає заплаву Дніпра та мілководну річку Десенку, та схему однопілонної вантової споруди, яка перекриває судохідну частину Дніпра. Загальна протяжність комплексу становить понад 9 км, включаючи підходи, автостоянки, з'їзди на базу «Дніпровські хвилі» та дороги по острову Чорторій. Руслова і естакадна частини мосту об'єднані однаковою будівельною висотою. Сам міст має довжину 732 м, ширину – 29,1 м, шляхопровід над набережною Славутича: довжина 55 м, ширина – 31 м [3, с. 18-20; 22; 23].

Вантова частина з серединним прогоном у 300 м, який є найдовшим в колишньому СРСР, – це найцікавіша складова у конструкції мосту. Під час її проектування були враховані норми часових вертикальних навантажень для розрахунку вантових прогонних будов [10, с. 150]. Конструкція залізобетонного пілона А-подібної форми при висоті 115

м над обрізом фундаменту, розташованого між прогонами 300 та 84 м, є оригінальною і являє собою сміливе технічне нововведення. Форма пілона образно виражає конструкцію і так звану «гру сил» у вантовій системі, поєднуючи в собі стрункність та монументальність. В середині пілона знаходяться маршеві сходи для обслуговування конструкцій [23].

Головний прогін довжиною у 300 м розбито вантами на панелі 72+65+65+95 м. У поперечному перерізі споруда має 20 монтажних елементів. До складу конструкції входять головні балки, спарені діафрагмами, нижні ребристі плити і ортотропні сталеві плити проїжджої частини. Ванти зібрані із пучків сталевих канатів від 20 до 40 штук в кожній. Усього в 12 вантах налічується 352 канати. Кожний вант складається з 90 паралельно укладених оцинкованих дротів з перерізом в 5 мм [10, с. 150; 22; 23].

Вперше у світовій практиці мостобудування застосували канати повного заводського виготовлення з покриттям гідроізоляцією, що цілком захищає канати від корозійних впливів атмосфери. Автомобільний транспорт рухається по трьох смугах в кожному напрямку. Крім проїжджої частини на мосту розміщені два тротуари для пішоходів, дві захисні смуги, прокладені інженерні комунікації [4, с. 10; 23, с. 177-179].

Досвід зведення вантового Московського мосту в Києві показав високу ефективність застосування індустриальних методів під час будівництва мостів з великими перегонними системами, зокрема вантовими. Московський міст є одним із великих сучасних мостів країни та, за певними параметрами, належить до значних мостових споруд Європи. Він наочно демонструє видатні досягнення вітчизняного мостобудування як в конструктивному, так й в архітектурному відношенні. Його проект та будівництво були відзначені Премією Ради Міністрів УРСР у 1981 р. [10, с. 151]. Вінчаючу частину А-подібного пілона мосту прикрашає зображення герба Києва. Цей красень-міст здобув широке визнання як досконалий інженерно-архітектурний витвір.

До числа сучасних мостових споруд слід також віднести автодорожній міст через р. Дніпро у Дніпрі. Судохідна частина ріки перекрита трьома прогонами (140 + 320 + 140 м), останні прибережні прогони по 100 м та менше. Загальна довжина мосту – 1248 м. Прогонова споруда прийнята у вигляді однієї цілнзварної нерозрізної по всій довжині мосту головної балки коробчастого трапецеїдального перерізу висотою 3,5 м. Вантова багатониточна система взята з однією несучою площиною, розміщеною по осі мосту в межах розподільчатої полоси (В. І. Кириєнко, Укрпроектстальконструкція). Однак в середині 1980-х

рр. під час будівництва проект був переглянутий і для деякого спрощення виготовлення замість сучасного вантового було прийнято тривіальне балочне рішення із судноплавними прогонами по 147 м (Ленгіпроттрансмост), що погіршали експлуатаційні показники та призвело до зайвих витрат [15, с. 149].

Особливості нових типів споруд, підвищені вимоги до несучої здатності, довговічність та вогнестійкість конструкцій стали визначальними передумовами застосування в будівництві залізобетонних конструкцій. Цьому сприяв розвиток металургійної та цементної промисловості у XIX ст. У 1970-1980-х рр. через швидке зростання цементної промисловості залізобетон став знаходити все більше розповсюдження в будівництві. Починаючи з 1898 р. залізобетон був допущений для будівництва на залізниці. Одним із інженерів, які запропонували впровадження залізобетонні конструкції в Україні, був військовий інженер С. І. Рудницький, що працював в Одесі. Його будівельна контора в період з 1889 по 1907 роки збудувала майже сто залізобетонних резервуарів на залізницях, застосувала залізобетон в конструкціях споруд Бесарабського банку, декількох житлових і торгових домів в Одесі, спорудила міст в с. Дальніке біля Одеси [13, с. 238].

