

*Institute for Railway Engineers (1924). O. M. Frolov worked at the track and traffic service of the Riazan-Ural, Kharkiv-Mykolaiv, Moscow-Vindavo-Rybins'ka as well as at Murmansk railway, combining practical and scientific activity. His scientific works are devoted to the railways' carrying capacity; traffic planning and regulation; routing and specialization of transportations; railway stations' design and work organization on them.*

**Keywords:** railway operation, shunting operations, the track service, routing, science, technology.

УДК 658.286:001

Т. Ф. Демченко, В. О. Демченко

## М.А. БЕЛЕЛЮБСЬКИЙ (1845–1922) – ОСНОВОПОЛОЖНИК БУДІВНИЦТВА МЕТАЛЕВИХ МОСТІВ

*На основі вивчення оригінальних праць, стаття висвітлює багатогранну діяльність видатного науковця і інженера М.А. Белелюбського (1845-1922) в царині будівництва металевих мостів (друга половина XIX – поч. XX століть). У даній статті висвітлюється вагомий внесок відомого інженера-будівельника, талановитого проектувальника в галузі залізничного мостобудування. Починаючи з 1870 не було побудовано жодного моста, у проектуванні, спорудженні або експертизі якого, не брав би участі М. А. Белелюбський. Справою всього життя М. А. Белелюбського було мостобудування. Більше 100 мостів, загальна довжина яких, перевищувала 17 км, було спроектовано особисто М.А. Белелюбським або під його керівництвом. Найбільш знаменитим мостом вченого став залізничний міст через річку Волгу біля Сизрані.*

**Ключові слова:** М.А. Белелюбський, металеві мости, залізничний транспорт, наука, техніка

Інженер шляхів сполучення, вчений в галузі мостобудування, будівельної механіки, матеріалознавства, М.А. Белелюбський народився 1 (13) березня 1845 р. в Харкові у дворянській сім'ї. Його батько - А.В. Белелюбський був інспектором Курсько-Київської залізниці. У 1862 р. 17-річний Микола закінчив із золотою медаллю Таганрозьку гімназію і в тому ж році поступив до Петербурзького інституту інженерів шляхів сполучення, який закінчив у 1867 р. За відмінні успіхи його ім'я було занесене на мармурову меморіальну дошку, а сам він був залишений в інституті як репетитор і викладач з будівельної механіки, мостів і гідравліки [1].

У перші роки викладацької діяльності М.А. Белелюбський читав лекції з будівельної механіки не лише в Інституті інженерів шляхів сполучення, але також і у Гірничому інституті, в Інституті цивільних інженерів і в Академії мистецтв. Його наукова і практична робота в галузі мостобудування і дослідження будівельних матеріалів зробили йому світову популярність, залишили глибокий слід в розвитку науки. У 1873 р. М.А. Белелюбський був обраний екстраординарним професором на кафедрі будівельної механіки, а у 1878 р. ординарним професором Петербурзького інституту інженерів шляхів сполучення, завідувачем кафедрою. Крім того, він же керував роботами студентів з дипломного проектування мостів [2].

У 1878 р. М.А. Белелюбський заснував у Петербурзькому інституті інженерів залізничного транспорту Механічну лабораторію з випробування матеріалів, яка нині носить його ім'я. Ця лабораторія набула значення центральної станції для механічного дослідження будівельних матеріалів. М.А. Белелюбський, як представник лабораторії, брав участь у виробленні прийнятих в тодішній Росії новітніх правил і умов використання будівельних матеріалів - цементу, різних металів. Він був наділений почуттям новизни і тому завжди прагнув утілити в життя найпрогресивніші і новіші ідеї. Він високо оцінив залізобетон - новий на той час будівельний матеріал і передбачив йому велике майбутнє, за власною програмою керував випробуваннями залізобетонних споруд. У 1886-1891 роках під керівництвом Миколи Аполлоновича були усебічно вивчені механічні властивості залізобетону, а у 1905-1908 роках були розроблені технічні умови для усіх залізобетонних робіт. У одному зі своїх виступів під назвою «Про застосування залізобетону в мостовій справі» М.А. Белелюбський обгрунтував переваги залізобетону для збільшення довжини прогонів і різноманітності мостових конструкцій. У лабораторії, очолюваній М.А. Белелюбським, згодом перетворену на Державну випробувальну станцію, були досліджені і описані механічні властивості вітчизняних будівельних матеріалів [3].

