

УДК 625.1 (09)

**ВНЕСОК АКАДЕМІКА Г.П. ПЕРЕДЕРІЯ
У БУДІВНИЦТВО ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ****Демченко Т.Ф.**, канд. іст. наук*(Державний економіко-технологічний університет транспорту, м. Київ)*

На підставі вивчення оригінальних праць визначного вченого та інженера, академіка Григорія Петровича Передерія (1871-1953) висвітлено його багатогранну наукову діяльність в царині будівництва залізобетонних мостів

Ключові слова: *Г.П. Передерій, залізобетонні мости, залізничний транспорт, наука, техніка*

Немало славних сторінок вписано в історію вітчизняного мостобудування. Багато видатних вітчизняних інженерів своєю практичною і теоретичною діяльністю відкрили нові шляхи у цій галузі техніки, створили чудові і видатні мости. Ми можемо стверджувати, що витoki наукового мостобудування належать нам і що вітчизняна школа мостобудування завжди займала провідне місце у світі. Будівництво мостів до XVIII ст. включно мало винятково емпіричний характер. Розміри споруд визначалися «на око». Будівельники копіювали вже існуючі форми мостів. Мостобудування було тоді прикладним мистецтвом і не мало наукового фундаменту. Науково обґрунтованим мостобудування почало ставати у зв'язку із впровадженням експериментального, а відтак і експериментально-теоретичного методу.

Праці І.П. Кулібіна (1735-1818), Д.І. Журавського (1821-1891), С.В. Керbedза (1810-1899), М.А. Белелюбського (1845-1922) активно сприяли розвитку нових конструктивних форм мостів. Аналізуючи праці цих дослідників, можемо простежити за еволюцією мостів – дерев'яних, залізних і, нарешті, залізобетонних. Історія розвитку будівництва останніх мостів і показова, і повчальна. І ось чому. У кінці XIX ст. за-

лізобетон в іноземній техніці став новинкою. У 1890 р. на виставці у Бремені демонструється один із перших залізобетонних мостів. В цей же час М.А. Белелюбський будує декілька залізобетонних споруд на Преображенській площі в Петербурзі, серед яких міст прогоном у 17 метрів [1].

З 1896 р. з ініціативи Г.П. Передерія будуються *залізничні труби* - вперше на Московсько-Казанській залізниці. Однак, цей новий вид мостів зустрічається в інженерних колах з недовірою; вже дуже сильною була у членів комісії, що затверджували проекти будівництва мостів, звичка до металічних мостів і чужою для них була гордість за нові досягнення вітчизняної техніки. В результаті, будівництво залізобетонних мостів, зокрема на залізницях, не отримує в царській Росії в кінці XIX ст. належного розвитку. Лише завдяки енергії і настирливості окремих видатних будівничих мостів, серед яких провідна роль належить Г.П. Передерію, будуються у порівняно невеликій кількості мости цього типу. Особливо великі досягнення в цьому напрямку були отримані вже в радянському періоді розвитку мостобудування.

Спробуємо відмітити ті сторони його розвитку, які є показниками першої ролі вітчизняного мостобудування.

Як з'ясувалося, в умовах планового соціалістичного господарства стало можливим при проектуванні мостів обґрунтовувати вибір найкращого рішення задачі шляхом співставлення варіантів різних рішень і їх техніко-економічного порівняння під кутом зору народногосподарських інтересів. Визначна роль у встановленні методу порівняння варіантів при проектуванні мостів належить професорові Г.П. Передерію.

Ідеї про комплексне вивчення і проектування мостів, про необхідність із розмаїття можливих варіантів вибору найкращого шляхом порівняння їх були висловлені Григорієм Петровичем у пресі ще на початку ХХ сторіччя, коли він був викладачем Московського інженерного училища. У 1909 р. Г.П. Передерій очолив кафедру мостів у Петербурзькому політехнічному інституті, запровадив у ньому нову методику викладання курсу мостів, яка представляла подальший розвиток і здійснення його ідей. Однак у ті часи в царській Росії цей прогресивний метод не знайшов належного визнання і лише в радянські часи, спочатку у Ленінградському інституті інженерів шляхів сполучення, а відтак і у всіх транспортних і будівельних інститутах було уведено запропонований Г.П. Передерієм метод викладання курсу мостів. Правильне вивчення цього курсу у вищих навчальних закладах створило умови для всезагального визнання і впровадження методів проектування, оснований на порівнянні варіантів.

Другою особливістю радянського мостобудування був подальший *розвиток експериментально-теоретичного методу*, розвиток мостової науки. Поєднання теорії з практикою було завжди характерним для вітчизняної школи мостобудування. Радянське мостобудування отримало в цьому відношенні ту велику перевагу, що основою усіх наук є єдність теорії і практики, де закономірності розвитку і взаємозв'язку явищ поєднуються найкращим чином.

