

ІСТОРИЧНИЙ НАРИС РОЗВИТКУ МОСТОБУДУВАННЯ

У статті висвітлюється питання історії мостової справи на залізничному транспорті. Більш докладно викладені конструктивні особливості і способи спорудження й експлуатації найбільш масових штучних споруд у будівництві.

Ключові слова: мостобудування, дерев'яні мости, залізобетон, Міністерство шляхів сполучення

Актуальним завданням сучасної науки залишається всебічне вивчення історії мостобудування. Серйозні проблеми виникають в утриманні штучних споруд на залізницях. Термін служби багатьох з них досягає 100 років і більше. Тому в експлуатації перебувають споруди, побудовані протягом століття за різними будівельними нормами; вантажопідйомність і надійність у них різні. У процесі експлуатації в спорудах виникає чимало ушкоджень; багато споруд у міру зміни умов експлуатації залізниць мають потребу в реконструкції і посиленні.

Для забезпечення нормальної роботи мостових споруд і тривалого строку їхньої служби виконується комплекс робіт, пов'язаних з обстеженням, випробуваннями, оцінкою вантажопідйомності і надійності, ремонтом, посиленням і реконструкцією [1, С.5]. Обстеження та випробування виконуються з використанням сучасних методів дослідження із застосуванням новітніх приладів. Оцінка вантажопідйомності і надійності в комплексі робіт з утримання споруд має особливе значення. При вирішенні цих задач необхідно широко використати сучасні методи розрахунку, випробувань і експериментальних досліджень. Роботи з ремонту і реконструкції повинні бути максимально механізовані, із застосуванням нових матеріалів і новітніх методів, технологій, що забезпечують високу якість робіт з мінімальним стисненням руху поїздів і максимальним забезпеченням безпеки їхнього руху.

Історія розвитку мостобудування показує, що до початку нашої ери застосовували дерево, камінь, властивості яких, використовували при будівництві мостів. З розвитком металургії стали будувати мости з чавуну, зварювального, а потім литого металу та залізобетону. З'явилися великі за розмірами і сміливістю рішень мости з балковими, як і аркові, з ґратчастими фермами прогонових споруд, вантові та підвісні мости з прогонами понад кілометр. Виробництво портландцементу зумовило розвиток будівництва залізобетонних мостів.

Перед вітчизняними вченими й інженерами, фахівцями в галузі технології цементу і його застосування в будівництві мостів, стояло велике завдання - розсіяти неправильне уявлення про значні переваги іноземного цементу перед вітчизняним, розробити його технологію і способи застосування і тим самим сприяти розвитку вітчизняної цементної промисловості і витісненню іноземного цементу з вітчизняної будівельної

практики. [2, С. 79]. Власне цим питанням зацікавився видатний вчений, інженер-мостобудівник М.А. Белелюбський.

Досить вагоме значення мають його роботи з вивчення цементу. Професор М.А. Белелюбський не міг миритися з тим, що в тодішньому технічному світі існувала недовіра до цементу вітчизняного виробництва; тоді вважали доцільним зводити відповідальні будівлі тільки на цементі англійського виробництва. За власною ініціативою М.А. Белелюбський почав вивчення цементу вітчизняних заводів і довів, що за своєю якістю він не поступається англійському цементу. У 1879 р. була організована комісія під головуванням М.А. Белелюбського для розробки норм і технічних умов з приймання і випробування цементу.

Ці норми, розроблені при його особистій участі і на основі проведених ним випробувань, істотно відрізнялися від існуючих тоді закордонних. На відміну від останніх, у них було встановлене випробування цементу тільки на розрив, що значно полегшувало проведення випробувань на виробництві; у них була встановлена 7-денна проба, що без збитку для справи дозволяло прискорити одержання результатів випробування. Норми встановлювали вимоги до піску. М.А. Белелюбський багато попрацював над вибором піску, що було важливо для досягнення міжнародного визнання результатів випробувань [3, С. 53].

Історичний розвиток схем і конструкцій мостових споруд вимагав створення теорії і методів розрахунків, що забезпечують їхню надійність і довговічність. Призначення розмірів споруд по інтуїції, емпіричним методом проектування змінилося застосуванням розрахунків, розроблених на основі експериментально перевірених теорій.

В історичних документах збереглися дані про побудовані задовго до початку н.е. дерев'яних мостів через Босфор (515 р. до н.е.), р. Євфрат (2000 років до н.е.) балкової системи на пальових і кам'яних опорах. Римлянами в 103 р. до н.е. був побудований дерев'яний арковий міст через р. Дунай (міст Трояна) з 21 прольоту по 36 м.