Ще у 1870-1890-х рр. в Україні було збудовано кілька великих склепінних бетонних мостів. Наприклад, склепистий міст прогоном 18 м в Херсонській губернії (1878 р.), залізобетонні склеписті мости в Західній Україні (1890-ті р.). Дослідний склепистий міст у дворі Львівського політехнічного інституту (1896 р.) мав прогін 11 м та був армірований двотаврами і мав прогон 9 м. Спочатку із залізобетону будували, головним чином, прогонні споруди, а згодом почали споруджувати опори мостів. Особливо широке будівництво мостів проводилось в Катеринославській губернії та на Катерининській залізниці, де питома вага в загальному мостобудуванні виросла з 8 % у 1902 р. до 87 % у 1909 р.

Залізобетонні мости мали склепінні, арочні та балочні конструкції прогонових споруд. Склепіння застосовувалось в мостах відносно рідко. Прикладами склепистих мостів може бути шляхопровід на ст. Севастополь (1907) та міст через р. Риту на Поліссі (1913), який мав довжину 40 м. Значно більше розповсюдження в мостобудуванні отримали арочні конструкції. У 1902 р. в с. Підгородньому Катеринославської губернії збудовано один з перших в Україні арочних мостів з трьома прогонами по 12,5 м. Подібні арочні мости споруджені в с. Благодатному Катеринославської губернії з прогоном 17 м (1903), у Верхнедніпровському (1903), в с. Веселі Терни (три

прогони по 18,2 м, 1902) та в с. Кирилів брод (1904), а також в Одесі (1910-і роки). Міст в с. Кирилів Брод з прогоном 25,6 м є прикладом прогресивного використання залізобетонних конструкцій. Він легкий, з незначною стрілою підйому і символізував появу нових конструктивних форм [13, с. 238-239].

На початку XX ст. в Україні збудована велика кількість мостів та шляхопроводів, прогонова будова яких являла собою ребристу залізобетонну конструкцію. У подальшому ці мости отримали назву балочних. До числа перших балочних залізобетонних конструкцій слід віднести шляхопровід фунікулера в Одесі (1901, інженер Н. К. Пятницький). Шляхопровід являв собою трьохпрогонову балочну нерозрізну конструкцію з прогонами по 7,3 м при висоті балки 30 см і товщині плити 9 см. Балки були армовані в нижній третині чотирма стрижнями діаметром 28 мм.

Незважаючи на прогресивність, ребристі і арочні залізобетонні конструкції як в Росії, так і в Україні офіційно не були дозволені до будівництва. І все ж залізобетонні мости будували. На ст. Іловайськ споруджено балочний міст з прогоном 16 м (1902), в Луганську через р. Лугань – з трьома прогонами по 12,7 м. У 1903 р. в с. Черкаському Катеринославської губернії споруджено балочний міст з рекордним для того часу в Росії прогоном 17,35 м. Привертає увагу історія спорудження балочного шляхопроводу на ст. Горлівка (1904, інж. Ю. І. Успенський). Міст мав довжину 8,8 м і складався із шести прогонів по 14,6 та 11,2 м. Під час будівництва шляхопроводу були розроблені принципи організації робіт та технічні умови, які можна вважати першими в Україні [13, с. 240].

В наступні роки в різних районах України мостові споруди балочної конструкції збудовані в с. Ліховка (1905), на станціях Ромни (1911) і Гребінка (1912) під залізницю, в с. Лемеші Волинської губернії (1914), Житомир (1914), у Києві (1915). Будівництво балочних мостів відіграло велику роль в удосконаленні технології залізобетону, методів розрахунку та конструювання.

Поряд з використанням балочних конструкцій для прогонових споруд залізобетон почали застосовувати для облаштування плити проїжджої частини залізничних мостів. Так, у 1914 р. Є. О. Патон застосував в п'яти споруджених ним в Києві та Могилівській губернії мостах залізобетонну ребристу плиту в якості проїзної частини. Проведений Є. О. Патонем техніко-економічний аналіз показав, що заміна металу залізобетоном в проїзній частині мостів дає значну економію металу та коштів [13, с. 240].