Третьою особливістю є засновані на плановому соціалістичному господарстві і на соціалістичних методах праці розвиток планування і організація робіт з побудови мостів, оснащення їх механізмами, впровадження передових методів праці.

Власне ці характерні риси вітчизняного мостобудування забезпечили надзвичайно швидке зростання вітчизняної мостової техніки. Це стосується і *будівництва залізобетонних мостів*. З 1930 р. починається посилене будівництво залізобетонних мостів в СРСР і на 1941 р. ми вже володіли такими чудовими спорудами, як залізобетонні мости на каналі Москва-Волга, прогоном у 116 м під 4 залізничні колії (згідно проекту інж. Білоголового), залізничний міст на 2 колії і 2 автомобільних шляхи проїзду через р. Москву біля Воскресенська прогоном у 120 м (згідно проекту інженерів Петрова і Чужина), міський залізобетонний міст (міст імені Володарського) абсолютно нової конструкції через р. Неву в Ленінграді (згідно проекту академіка Г.П. Передерія), залізничний міст через р. Волгу із залізобетонними арками, що мають затяжки прогонами по 127 м, що було найбільшим на той час досягненням для такої системи (проект інж. Білоголового) та ін.

У кінці 40-х років ХХ ст. почали будувати залізобетонний міст у Запоріжжі прогоном у 225 м (згідно проекту Б.М. Преображенського). Цей міст хоча і поступався дещо за величиною прогону мосту через Ангерман, що мав прогон у 260 м, але був найбільшим залізобетонним мостом у світі, адже міст через Ангерман планувався під порівняно легке автомобільне навантаження, а міст у Запоріжжі будувався під 2 залізничні колії і автомобільне шосе, як двоповерховий міст. Там, у Запоріжжі розпочалося будівництво іншого великого залізобетонного моста – багатопрогонного, з прогонами по 140 метрів. Отже, за 10 років (якщо не рахувати пе-

рерви, викликані війною) наші будівельники залізобетонних мостів випередили іноземних мостобудівників в цій галузі мостобудування.

Заслуги академіка Г.П. Передерія в розбудові залізобетонних мостів надзвичайно великі [2]. До 1917 р. у Міністерстві шляхів сполучення дуже обережно відносилися до застосування залізобетону у мостах. Не дивлячись на це, саме на початку ХХ ст., ще тоді професор, Г.П.Передерій розробив низку проектів великих міцних залізобетонних мостів, які пізніше були побудовані [3]. До числа таких споруд відноситься віадук на Казанській залізниці (на лінії Арзамас-Шихрани), віадук через Липову долину, частину мосту через р. Амур (через Бешенську протоку біля Хабаровська). Ці детально розроблені конструкції, які відзначалися чіткістю форм і добрим зовнішнім виглядом, стали прикладом для впровадження залізобетонних мостів і тим типом конструкції, який знайшов широке застосування в подальшій практиці проектування і будівництва.

Віадук на лінії Арзамас-Шихрани мав довжину 375 м і при висоті насипу 14,4 м, мав 15 прогонів, з них 12 по 19,4 м і три по 23,74 м. найбільша висота від подошви рейки до обрізу фундаменту сягала 24,13 м. Колія розміщена на кривій радіусом 640 м, на нахилі 0,006. Опори бетонні, захищені на спускних криничках (колодцях). Арочні прогонні будівлі представляють собою безпідпирні залізобетонні склепіння, товщина склепіння у замку 0,75 м (для великого прогону), у п'яті 1,05 м при ширині 4,25 м. Розрахунковий прогін 22,84 м, теоретична стрілка 7,14 м (1/3,2 прогону). На склепіння опираються поперечні стінки товщиною 25 см, шириною 3,5 м, які підтримують баластне корито, утворене плитою товщиною від 25 до 30 см і боковими стінками з тротуарами. Розрахункове тимчасове навантаження, прийняте з нормативами 1907 р.,

ваги паровозів 100 т, ваги тендерів 56 т, ваги вагону 48 т.

Арковий віадук через Липову долину на залізничній лінії Мерефа-Херсон [4] має два прогони, перекритих залізобетонними склепіннями по 32 м. Міст через Бешенську протоку біля р. Амур складається із суцільних склепінь і кесонів, які спираються на них, і такі що підтримують баластне корито з тротуарами для руху пішоходів.

У періоді 1925-1927 рр. в Комісаріаті шляхів сполучення виникла необхідність добудувати залізницю Веймарн-Краснофлотськ, що вимагало побудови на ній значної кількості мостів, причому через нестаток металу було вирішено застосовувати залізобетонні прогонні споруди. Розробка проектів залізобетонних мостів різних прогонів (від 4,27 до 12,6 м) була доручена Г.П. Передерію. Були затверджені і по ним споруджені усі залізничні мости на цій лінії. Тут особливо цікаві варіанти мостів через ріки Суму і Систу, середній прогін яких перекрили металевою прогонною спорудою (25 м).