До XV ст. будували тільки дерев'яні мости. У XII - XIV ст. були побудовані мости через річки Дніпро в Києві, Волгу у Твері, Дон, Волхов у Новгороді. Варто згадати про проекти дерев'яного аркового моста через р. Неву прогоном близько 300 м, побудованого І.П. Кулібіним наприкінці XVIII ст. Проект моста і випробування моделі високо оцінив академік Ейлер.

У XIX ст. у великих мостах застосовуються дерев'яні прогонові споруди з гратчастими фермами. Американський інженер Гау проектував ферми з хрестовими ґратами, застосовуючи емпіричний, без визначення зусиль в елементах, метод проектування. При будівництві залізниці Москва-Петербург інженер Д.І. Журавський уперше розробив теорію розрахунку таких конструкцій, що дозволило йому технічно обґрунтовано спроектувати і побудувати мости з нерозрізними прогоновими спорудами з довжиною до 61,2 м. (міст через р. Мсту) з істотними змінами конструкції ферм Гау. Такі прогонові споруди тепер називаються «прогонові споруди з фермами Гау-Журавського».

Кам'яні мости почали будувати в Римській імперії. В міру розвитку продуктивних сил і торгівлі у феодальному суспільстві кам'яні мости одержали подальший розвиток, особливо в Італії і на півдні Франції. У 1377 р. був побудований міст прогоном 72,25 м.

Кам'яні мости споруджували на Кавказі, чому сприяло наявність гарного та якісного місцевого матеріалу. У порівнянні з римськими мостами вони відрізнялися своїми витонченими формами і сміливістю рішень: замість масивних - тонкі пологі зводи з близьким до параболічного обрисом.

Кам'яні мости не одержали широке поширення. У XVI ст. був побудований ряд невеликих мостів. У XVII ст. було закінчене будівництво Великого Кам'яного моста через р. Москву, заміненого в 1859 р. новим з металевими арками, а в 1938 р. на цьому місці був побудований однопрогоновий міст із металевою арковою прогоною спорудою, що дотепер носить назву Великий Кам'яний міст. Наприкінці XVIII ст. на ряді шосейних доріг були побудовані замість дерев'яних кам'яні мости з невеликими пологими зводами і відносно тонкими опорами.

У XIX в. почали застосовувати металеві аркові мости спочатку з чавуну, потім - зі зварювального металу. Вже в 1826 р. був побудований висячий міст через Менейську затоку з прогоном 177 м, у 1834 р. - міст у Франції з прогоном 265 м. У Росії висячі мости почали будувати через канали в Петербурзі (1824-1827 р.). У 1847-1853 р. був побудований висячий міст через р. Дніпро в Києві з прогоном 131,1 м.

Першим великим балковим металевим мостом був міст «Британія», побудований у 1846-1850 рр. У Росії інженером. С.В. Кербедзом був спроектований і побудований перший постійний міст через р. Неву в Петербурзі з чавунними арками з прогонами 45-47 м. (нині міст лейтенанта Шмідта, реконструйований у 1938 р. за проектом Г.П. Передерія) [4, С. 5].

Розвиток металевих мостів рухався по шляху удосконалювання схем і конструкцій прогонових споруд із гратчастими фермами. Проф. Л.Д. Проскураковим була запропонована система ферм; С.В. Кербедзом застосовані складені об'ємні елементи ферм; проф. М.А. Белелюбським розроблена і застосована конструкція проїзної частини. З розвитком металургійної промисловості в мостових конструкціях замість зварювального металу вперше в мостобудуванні за ініціативи М.А. Белелюбського стали застосовувати литий метал. За його проектами побудований ряд великих мостів через Волгу, Дніпро, Неву, мости на Транссибірській магістралі. До видатних металевих мостів варто віднести консольний міст через Фортську затоку з прогоном 521 м (1890 р.), Квебекський консольний міст через затоку Св. Лаврентія з прогоном 549 м (Канада, 1917 р.), арковий міст із прогоном 503 м (Австралія), два аркові мости через р. Москву на Окружній залізниці з прогонами 134 м за проектами Л.Д. Проскуракова (1904 р.).

Застосування високоміцних сталей, автоматичного зварювання, дозволило розробити і застосувати металеві типові прогонові споруди під залізницю з гратчастими фермами з прогоном до 158 м. [5, С.58]. Наприкінці XIX і початку XX століть набули застосування залізобетонні конструкції в

мостах під шосейну дорогу. За ініціативи Г.П. Передерія залізобетонні балкові мости і труби стали застосовувати під залізницю.