Крім прогонової споруди залізобетон почали широко застосувати для мостових опор, що дало можливість зменшити їх масу і підвищити якість конструкції. Мостові опори із залізобетону будували двох типів: рамні та оболонкові. Перші представляли собою монтажні плоскі рами, які закінчувалися палями. Такі мости були побудовані, наприклад, у Кривому Розі (1909), Житомирі (1913) і с. Глинському на Волині (1915). Другий тип мав вигляд порожньої оболонки. Міст у Верхньодніпровську (1903) мав опори у вигляді тонкостінної (16 см) оболонки перерізом в плані 1 x 1,2 м з двома вертикальними діафрагмами. Опора була монолітно з'єднана з пальною основою і внутрішній її простір був заповнений бетоном. Така конструкція стала прообразом сучасних мостових опор-оболонок.

Оригінальною залізобетонною спорудою є київській фунікулер. Вибір залізобетону у цьому випадку зумовлений жорсткістю рамних вузлів в монолітній залізобетонній конструкції, яка дозволила поєднати шляхопровід та павільйон в єдину просторову конструкцію (1905). Споруди фунікулеру складаються з двох павільйонів-станцій та шляхопроводу довжиною 100 м. Шляхопровід рамного типу з нерозрізними балками, які спираються на п'ять пар залізобетонних опор (прогонами 7 та 8 м). Балки шляхопроводу мають висоту 40 см і несуть на собі плиту з верхньою спорудою. Плита має ребра у поперечному напрямку [13, с. 240-242].

Основною причиною, яка зумовила застосування збірних залізобетонних елементів, стали технологічні умови, при яких виготовляти конструкцію безпосередньо на будмайданчиках було неможливо. І вітчизняні інженери зрозуміли доцільність використання збірних залізобетонних елементів. У Київському окрузі шляхів сполучення у 1910-1911 рр. на Дубно-Каменецькому та Києво-Брестському шосе споруджено ряд збірних мостів із залізобетонних брусів та плит. Плити мали наступні розміри: 2,55 x 0,85 x 0,25 м, елементи брущатого настилу – 2,13 x 0,42 x 0,22 м. Відсутність міцних з'єднань окремих елементів знижувало ефективність роботи конструкції.

Залізобетонні палі були першими попередньо виготовленими елементами. За умови виробництва вони могли бути виготовлені тільки заздалегідь. Потреба швидкого виготовлення великої кількості залізобетонних паль зумовила появу перших полігонів, де вперше використовувались попередньо виготовлені арматурні каркаси. В Україні одним з великих об'єктів, де застосовувались збірні залізобетонні елементи, був міст через р. Десну біля Чернігова (1910, інженер І. М. Якубович). Загальна довжина мосту складала 557м.

Середню частину у зв'язку з високим рівнем води з міркувань економії було вирішено залишити дерев'яною. Крайні часті мосту, які мали довжину 347 м, виконані із збірних залізобетонних ферм системи «Візантії». Ферми мали прогін 17,9 та 19 м. За розмірами це був найбільший на той час у Росії міст із збірного залізобетону. Міст будувався 4 місяці. Такі стислі терміни показали переваги збірних конструкцій навіть в той час [13, с. 251, позиція «е»]. В роки Другої світової війни міст було зруйновано [13, с. 249-250].

В наступні роки в Україні залізобетон та збірні залізобетонні конструкції застосовувались під час будівництва великих промислових споруд і житла.

В післявоєнний період залізобетон широко застосовувався в мостобудуванні, особливо під час зведення мостів з великими прогонами. Розроблені типові рішення унікальних багатопрогонових залізобетонних мостів через великі річки. Прикладом може слугувати залізобетонний ааточно-консольний міст через р. Дніпро в Києві для електропоїздів і автомобільного транспорту. Перший метрополітен в Україні введений в дію 6 листопада 1960 рок. Згідно з планом розвитку Київського метрополітену у 1960-1965 рр. майже на місці колишнього Ланцюгового мосту та мосту ім. Є. Бош за проектом І. Б. Фукса, Л. П. Новоборського, Б. О. Ігнатюка, Ю. Л. Іносова та інших споруджено «Метроміст»: верхній ярус – для руху поїздів метро, нижній – для автотранспорту та пішоходів [4, с. 29]. Рух поїздів відкрито 8 листопада 1965 р. [4, с. 29]. Міст споруджено із збірного залізобетону, який складається з арок з прогонами 117 та 80 м. Особливість конструктивного рішення і монтажу прогонної частини полягала в тому, що блоки піварок монтувалися на опорах з наступним натягуванням арматурою із тросів, розміщених по верху арок [15, с. 129].