Згідно пропозиції управління «Ленинграджелдор» і під керівництвом проф. Г.П. Передерія були розроблені варіанти із застосуванням залізобетонних консольних балок, наскрізних ферм і арок. У першому варіанті застосовувалися двоконсольні залізобетонні балки із суцільною стінкою, полегшені в середній частині прогону за допомогою вирізань у стінці. На варіанті замість балок із суцільною стінкою застосовані суцільні наскрізні ферми. У третьому варіанті прогон перекривався залізобетонним трьох прогонним склепінням, що викликало необхідність прибудови виносних п'ят і підсилення фундаментів, тобто виробництва доволі складних робіт, тому що стійки і бики цих двох мостів були зведені раніше. Оскільки на ріках Сумі і Систі судноплавства не було, можна було перекрити отвір мос-

ту двома балковими прогоновими спорудами (по 13,7 м) із розбудовою проміжного бика. Усі ці рішення були співставлені із об'ємом робіт.

Найбільш доцільними були визнані третій і четвертий варіанти. Після співставлення згідно вартості і згідно особливостей виробництва робіт зупинилися на четвертому варіанті, який і було здійснено [5].

У періоді 1930-1935 рр. Г.П. Передерій керував Ленінградським відділенням Центрального науководослідницького інституту транспортного будівництва (ЛенЦІБ), реорганізованим у 1934 р. у Мостове бюро ЛПЖТа. Тут під його керівництвом були виконані дуже значні роботи [6] щодо проектування збірних залізобетонних мостів як зі суцільною стінкою, так і її наскрізними фермами, протоками від 14 до 42,5 м, а також з арками. Збірні залізобетонні мости в нашій країні вперше були запропоновані Григорієм Петровичем. В цих місцях були застосовані ферми з їздою поверху і понизу, з трикутною, ромбічною і розкосою решіткою; їзда – на баласті і на дерев'яних поперечниках. У роботі, присвяченій будівництву залізобетонних мостів, Г.П. Передерій відзначав, що цінність пропонованого матеріалу слід шукати не в самих проектах, а в установочних основних положеннях, яких слід дотримуватися при проектуванні збірних залізобетонних мостів, а також методах рішення різних конструктивних завдань.

На той час під керівництвом Г.П. Передерія було розроблено біля 40 різних проектів збірних мостів і труб, в тому числі балочні малі мости, при їзді на баласті і безбаластні, збірні прогонні споруди із наскрізними фермами, арочні мости і шляхопроводи, і, нарешті, збірні опори ящикового і рамкового типу. За проектами ЛенЦІБа було побудовано 13 малих збірних безбаластних мостів і міст із збірними устоями ящикового типу.

Сьогодні, коли збірні залізобетонні конструкції є загальновизнаною прогресивною формою і широко застосовуються, трудно повірити, що в 20-30 рр. ХХ ст. багато вчених і практиків вважали їх як не вигідними і недоцільними. Праця над збірними залізобетонними конструкціями уявлялись їм безперспективною. Однак, Г.П. Передерій бачив далеко наперед, він розумів, що майбутнє за збірним залізобетоном і з винятковою енергією і нестримністю подолав супротив і відсталість. Він провів величезну конструкторську і експериментальну роботу, результатом якої стали проекти збірних залізобетонних прогонних споруд.

Найбільші труднощі у збірному залізобетоні викликало суміщення блоків, особливо у розтягнутій зоні. Г.П. Передерій запропонував стик з петлевою арматурою, який згодом отримав широке застосування під назвою «стик Передерія». І тут проектне, конструкторське, варіантне розроблення збірних мостів супроводжувалася значними дослідженнями.

Досліджувалися численні взірці стику на розтяг, вигин і поперечну силу. На основі випробувань біля 140 взірців стику були дані рекомендації щодо його конструювання і розрахунків. І в даний час цей стик застосовується в різних залізобетонних конструкціях: плитах, діафрагмах балкових прогонових будівлях із суцільною стінкою, в елементах рам і т.д.

Для підтвердження можливості і доцільності застосування петлевих стиків арматури у збірних конструкціях була розроблена для прогону і випробувана 34 м модель наскрізної залізобетонної форми [7] (прогони 6,8 м, тобто 1/5 натуральної; висота форми 0,9 м). Усі стиснуті і розтягнуті розкоси мали однаковий перетин. Пояси на всіх панелях постійної ширини (15 м); висота їх змінна: верхнього поясу від 8 до 15 см, нижнього – від 5 до 19 см. Ку-

бічна міцність бетону в момент руйнування моделі складала 150 кг/см^2 як для ферм, так і для стиків.