М.А. Белелюбський першим відмітив високі якості литого металу в порівнянні із зварювальним для мостових конструкцій і у 1883 р. впровадив його у вітчизняне мостобудування. З 1884 р. М.А. Белелюбський - діяльний член міжнародних нарад і конгресів зі встановлення одноманітних способів випробування будівельних матеріалів, був представником від Росії в Раді міжнародного товариства з випробування матеріалів. З 1895 р. професор М.А. Белелюбський читав курс випробування матеріалів в Інституті інженерів шляхів сполучення і у Вищому художньому училищі при Академії мистецтв, а з 1906 р. на Вищих жіночих політехнічних курсах [4].

Практична діяльність М.А. Белелюбського переважно полягала у складанні великої кількості проектів мостів, причому для більшості з них була застосована в Росії раніше, ніж в інших державах, запропонована ним конструкція вільних поперечних балок. Першим практичним досвідом професора М.А. Белелюбського були роботи (у 1877-1881 роках) з проектування і будівництва «обходу Верейського підйому». Він вважався аварійним і «вузьким місцем» Николаївської залізниці - від Петербургу до Москви. При будівництві було вирішено два складні інженерні завдання: зведення унікального насипу заввишки 49 метрів і

спорудження мостових опор в руслі глибоководної річки Мсти - вперше кесонним способом. Будівництво Мстинського моста здійснювалося у рамках корінної реконструкції Николаївської залізниці, яка відбувалася з 1869 по 1881 роки. У ці роки на лінії Петербург-Москва було замінено 90 дерев'яних мостів, побудованих у 1840-1850-х роках за системою Гау-Журавського, на залізні. Цікаво, що масова перебудова мостів вироблялася без перерви в русі потягів, причому власне М.А. Белелюбський розробив спосіб швидкої заміни дерев'яних конструкцій мостів на металеві без перерви руху, вніс істотні поліпшення в конструкції металевих прогонових споруд [5].

Уся творча діяльність М.А. Белелюбського з 1875 року і аж до жовтневого більшовицького перевороту у 1917 р. характеризується роботою з проектування мостів на багатьох залізницях, що будувалися. У 1875-1880 рр. він, згідно власного проекту побудував Олександрівський міст через Волгу Самаро-Златоустівської залізниці біля Сизрані. В цей час М.А. Белелюбський розробив метод розрахунку отворів великих мостів, який згодом набув широкого поширення. Новинка техніки склала 13 прогонів по 52 сажні загальною довжиною близько 700 сажнів (1483 метри). Було потрібно до 5000 куб. сажнів кам'яної кладки і близько 400 000 пудів металу. Метал він отримував особисто з Бельгії і вимагав поліпшення його якості. Займався облаштуванням побутових умов працівників мосту на р. Волзі. В цей час у будівництві брало участь 2,5 тисяч осіб. Перший поїзд проїхав 30 серпня 1880 року. Сизранський міст - це чудовий витвір інженерного мистецтва. Він тривалий час залишався найбільшим мостом в Європі і другим за протяжністю у світі. Міст з'єднав залізничну мережу центру царської Росії із Заволжжям та Сибіром [6].

У 1880-х роках професор М.А. Белелюбський побудував двох'ярусний міст через Дніпро біля Катеринослава завдовжки у 585 сажнів (15 прогонів по 39 сажнів), причому низ моста служив як залізничний, а верх - як екіпажний проїзд. Незабаром за його проектом був побудований міст через річку Білу біля Уфи на Самаро-Златоустовської залізниці [7].