Міст Метро, який став продовженням першої лінії київського метрополітену з правого берега Дніпра на лівий, – це перша в світі за розмірами прогону ааточно-консольна споруда на сухих стиках. Консоли складені з окремих залізобетонних блоків, з'єднаних металевими болтами. Довжина мосту складає 700 м, ширина – 29 м, ширина верхньої естакади – 9,4 м. Міст має 6 прогонів. Естакада метро починається від станції метро «Дніпро», далі переходячи в окремий коридор метрополітену наземного розташування, а вже після станції метро «Гідропарк» виходить на мостовий перехід через Русанівську затоку. Нижній ярус цього комбінованого мосту по дві смуги в кожному напрямку відведений для автомобільного транспорту. З обох боків мосту є також тротуари для пішоходів [10, с. 151]. У 1965 р. на місці Русанівського мосту з'явився менш архітектурно-

привабливий метро-шосейний міст із залізобетонних блоків.

Міст Метро та його продовження з'єднали правобережну частину Києва із Русанівським, лівобережними житловими масивами, Воскресенською слобідкою, Лісним масивом, а також із зоною відпочинку – Гідропарком [24]. У повоєнні роки для зменшення напору води на Русанівську частину мосту Метро до Дніпра був проритий канал, який відомий усім як канал Русанівського житлового масиву [25].

На початку 1960-х рр. київські мостобудівники запропонували нове технічне рішення щодо будівництва мостів – навісний міст із залізобетонною плитою. Ця плита, беручи участь в загальній роботі конструкції, забезпечує додаткову надійність споруди.

У 1963 р. такий висячий міст було збудовано через Подільську гавань на Рибальський півострів (ще він має назву – Гаванський). Вперше у світовій практиці тут були використані балки жорсткості прогонової будови із залізобетону, тобто ванти почали тримати залізобетонну балку – прогонну споруду. З тих часів подібні типи мостів використовуються в різних країнах світу. Так, в Бразилії відомий інженер Моранді перекинув залізобетонною балкою на гвинтах 235 метровий прогін [9, с. 23-24].

Міст зведено як пішохідний за проектом Інституту «УкрНДІпроектстальконструкція» (автори проекту: інженери А. Гольдштейн, В. Кіриєнко, Н. Соколова). Мостовий перехід має довжину 474,3 м (лівобережна естакада – 82,3 м, руслова частина – 275,7 м, правобережна естакада – 116,3 м). Як зазначалося вище, міст проектувався як пішохідний, а автомобілям дозволялося заїжджати тільки в окремих випадках – це машини обслуговування, пожежні, швидка допомога, обслуговуючі автобуси та легковий автотранспорт з обмеженою вагою автомобілів, тощо [4, с. 17; 10, с. 148].

Цей вантовий перехід із залізобетонною балкою жорсткості збудував колектив київського тресту «Мостобуд» № 1. Вантова нерозрізна трьохпрогонна споруда (65,85+144+65,85 м) відрізняється від інших тим, що ванти створюють в бетоні головних балок напруження стиску. Ефективне використання матеріалів і конструкцій дозволили здійснити прогонову споруду з мінімальною висотою головних балок. Висота двох залізобетонних пілонів переходу – 42 м. Проїжджа частина мосту прикріплена жорстко до цих пілонів сталевими тросами (вантами). Нова конструкція, запропонована В. І. Кіриєнком, дала можливість знизити матеріаломісткість мосту: витрати бетону зменшилася на 43, сталі – на 33 % [15, с. 169].

Починаючи з 1963 р. технічний стан мостового переходу обстежувався 10 разів. Після чергового обстеження у 1996 році міст визнано аварійним і у

1997 році повністю був закритий рух для транспорту. Деякі ремонтні роботи, проведені у 1998 році, дали змогу частково відновити рух транспорту мостовим переходом. Проведене у 2001 році обстеження показало, що виникла гостра потреба замінити всю конструкцію системи (зробити новий вантовий прогін мосту) і відновити міст тільки для пішохідного руху. До «Євро-2012» було збудовано новий Подільський мостовий перехід (поруч із Гаванським мостом) із залізобетону, який нині функціонує [10, с. 148]. За останні роки був прокладений новий Подільський мостовий перехід.