Дослідження моделі передбачали певну поведінку монтажних петлевих стиків, жорсткості ферм, дії динамічного навантаження, а також додаткових напруг від жорсткості вузлів. Випробування моделі були проведені у 1932 р. у Воронежі і дали позитивні результати. Коефіцієнт запасу міцності склав 2,25 – абсолютно достатній.

На підставі цих досліджень Г.П.Передерій й зробив важливий висновок: «Подібно до металевих ферм і для залізобетонних наскрізних ферм можливе застосування методу розрахунку в контексті функціонування шарнірних вузлів» [8]. Таким чином, пропозиції про розрахунок наскрізних залізобетонних ферм як шарнірних було зроблено Г.П. Передерієм 85 років тому. Досі добре «працюють» під важким залізничним навантаженням декілька прогонових споруд із фермами прогоном 55 м. Зокрема, кафедрою «Мости і тунелі» і лабораторією мостових конструкцій Науково-дослідного інституту інженерів залізничного транспорту, вже після смерті Г.П. Передерія у 1953 р., під керівництвом проф. К.К. Якобсона, з 1956 по 1961 рр. були проведені дослідження конструктивних форм збірних залізобетонних прогонових споруд з решітковими фермами, і у 1963 р. було споруджено залізничний міст прогоном 55 м. через р. Черту. Восени 1963 р. було завершено будівництво запроєктованого під керівництвом проф. В.І. Гнедовського залізничного мосту із фермами прогоном 55 метрів через канал Совет-Яб. Таким чином, збулося передбачення Г.П. Передерія, який у свій час вперше поставив і досліджував питання про застосування наскрізних залізобетонних ферм в мостах під залізничну колію [9].

Г.П. Передерій застосував петлеві стики в проєкті збірної будови (довжи-

на = 42,5 м) із наскрізними залізобетонними формами, показав поділ ферми на лінійні елементи з облаштуванням стиків біля вузлів. Довжина розкосів 7,5 м; ширина поясів ферм в плані 63 і 54 см, а висота (на фасаді) змінна – від 40 до 77 см в залежності від зусиль. Армура в нижньому поясі розміщена у два вертикальних ряди, що дозволило розмістити петлі стиків горизонтально. У стиках верхніх поясів і моментальних стиках стиснутих елементів арматурні стержні запускалися один на одного або закінчувалися прямокутними петлями.

Верхні зв'язки улаштовані у вигляді безроскосної ферми, в якій стійками служать розпорки, поставленні в основних кутах головних ферм. Нижні зв'язки – у вигляді ферми з ромбічною решіткою. Портали призначені в нахилених площинах. Проїзна частина складається з поздовжніх і поперечних балок і мостового полотна на дерев'яних поперечинах. Вага усєї прогонної споруди без полотна 434 т, обсяг залізобетону 180 м^3 . На монтажні стики було використано 23 м^3 бетону. Повна вага армури із сталі – 50,2 т. Значить, витрата армури на 1 м^3 бетону склала 304 кг. У прогонному будівництві 113 елементів. Найбільша вага окремого елемента сягає 11,7 т.

На основі виконаних досліджень і розроблених конструкцій у 1932 р. була зроблена спроба застосувати ферми ромбічної системи на будівництві других колій ліній Москва-Донбас [10] для перекриття ріки двома прогонами по 34 м кожний. Однак складений проєкт не був здійснений, замість залізобетонних ферм застосували металічні.

Сміливу ініціативу, далекозорість і новаторство Г.П. Передерія в розробці конструкції індустріального типу можна з гідністю оцінити у світлі прийнятої в 1954 р. Постанови Центрального Комітету КПРС і Ради Міністрів СРСР «Про розвиток виробництва збірних за-

лізобетонних конструкцій і деталей для будівництва», яка передбачала широке застосування збірного залізобетону.

При проектуванні мостів Г.П. Передерій перш за все розробив варіанти різних рішень, потім співставив їх згідно техніко-економічних показників із врахуванням технологій будівництва і економічних можливостей.

Характерними особливостями рішення Г.П. Передерієм завдань в галузі залізобетонних мостів є:

- вибір найбільш доцільної конструкції прогонної споруди;
- обґрунтування способів розрахунку при пропозиції нових конструктивних рішень, особливостей армування;
- застосування моделювання з метою перевірки конструктивних рішень, не застосовуваних ще у практиці будівництва.

Однією з видатних інженерних робіт Г.П. Передерія є спорудження залізобетонного мосту через Неву (міст імені Володарського). У 30-х роках ХХ ст. у зв'язку з швидким ростом населення Ленінграду виникла необхідність побудувати міст через Неву в районі Охти. За умовами пропускання льодоходу, сплаву і судноходства вимагалось мати два судноплавних прогони по 100 м і розвідний прогон серединою ріки не менше 40 м. Ширина моста повинна забезпечити пропуск двох колій трамваю і чотирьох смуг автотранспорту (по дві смуги в кожному напрямку) і тротуари по 3 м.