У проекті моста через Волгу на Николаївській залізниці (1888) М.А. Белелюбським уперше було застосовано опирання поперечних балок на балансири. Модель цього шарнірного опирання поперечних балок була удостоєна медалі на Єдинбурзькій виставці у 1896 році. Пізніше, на річці Бузан (протока р. Волги) біля Астрахані згідно проекту М.А. Белелюбського було збудовано міст з консольною прогоною спорудою, що дозволило досягти перекриття прогонами по 150 м та з криволінійним контуром верхнього поясу. Глибина закладання кесонів тут була найбільшою з усіх мостів Росії того часу і сягала 32 метрів. М.А. Белелюбським тут були створені оригінальні мостові конструкції, запропоновано метод розрахунку отворів великих мостів, згодом прийнятий у міжнародній практиці мостобудування [8].

М.А. Белелюбський здійснював велику педагогічну роботу з підготовки фахівців для залізниць країни, а його праця «Курс будівельної механіки», виданий уперше у 1885 р., тривалий час був найпопулярнішим підручником для студентів і настільною книгою багатьох інженерів. Він говорив студентам: «Ви - майбутні інженери. Немає долі прекраснішої за Вашу. Ви будете проектувати і будувати мости. Це справа на віки. Шукайте кращих конструкцій, прийомів і способів будівництва. Але не забудьте одного - бути хазяїном своїх будівництв. Не власниками, а господарями, бо будете для держави, для народу. Будуйте дбайливо, бережливо, економно та міцно. І нове. Кожен час приносите свою корисну новизну, кожен інженер повинен зробити у своїй практиці крок вперед. В усякому разі, він повинен хотіти це зробити, інакше він не інженер, не господар своєї справи» [9, с.14]. Заняття з проектування мостів, а потім лекції Миколи Аполлоновича з будівельної механіки були барвистими і жвавими, вони слухалися з великою увагою [10].

За ініціативою М.А. Белелюбського було створено «Товариство допомоги бідним студентам». Високі громадянські якості М.А. Белелюбського проявилися в організації і вдосконаленні технічної освіти жінок. За його ініціативою було засновано «Товариство вишукування засобів для технічної освіти жінок», а пізніше він став першим головою Ради Петроградських жіночих політехнічних курсів [11].

Наукові праці М.А. Белелюбського торкаються розрахунку і проектування мостів: переклад твору Лесля і Шюблера «Расчет ферм железных мостов» (2 частини), з яких перша надрукована в часописі «Журнал Министерства путей сообщения» за 1868 р., а друга у 1871 році; «Строительная механика» (лекції, 1895); брошури російською і німецькою мовами з різних питань мостової практики; таблиці для підбору перерізів і числення ваги при проектуванні залізних споруд, багато статей в часописах: «Журнал Министерства путей сообщения», «Записки Русского технического общества», «Известия собрания инженеров путей сообщения» та в різних технічних журналах французькою, німецькою і англійською мовами.

М.А. Белелюбський був серед талановитих вітчизняних інженерів, що брали участь в проектуванні і будівництві Транссибірської магістралі. Він був одним з членів комісії «По вопросу о железной дороге через всю Сибирь». Суворі природно-кліматичні умови, складний рельєф місцевості, велика кількість річок, у тому числі таких великих і багатководних, як Іртиш, Об, Єнісей, Амур, вимагали будівництва великої кількості споруд - тунелів, підпірних стінок, залізничних мостів. Професор М.А. Белелюбський був головним будівельником Обського мосту (1897) - першого з мостів-гігантів Великого колійного шляху. Міст зв'язав дві найбільші і значущі ділянки Транссибу - Західно-Сибірську і Середньо-Сибірську залізниці. Тут вперше були застосовані прогони, які перекривалися металевими конструкціями консольно-балкового типу, а сам міст увійшов до історії як найбільша споруда Західно-Сибірської магістралі. Обський міст, автором якого був М.А. Белелюбський, сприяв виникненню і швидкому зростанню міста Новониколаєвська (Новосибірська) [12].