В Києві збудовано і введено у дію в 1990 р. другий залізобетонний міст для поїздів київського метрополітену – Південний мостовий перехід, який з'єднав Московську площу на Правобережжі з Харківською площею на Лівобережжі, а також дав змогу забезпечити прямий виїзд транспорту у напрямку міжнародного аеропорту «Бориспіль». Це другий для Києва після мосту Метро комбінований міст, але є першим вантовим (крім того, поїзди метро та автотранспорт рухаються на одному рівні, де наскрізний пілон розділяє рух метро й автотранспорту).

Міст був запроектований у 1988 р. і виконаний співробітниками Інституту «Київсоюзстальпроект» під керівництвом Г. Фукса. Довжина мосту становить 1230 м (загальна ж довжина залізобетонної естакади – майже 2 км), ширина – 42 м, висота пілону досягає 130 м, головний прогін – 271 м [10, с. 151].

По 6 смугах (по три в кожному напрямку) рухається автотранспорт, посередині між смугами відведено місце для поїздів метрополітену Сирецько-Печерської лінії. В конструкціях цього мосту водночас використано залізобетонні та металеві. Конструкція пілону і вантів відрізняється від Московського мосту: тут ванти не зібрані в пучки, а підвішені окремо як струни у арфи, тим самим композиційно підтримуючи тендітну будову опорного пілону. Інженерні рішення, які були використані у розробці Південного мостового переходу, були відзначені Державною Премією СРСР за 1989 рік [4, с. 31; 10, с. 151].

До Чемпіонату Європи з футболу (2012 р.) у Києві було збудовано ще один автодорожній мостовий перехід з залізобетону майже впритул до першого залізничного мосту. Цей міст відомий як міст ім. Г. Кірпи.

В Україні продовжується спорудження різномірних мостів та переходів в залізобетонні.

Вищевикладене свідчить про те, що на території України збереглося багато пам'яток інженерного мистецтва – мостів, які зустрічаються під час оглядових екскурсій по мосту. Але, на жаль, до цього часу немає

жодної спеціалізованої тематичної екскурсії під назвою «Мости».

У кожному населеному пункті є мостовий перехід, який заслуговує на увагу. Знайомлячись із збереженими пам'ятками науково-технічної спадщини – мостами – ми отримуємо від нього, по-перше, наочний ефект від споруди, а по-друге, від розповіді гда ми отримуємо ще цікаву інформацію про історію будівництва цього мостового переходу, його творців, технічні характеристики, тощо. Адаже вцілілі та збережені мости на Закарпатті, в Кам'янець-Подільському, Чернігові, Києві, Дніпропетровську, Севастополі та інших містах і містечках нашої країни свідчать про високий професійний рівень вітчизняних мостобудівників, які створили справжні оригінальні витвори інженерної думки і які стали пам'ятками науки і техніки, яскравими зразками монументального мистецтва нашої держави.

Усе вищевикладене переконує в необхідності запровадження в Україні спеціальних туристичних маршрутів «Мости міста», які є своєрідним літописом історичного життя кожного міста, його пам'ятками будівельної науки і техніки. Ці пам'ятки науки і техніки зберігають пам'ять про своїх славних творців. Однак ця інформація не лежить на поверхні. Її треба відтворити й розкодувати. І в цьому допомагають фахівці мостобудівних спеціальностей, історики, краєзнавці, аматори досліджень науково-технічної спадщини. Їх розвідки лягають в основу туристичних маршрутів, під час яких екскурсивод доносить, цю інформацію до екскурсанта.

Джерела та література:

1. Константинов В. О. Дерев'яні та кам'яні мости України – пам'ятки науки і техніки / В. О. Константинов // Дослідження з історії техніки: Збірник наукових праць – К.: ІВЦ «Видавництво «політехніка», 2014. – 98 с. – С. 18-22.

2. Цепной мост // Киев. Энциклопедический справочник / Под ред. А. В. Кудрицкого. – К.: Главная редакция Украинской Советской Энциклопедии, 1985. – С. 699.

3. Развитие строительной науки и техники в Украинской ССР. В 3-х т. – Т. 1. Строительная науки и техника на Украине с древнейших времен до 1917 г. / Ред. кол.: В. Е. Ясиевич и др. – К.: Наукова думка, 1989. – 328 с.

4. Константинов В. О. Київські мости – пам'ятки науки і техніки / В. О. Константинов – К.: Центр пам'яткознавства НАН України і УТОПІК, 2013. – 36 с.

5. Мости і шляхопроводи // Забудова Києва доби класичного капіталізму / За заг. ред. М. Б.

Кальницького, Н. К. Кондель-Пермінової. – К.: Сидоренко В.Б., 2012. – С. 301-310.