До побудови мосту під керівництвом Г.П. Передерія були проведені широкі дослідження двох серій взірців, армованих сталевими трубками, заповненими бетоном. Перша серія (36 взірців) – здійснена у 1934- 1935 рр. [11]. На основі отриманих результатів запропонована формула для визначення руйнівного навантаження. Дані розрахунку за цією формулою добре пого-

джуються з дослідами: відхилення складає від 2 до 15 %.

Через особливості конструкції прогонних будівель Володарського мосту, необхідно було підтвердити дослідом розрахункові і конструктивні пропозиції. Це було здійснено на спеціальній моделі прогонної будови у 1/5 натуральної величини, тобто з розрахунковим прогоном 20 м [12]. При випробуванні навантаження довели до 387 т., тобто майже у два рази перевищили навантаження. Коефіцієнт запасу склав 1,99. Випробування моделі виявило достатню надійність конструкції, тому спеціальна комісія відмовилася від руйнування моделі і запропонувала використовувати її в якості пішохідного мосту [13].

Рахуючись з дефіцитністю металу, пропонувалося запроєктувати прогонні споруди із звичайного залізобетону. Однак через великі навантаження і великі прогони міст виходив приземистим і некрасивим. Щоб вийти із важкого становища Григорій Петрович застосував в арках залізобетон із трубчатою арматурою. Це дозволило збільшити допуск напруг до 300 кг/см² і отримати легкий перетин арок.

Сьогодні міст імені Володарського має два прогони по 101 м, перекритих залізобетонними арками із жорсткими затяжками [14]. Особливістю мосту є відсутність верхніх зв'язків при значній відстані між арками (20,2 м). При такій конструкції залишався неукріпленим в горизонтальній площині сильно стиснутий кривий брус – арки. Стійкість арок була забезпечена збільшенням їх горизонтальної жорсткості, тобто шляхом розв'язування їх ширини і створення жорстких напіврам із підвісних поперечних балок.

У результаті міст став легким і красивим. Стріла підйому арки 13,5 м, тобто 1/7,5 прогону. Похиле окреслення її обумовлене архітектурними мірку-

ваннями. Ширина проїжджої частини 18 м, відстань між осями арок 20,2 м. Перетин арки 62 x 157 см армованого 40 сталевими трубками (сталь марки Ст.5), розміщеними в чотири ряди по висоті. Висота перетину 1/163 прогону (із звичайного залізобетону такий перетин здійснити неможливо). Зовнішній діаметр трубок 121 мм. Товщина їх стінок 5 мм. Затяжки пролітної будови – пустотілі, коробкового перетину (висота 3,30 м, ширина 1,2 м). Такий перетин найбільш вигідний як у відношенні доцільного використання арматури, так і за витратою бетону. У затяжках влаштовані поперечні перетинки у площині кожної підвіски. В опорних вузлах перетин затяжок суцільний, а в площині опираючого воно збільшено до 4,33 x 1,04 м.

Розрахунковий прогін міцної прогонної будови розбитий на 17 панелей (крайні по 5,5 м, решта по 6,0 м).

Підвіски двотаврового перетину; їх ширина впоперек мосту 1,42 м, по фасаду 0,42 м, товщина стінки 18 см. Прогонна будова виготовлена з бетону марки 170 кг/см²; в опорних вузлах затяжок марка бетону підвищена до 250 кг/см²; трубка арматури заповнена бетоном марки 300 кг/см². В перетині арки за контуром напруги на стиснення 270 кг/см². Напруги в арматурі для сталі Ст.3 – 1250 кг/см²; для сталі Ст.5 – 1600 кг/см².

Повне постійне навантаження на 1 погонний метр споруди 39,42 т. Часове навантаження 8,28 т/пог.м мосту (приблизно п'ята частина постійного навантаження). Витрата бетону на одну прогонну будову 1540 м³. Розхід арматури: звичайний – 510 т, трубок – 125 т, всього – 635 т, або 414 кг на 1 м³ бетону.

Загальна витрата металу (з опорними частинами) 687 т. Для виготовлення сталевий прогонної споруди потрібно 1450 т сталі, значить, застосу-

вання залізобетону із трубчатою арматурою забезпечить економію в металі у порівнянні із металевою прогонною будовою у розмірі 52,5%.