Усі залізобетонні конструкції, виконані і за кордоном, і в Росії, спочатку застосовувалися винятково в цивільному і, рідко, промислового будівництва. Правильно оцінивши можливості залізобетону, Акціонерне товариство поставило за мету завоювати нову область його застосування - залізничне будівництво. Досягнення цієї мети означало великі замовлення і відмінну рекламу з гарантією. Не слід забувати, що за триріччя, 1889-1891 р., було побудовано 1283 км залізниць, у 1891 р. почате було будівництво Великої Сибірської залізниці, і довжина залізниць, побудованих за 1892-1894 р., зросла до 4283 км, а за 1895-1897 р. - до 5891 км. Треба було, однак, одержати визнання залізобетону офіційними органами, насамперед Інженерною радою Міністерства шляхів сполучення. Головною діючою особою в проведенні дослідів був М.А. Белелюбський: він складав їхню програму, перевіряв усі розрахунки і дослідні результати вимірювань, разом з інженером Б.П. Васенко склав докладний протокол випробувань. Про важливість його ролі можна судити і по тому, що проведення дослідів, намічене спочатку на 20 - 22 жовтня, було перенесено на 1-5 листопада через від'їзд Белелюбського на огляд мостів Севастопольської залізниці [6, С. 20].

Через три місяці, у лютому 1892 р., у Варшаві був випробуваний залізобетонний міст довжиною прогонової споруди 8 м. Московські досліді 1886 р., петербурзькі 1891 і 1898 р., варшавські 1892 р. і інші переконливо демонстрували надійність і можливості різноманітного застосування залізобетону. Необхідна була, однак, інженерна інтуїція і сміливість, щоб дати цьому новому матеріалу офіційну путівку в життя на відповідних спорудах. Відносно застосування литого металу (сталі) для мостів проявив ініціативу і взяв на себе відповідальність за можливі наслідки Микола Аполлонович. Петербурзькі досліді були серйозним обґрунтуванням його доповіді Інженерній раді міністерства про використання залізобетону на залізницях і шосейних дорогах. Результатом з'явилася постанова Інженерної ради від 5 січня 1899 р. (23 грудня 1898 р.), що дозволяла застосування залізобетону без особливого дозволу міністерства. Це було першим актом державного визнання залізобетону як рівноправного каменю, бетону, дереву і металу будівельного матеріалу.

З викладеного зрозуміло, що російські експериментально-теоретичні дослідження залізобетону випереджали спочатку його практичне застосування. Це зробило застосування залізобетону більш упевненим, позбавило від безлічі аварій, що скомпрометували на якийсь час цей матеріал за кордоном, - не тільки для мостів на залізницях, але й у цивільному будівництві. Навіть у 1904-1905 р. французькі банки не давали позичок під заставу будинків, де хоч що-небудь було залізобетонним. Так, фундаментальні дослідження і державне нормування позбавило від аварій мостобудування.

У квітні 1903 р. на з'їзді по розробці заходів до можливо ширшого застосування металу в Росії А.Ф. Лолейт запропонував увести вивчення

залізобетону в навчальні плани будівельних навчальних закладів. Його підтримали М.А. Белелюбський, С.А. Прокоф'єв та Г.П. Передерій.

Назрівала необхідність у єдиних нормах проектування залізобетонних конструкцій. 30 травня (12 червня) 1908 р., «Технічні умови для залізобетонних споруд» були затверджені наказом міністра, а потім опубліковані. Наприклад, в будівництві з залізобетону Росія відстала від Франції на 20 - 30 років, а після створення технічних умов цей розрив скоротився до двох років. У США умови були вироблені до 1910 р., в Англії - у 1915 р.

Після затвердження Технічних умов і норм проектування залізобетонні конструкції одержали в Росії рівні права з конструкціями зі сталі і дерева. У 1892—1893 р. побудовані перші залізобетонні конструкції на залізницях, які були представлені на Нижньгородській всеросійській торгово-промисловій виставці, що відкрилася в 1896 р.

М.А. Белелюбський реконструював дерев'яні мости і займався їхнім розрахунком, проектував і будував мости зі зварювального металу, вперше увів у мостобудування сталь. Тепер він пропагував мости залізобетонні. Все життя він був у перших рядах людей науки і техніки свого століття. Так, у виступі «Про застосування залізобетону в мостовій справі» він обґрунтував збільшення прогонів і розмаїтість мостових конструкцій із залізобетону. Цьому сприяли російські технічні умови і норми, говорив він, оскільки напруги, що допускають, на бетон і сталь прийняті в них не постійними, а залежними від тимчасового опору. Іншими словами, передбачена можливість застосування в більш відповідальних конструкціях більш міцних матеріалів.