6. Русановский мост // Киев. Энциклопедический справочник / Под ред. А. В. Кудрицкого. – К.: Главная редакция Украинской Советской Энциклопедии, 1985. – С. 537.

7. Кальницкий М. Б. Русский инженер А. С. Струве. К 150-летию со дня рождения / М. Б. Кальницкий // Строительство и архитектура. – 1985. – № 12. – С. 22.

8. Юго-Западная железная дорога. Вчера. Сегодня. Завтра. 1870-1995 гг. – К.: Транспорт Украины, 1995. – С. 185.

9. Кудряшов Н. Мости Києва / Н. Кудряшов // Наука и жизнь. – 1977. – № 4. – С. 20-27.

10. Ієвлева В. Пам'ятки науки і техніки / В. Ієвлева // Історико-містобудівні дослідження Києва / За ред. Вечерського В. В. Відп. за вип. Сердюк О. М. – К.: Фенікс, 2011. – С. 137-174.

11. Мости // Киев. Энциклопедический справочник / Под ред. А. В. Кудрицкого. – К.: Главная редакция Украинской Советской Энциклопедии, 1985. – С. 402.

12. Пам'ятки Києва. Путівник (за матеріалами «Зводу пам'яток історії та культури м. Києва»). – К.: КМДА, 1998. – 176 с.

13. Развитие строительной науки и техники в Украинской ССР. В 3-х т. – Т. 2. Строительная науки и техника в Украинской ССР в 1917-1941 гг. / Ред. кол.: В. П. Моисеенко и др. – К.: Наукова думка, 1990. – 240 с.

14. Константинов В. О. Пам'ятки науки і техніки України / В. О. Константинов // Янус. Нерухомість. – 2000. – № 2. – С. 14-15.

15. Развитие строительной науки и техники в Украинской ССР. В 3-х т. – Т. 3. Строительная науки и техника в Украинской ССР в 1943-1987 гг. / Ред. кол.: В. Е. Михайленко и др. – К.: Наукова думка, 1990. – 352 с.

16. Малышевский И. Ю. Рассказы о Патоне / И. Ю. Малышевский – К.: Наукова думка, 1984. – С. 439.

17. Патон Б. Е. Огонь сшивает металл / Б. Е. Патон, А. Н. Корниенко. – М.: Педагогика, 1968. – С. 71-72.

18. Патона мост // Киев. Энциклопедический справочник / Под ред. А. В. Кудрицкого. – К.: Главная редакция Украинской Советской Энциклопедии, 1985. – С. 467.

19. Корнієнко О. М. Автодорожній міст ім. Є. О. Патона через Дніпро в Києві – пам'ятка науково-технічного прогресу в галузі зварювання / О. М. Корнієнко // Праці Центру пам'яткознавства. – Вип. 5 / Центр пам'яткознавства НАН України і УТОПІК. – 2003. – С. 48-56.

20. Труфяков В. Сварка в мостостроении / В. Труфяков, В. Шишкин, К. Большаков, В. Кириенко // Сварка в СССР. – М.: Наука, 1981. – Т. 1. – С. 232, 234, 236.

21. Парковые мосты // Киев. Энциклопедический справочник / Под ред. А. В. Кудрицкого. – К.: Главная редакция Украинской Советской Энциклопедии, 1985. – С. 463.

22. Московский мост // Киев. Энциклопедический справочник / Под ред. А. В. Кудрицкого. – К.: Главная редакция Украинской Советской Энциклопедии, 1985. – С. 400-401.

23. Бондаренко Р. И. Мост Московський через Дніпр, 1976 (арк.) / Р. И. Бондаренко // Матеріали к своду пам'ятоків історії і культури народів СРСР по Українській ССР. Вип. 3. г. Київ. – К.: Ін-т історії АН УРСР, 1985. – С. 177, 179.

24. Метро мост // Киев. Энциклопедический справочник / Под ред. А. В. Кудрицкого. – К.: Главная редакция Украинской Советской Энциклопедии, 1985. – С. 1985 – 387.

25. Косоветь О. О. Значення катастрофічної повені на Дніпрі біля Києва 1931 року для визначення максимальних характеристик стоку (Хроніка подій та науково-історичний нарис) / О. О. Косовиць, М. І. Довгич, І. А. Самійленко, В. В. Соколов // Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія. – 2011. – № 4 (25). – С. 160.



**Константинов Володимир
Олександрович** – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділом пам'яткознавства Центру пам'яткознавства НАН України і УТОПІК.