Вперше у світовій практиці мостобудування Г.П. Передерій здійснив перевезення прогонних будівель (кожна вагою 4000 т) на дерев'яних понтонах [15]. При перевезенні першої прогонної споруди керівництво усіма операціями, що до неї відносилися, здійснювала спеціально організована комісія на чолі з академіком О.М. Криловим. Усі операції з перевезень відбулися успішно. Першу прогонну споруду встановили на бики 6 листопада 1935 р., другу – 11 серпня 1936 року. Перш ніж прийняти рішення про будівництво через Неву залізобетонного мосту нової конструкції, Г.П.Передерій детально досліджував ряд питань, пов'язаних із застосуванням трубчатої арматури, а потім здійснив побудову і випробування моделі прогонної споруди. Володарський міст є оригінальною і видатною спорудою мостобудування радянських часів, яких не так багато у світовій практиці.

Для проектів, розроблених Г.П. Передерієм, характерне новаторство – багато його пропозицій випередили час на 15-20 років. В цих проектах жива думка б'є ключем, запропоновані рішення відкривають шлях для розвитку нових мостових конструкцій. Внесок Г.П. Передерія у справу проектування і будівництва мостів в колишньому СРСР настільки значний, що дає підставу віднести його до числа найбільш видатних представників вітчизняної будівельної техніки [16].

При проектуванні і будівництві мосту імені Володарського під керівництвом Г.П. Передерія були проведені великі дослідницькі роботи, пов'язані з конструкцією цієї унікальної споруди. Так, у своїй праці «Трубчата арматура»

(1945) Г.П. Передерій детально досліджував питання про так звану трубчатую арматуру для арок мосту [17]. Проведені дослідження міцності і стійкості численних взірців поодиноких трубок і трубок, зв'язаних у пакет. При цьому обстежувалися способи заповнення трубок бетоном і його склад; проведено випробування стиків трубок, виявлено найбільш раціональний поперечний перетин арок, площа перетину яких виявилася у три рази меншою у порівнянні з тим, якби арки армувалися звичайною стержневою арматурою. Нарешті, із-за особливостей конструкцій прогонних споруд цього мосту, було необхідно мати підтвердження розрахункових і конструктивних пропозицій досвідом. З цією метою у масштабі 1/5 натуральної величини була побудована і досліджена модель прогонної будови (розрахунковий прогін моделі – 20 м).

Г.П. Передерій у першому розділі своєї монографії «Постановка питання» зазначає, що при проектуванні залізобетонних мостів з великими прогонами доводиться серйозно працювати над питанням зменшення власної ваги прогонної побудови. Для мосту під залізницю з прогоном 45 м при застосуванні сталі прогонна будова важить 3,83 т на 1 пог. метр довжини, а із залізобетону 13 т (у 3-4 рази більше). Мова йде про мости балкової системи. А між тим корисне навантаження (вага поїзда) при прогоні 45 м важить 10 т на 1 пог. метр мосту, тобто корисне навантаження складає менше половини розрахункового навантаження залізобетонної прогонної побудови. Із збільшенням прогону невідгідне співвідношення сильно зростає. Для прогону 109 м корисне навантаження складає вже 1/3 повної розрахункової, тобто 2/3 підйомної сили мосту йде на підтримання власної ваги.

У мостах під звичайну залізницю ці співвідношення ще різкіші: для Володарського мосту в Ленінграді при прогоні 101 м корисне навантаження складає 1/16 повного розрахункового. Від зменшення власної ваги прогонної побудови залежить і технічна можливість і економічна доцільність поширення залізобетонних конструкцій на великі прогони.

Вага прогонної будови складається з ваги проїздної частини і ваги ферм із зв'язками. Кожна ферма, яка має вигляд системи арки із затяжкою, складається із арки, затяжки і підвісок. Власне над цими елементами і слід працювати в напрямку зменшення ваги. Найменшу вагу затяжки будемо мати у тому випадку, коли вона робиться голою, без бетону, тому що на розтяг бетон не працює і є мертвим вантажем; його вигідно видалити. Але тоді затяжка повинна бути жорсткою, тобто клепаною або зварною, тому що пучок круглої арматури без бетону не здатний рівномірно працювати. Переслідуючи мету зменшити вагу, ми відходимо від залізобетонної форми до залізної. Тут ми отримуємо вагу ферм найменшою, але витрата металу буде все ж більшою. Відходити від залізобетонної конструкції не слід.

У своїй монографії Г.П. Передерій робить висновок, що здійснивши оцінку отриманих результатів, слід підходити до їх розуміння з точки зору раціональності конструкції. І робить такі висновки:

1. Модель усіх розрахункові і конструктивні пропозиції повністю підтвердила.

2. Надзвичайно важливі для даної системи деталі конструкції, як вузлові стики при допомозі пачок муфт, закріплення арматури затяжки в опорних вузлах, можливість відмовитися від верхніх зв'язків і т.д. – випробуванням моделі виправдані.