У одній із своїх праць «Основи на залізобетонних палях і на бетонних стовпах» Микола Аполлонович демонстрував шматки дерева, пошкодженого морським хробаком, узяв під свій захист досвід по виробництву і застосуванню залізобетонних паль [7, С. 275]. Розповів він і про особливості виготовлення, і про переваги бетонних паль, винайдених гірським інженером А.Є. Страусом, що провів свої досліді в 1902 р. у Києві.

Одержала вихід у практику й ідея монтажу залізобетонних конструкцій, уперше сформульована і втілена в 1891 р. у конструкції збірної засіку елеватора. У 1903 р. у Катеринославі (нині Дніпропетровськ) працював полігон по виробництву збірних залізобетонних плит прогонових споруд мостів.

Чавун, залізо, сталь, залізобетон – це винахід видатних інженерів. Особливі заслуги перед світовою наукою і технікою виділили Д.І. Журавського (дерев'яні мости), С.В. Кербедза і М.А. Белелюбського навіть на фоні таких мостобудівників, як Л.Ф. Ніколаї, Є.О. Патон, Г.П. Передерій, Л.Д. Проскураков. Застосування в мостах нового матеріалу свідчило про повну до нього довіру, відкривало в такий спосіб дорогу для широкого його застосування у всіх інших галузях будівництва. Так було з литим металом, так було з залізобетоном [8, С.104]. Перевірка мостопроектів і мостобудування була завжди надійною гарантією; за

весь час мостобудування не було ні однієї серйозної аварії, тоді як у США тільки за 10 років, з 1878 по 1887 р., їх налічувалося 250.

Великий розвиток одержали залізобетонні аркові мости. В даний час найбільші прогони мають мости: автодорожній через р. Ангерман (Швеція, 264 м) і через р. Старий Дніпро з прогоном 228 м під залізничну й автомобільну дороги. З кінця 40-х років у мостобудуванні починає широко застосовуватися попередньо напружений залізобетон. Це дозволило перекидати більші прогони мостів прогоновими спорудами балкової конструкції. У Радянському Союзі побудовані рамно-консольні і нерозрізні балкові прогонові споруди з прогонами до 140 м (мости через р. Волгу в Ярославлі та Костромі й ін.).

Одним з досягнень мостобудування є застосування збірних конструкцій з елементів заводського виготовлення, високий ступінь механізації, що дозволяє створювати економічні і технічно зроблені мостові споруди на рівні світового мостобудування.

Література

1. Осипов В.О. Мосты и тоннели на железных дорогах / В.О. Осипов – Москва: Транспорт, 1988. – 367 с.
2. Зензинов Н.А. Гордость русского мостостроения / Н.А. Зензинов, С.А. Рыжак // Выдающиеся инженеры и ученые железнодорожного транспорта – Москва: Транспорт, 1990. – С. 78 – 92.
3. Белелюбский Н.А. Международные конференции и конгрессы по испытанию материалов / Н.А. Белелюбский // Цемент, его производство и применения. – 1901 - № 9. - С. 53 – 54.
4. Передерий Г.П. Курс железобетонных мостов / Г.П. Передерий. – [5-е изд.]. – Москва: Гострансиздат, 1931. – 512 с.
5. Протасов К.Г. Металлические мосты / К.Г. Протасов К.Г. – Москва: Трансжелездориздат, 1957. – С. 58 - 59.
6. Николаев В.П. Очерк полувековой деятельности Н.А. Белелюбского в области мостового дела / В.П. Николаев. // Известия собрания инженеров путей сообщения. – 1917. – № 6. – С. 13-72.
7. Белелюбский Н.А. О механической лаборатории Института инженеров путей сообщения / Н.А. Белелюбский // Записки императорского Русского технического общества. – 1878. – № 5. – С. 270 – 282.
8. Липин В.Н. Несколько слов об общественной и служебной деятельности Н.А. Белелюбского / В.Н. Липин // Известия собрания инженеров путей сообщения. – 1892. – № 5. – С. 104 – 105.

Демченко Т.Ф. Исторический обзор развития мостостроения.

В данной статье освещается вопрос истории мостового дела на железнодорожном транспорте. Более подробно изложены конструктивные особенности и способы сооружения и эксплуатации наиболее массовых искусственных сооружений в строительстве.

Ключевые слова: мостостроение, деревянные мосты, железобетон, Министерство путей сообщения

Demchenko T.F. Historical overview of the development of bridge construction.

In this article highlights the question of the history of the bridge works on the railway transport. In more details outlined the structural characteristics and methods of building and operation of the most popular artificial constructions in bridge engineering.

Keywords: *bridge construction, wooden bridges, reinforce concrete, the Ministry of Railways.*