3. Випробовування моделі завдяки випадковій нестачі твердості положення опор у ґрунті показало, що система є дуже стійкою проти випадкових деформацій. Значне, як виявилось безневинним, скручування залізобетонної прогонової будови з їздою по низу при відсутності верхніх зв'язків – факт дуже красномовний.

4. Незначні непружні деформації стиків – це єдино виявлений недолік прогонової будови, але ми бачили, що значення їх дуже малі, і взагалі цей недолік характерний для величезної кількості конструкцій. Не кажучи вже про найбільш надійний вид мостів – про мости кам'яні, де кожний шов є місцем, яке обов'язково піддається тисненню, мости дерев'яні, звичайно, також піддаються цьому недоліку і навіть металічні прогонові будови, як відомо, не позбавлені цього.

5. Кути арок в стиках бажано зрізати і цим послабити натиск на бетон кута. Слід муфту зав'язати тонким дротом, щоб дещо укріпити тут бетон.

6. Простота конструкції гарантує ясність і чіткість роботи, достовірність розрахункових і конструктивних передбачень, відсутність непередбачених факторів і зв'язану з цим надійність конструкції. Коефіцієнт запасу 6,3 підтверджує таку надійність.

7. Економія дорогого прокатного заліза у зв'язку із вказаними технічними перевагами споруди; нарешті, величезні коефіцієнти запасу і чудовий зовнішній вигляд споруди дають підстави стверджувати, що конструкція, за якою побудовано міст імені Володарського через Неву, повинна стати у загальний ряд систем, які можливі для застосування в ділянці мостів.

У відповідності з своїми поглядами на навчання студентів у вищій школі і величезним досвідом в галузі проє-

ктування і будівництва мостів Г.П. Пердерій створив і підручники, які багато разів перевидавалися. Його курс «Железобетонные мосты» являє собою оригінальну, класичну працю. Він з успіхом використовується в даний час студентами, інженерами і науковими працівниками [18].

Праці Г.П. Пердерія заклали основи початку розробки проблеми збірного залізобетонного мостобудування. Особливо цінний внесок цими працями зроблено Г.П. Пердерієм в галузі мостів малих прогонів, де була висунута ним ідея безбаластних залізобетонних мостів. Починаючи з 1932 р. до другої світової війни було побудовано 12 штук безбаластних малих мостів на лінії Москва-Донбас. Згодом, після 1939 р., у зв'язку із завданнями швидкісного капітального будівництва мостів малих прогонів, мостовики почали практично працювати в напрямку широкого застосування безбаластних залізобетонних мостів з виготовленням їх на заводах, правда, у дещо іншому проєктному оформленні, як це пропонував у 1931-1934 рр. Г.П. Пердерій [19]. Матеріали про цей процес частково опубліковані у працях самого Г.П. Пердерія [20] і Г.Євграфова [21].

У зв'язку з викладеним, якийсь час були сумніви щодо перевидання праць Г.П. Пердерія, які торкалися будівництва залізобетонних мостів, мотивуючи це тим, що вони ніби-то не відповідали сучасним умовам. Однак, враховуючи ту обставину, що дані праці є першоджерелами, у викладенні Г.П. Пердерія, інформації про збірний залізобетон у мостобудуванні, хоча і у первісній стадії, все ж вони мають історичний інтерес і публікація їх надзвичайно важлива і повчальна. Адже питання про використання збірного залізобетону в даний час у зв'язку з великим об'ємом

капітального відновлення мостів є надзвичайно цінним і йому приділяється особлива увага. Безумовно, матеріал книг Г.П. Передерія допоможе мостовикам свідомо підійти до вирішення проблеми збірного залізобетонного мостобудування в сучасних умовах.

Слід також писати передні слова до книг Г.П. Передерія, які б орієнтували читача стосовно матеріалу роботи і мети видання. При цьому змушувати редакцію змінювати ті місця, які вже дуже застаріли. Необхідно наголошувати, наприклад, на доцільності застосування подрібненої конструкції, коли доцільно застосовувати великі частини і навіть цілі прогонові споруди, виготовлені на заводах. Слід також відмітити, що застосування стику балок в поперечному перетині згідно виробничим міркуванням є небажаним, тому що це ускладнює монтажні роботи (потрібні підмостки), внаслідок чого конструкції балок малих, приблизно до 15 м, прогонів повинні розроблятися і застосовуватися переважно без поперечних стиків.

Залізничне будівництво в СРСР висувало як одне із нагальних завдань, необхідність створення залізобетонних конструкцій збірного типу заводського виготовлення, що не вимагає для зібрання облаштування тепляків. Частини збірного мосту приготувалися на

заводах, що значно здешевлювало продукцію, покращувало її якість. Покращення якості повинно було відбитися і на кількості, тобто на об'ємі частин. Ми кажемо про можливість за допомогою вібраторів, які дали максимальне ущільнення бетону до схоплювання (застигання), підвищити часовий супротив бетону, а значить, і допустимі напруження. Це відповідно зменшує обсяг частин, їх ваги і постійного навантаження, а також вело до зменшення витрат заліза на арматуру. У той час залізобетонне будівництво в 40 м 4-5 разів було важче від залізного. Це співвідношення могло бути знижене у два рази. Залізобетонне будівництво у два рази дешевше залізного.

Що стосується опор постійних мостів, то само собою зрозуміло, яке значення має можливість, збирати їх із елементів заводського виготовлення, швидко, зимою, без застосування розчину. Це відкривало можливість переходу до індустріальних способів транспортного будівництва, забезпечувало більш швидке укладання рейкової колії і подачу будівельних матеріалів на подальшій ділянці поїздами. Врахувати економію таких опор важко, але вона, без сумніву, була більшою від усієї вартості опор. А можливо і усіх мостів повністю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Передерий Г.П. Мосты. Ч.2. Железные мосты. Руководство и пособие для техникумов. – Москва; Ленинград: Госиздат, 1930. – 386 с.
2. Передерий Г.П. Курс мостов. Т.3. Железобетонные мосты. – Москва: Трансжелдориздат, 1951.- 512 с.
3. Проект железобетонного виадука на 595 версте. Общество Московско-Казанской железной дороги. Сооружение линии Арза-

мас-Шихраны. Литография Козловской, 1915.

4. Проект железобетонного арочного виадука через Липовую долину. Сооружение железнодорожной линии Мерефа-Херсон. - МПС, 1915.

5. Передерий Г.П. Методы проектирования сборных железобетонных мостов. Сварка на мосту лейтенанта Шмидта. – Москва: Трансжелдориздат, 1946. – 78 с.

6. Сборные железобетонные мосты. Данные о проектах Ленинградского Бюро ЦИС, 1932.

7. Мадорский Б.И. Исследование модели сборной фермы Лен. ЦИС // Строительная промышленность. – 1933. - №10.- С.38-41.

8. Передерий Г.П. Влияние жесткости узлов металлических ферм на усилия и напряжения в их элементах // Инженерное дело. – 1904. - №1.- С.1-48; №2. – С.1-52.

9. Гнедовский В.И. Проектирование, постройка и эксплуатация моста через канал Совет-Яб Среднеазиатской железной дороги // Вопросы мостостроения. – СПб., 1968. – С.13-29. - (Туды ЛИИЖТа, Вып.283).

10. Мутафьян О. ЦИС на строительстве Москва-Донбасс // Транспортное строительство. – 1932. - №9.- С.13-16.

11. Качурин В.К. Проектирование сборных железнодорожных мостов. – Ленинград: Желдориздат, 1937. – 69 с.

12. Передерий Г.П. Расчет жесткой прямоугольной рамы / Г.П. Передерий // Инженерное дело. – 1904. - №3. – С.172-183.

13. Качурин В.К. Испытание модели Володарского моста // Транс-

портное строительство. – 1933. - №9. – С. 18-19.

14. Передерий Г.П. Влияние жесткости узлов на усилия и напряжения в частях ферм. – Москва: Тип. ун-та, 1904. - 100 с.

15. Передерий Г.П. Курс железобетонных мостов. Изд. 4-е. – Москва; Ленинград: ГИЗ, 1930.- 512 с

16. Передерий Г.П. Курс железобетонных мостов. Изд.5-е. – Москва: Гострансиздат, 1931. – 512 с.

17. Передерий Г.П. Трубчатая арматура. – Москва: Трансжелдориздат, 1945.- 90 с.

18. Передерий Г.П. Курс мостов. Т.3. Железобетонные мосты. – Москва: Трансжелдориздат, 1951.- 512 с.

19. Архив Российской Академии наук. Фонд. 621. – Оп.1. – №223. – Л.1-4. – Заключение П.Н. Поликарпова на рукопись Г.П. Передерия «Проектирование сборных железобетонных мостов и ферм». – 23 января 1946 г.

20. Передерий Г.П. Методы проектирования сборных железобетонных мостов. – Москва: Гос. трансп. желзн. изд-во, 1946. – 56 с.

21. Евграфов Г. Мосты на железных дорогах. – Москва: Трасжелдориздат, 1937. – 246 с.

Демченко Т.Ф. Вклад академика Г.П. Передерия в строительство железобетонных мостов.

На основании изучения оригинальных работ выдающегося ученого и инженера, академика Григория Петровича Передерия (1871-1953) отражена его многогранная научная деятельность в области строительства железобетонных мостов

Demchenko T. F. Contribution of academician G.P. Perederij to building of reinforce-concrete bridges.

On the basis of study of original works of prominent scientist and engineer, academician Grigory Petrovich Perederij (1871-1953) his many-sided scientific activity is reflected in area of building of reinforce-concrete bridges