Однак не лише конструкції залізничних мостів розробляв М.А. Белелюбський. У 1904 р. в Миколаєві було побудовано залізничний маяк за проектом М.К. П'ятницького і О.М. Баришнікова, експертом якого був М.А. Белелюбський. Це була унікальна споруда заввишки 40,2 м з товщиною стінок від 7,5 до 10 м. Експерт знайшов в проекті неточності і дав авторам деякі рекомендації, які були враховані при будові. Особливу увагу учений приділяв зовнішньому вигляду споруд, особливо міських мостів - згідно його проектів

будувалися Русанівський міст (через Русанівську протоку) в Києві, Невський міст в Петербурзі. Кожен з його мостів - архітектурно-художній твір, поєднання практичної користі, краси і міцності. Завдяки таким інженерам в Російській імперії майже не було мостових катастроф [13].

М.А. Белелюбський брав участь в розробці проектів петербурзьких мостів: Охтинського, Троїцького, Палацового. А у 1910-1912 роках М.А. Белелюбський очолював проект будівництва Фінляндського залізничного моста. Він керував колективом, до якого належали інженери Г.Г. Кривошеїн, І.Г. Александров, архітектор В.П. Апишков. Розвідний двоколіїний міст (довжина 538 метрів) через Неву знаходиться на Фінляндській з'єднувальній залізничній гілці в межах Петербурга. Проте вершиною діяльності вченого став Романовський міст з ажурними овальними гратчастими прогонами, побудований у 1913 р. на перегоні Свяжськ-Зелений Діл. Ажурні овальні гратчасті прогони сягали 75 сажнів або 960,3 м. За рахунок їх подовження було скорочено кількість прогонів (шість і два малих). Відомо, що проект М.А. Белелюбського передбачав будівництво ще красивішого моста, але Акціонерне товариство залізниці не пішло на додаткові витрати. 11 липня 1913 р. Свяжський залізничний міст через Волгу - був урочисто відкритий до 300-річчя правління династії Романових і справно служить людям досі [14].

Симбірський (Миколаївський) міст - останній і найбільший із ста мостів Белелюбського, споруджених в Росії. Прогони моста (довжина кожного з 12 прогонів - 158, 4 метри) з висоти нагадують гігантські хвилі і органічно вписуються у волзький пейзаж. Тоді це були щонайдовші прогони вітчизняних балочних мостів. Загальна довжина моста з урахуванням відповідної до нього естакади склала 2810 метрів. На будівництві грандіозної за ті часи споруди застосовувалася новітня у той час техніка: кесони, опускні колодязі, екскаватори. Закінчення будівництва моста 5 жовтня 1916 р. означало багато що для Російської імперії, втягнутої у першу світову війну. У 1916 р. Симбірський міст займав за довжиною четверте місце у світі [15].

Особисто М.А. Белелюбським та під його керівництвом було розроблено понад 100 проектів великих мостів. Загальна довжина мостів, побудованих за його проектами, перевищує 17 км. До їх числа входять мости через Волгу, Дніпро, Дон, Об, Тобол, Ішим, Каму, Оку, Неву, Іртиш, Білу, Уфу, Волхов, Німан, Селену, Інгалець, Чусовую, Березину і інші річки. Усі споруди М.А. Белелюбського відрізнялися сміливістю технічних рішень, поліпшеною конструкцією, економічністю, високою надійністю. Ним спроектовані також міські і шосейні мости: через річку Мсту в Боровичах, через Дніпро в Смоленську, через Вілію біля Вільного, і через Німан біля Олиту.

Протягом декількох десятиліть М.А. Белелюбський очолював розвиток мостобудування в Російській імперії. Жодне будівництво металевих переходів через річки в Росії не обійшлося без його участі. Він по праву вважається засновником школи вітчизняних мостобудівників. Він постійно удосконалював конструкції, як актор від спектаклю до спектаклю відточував ролі. М.А. Белелюбський плідно працював в Інженерній раді Міністерства шляхів сполучення і більше 20 років був у ній головою Мостової комісії. Діяльність М.А. Белелюбського була широка і багатогранна. Сучасники говорили, що Микола Аполлонович не людина, а ціле міністерство, а то і два.

М.А. Белелюбський був різнобічним вченим, наприклад, в області випробування будівельних матеріалів: з 1912 р. по день смерті був президентом товариства цієї галузі. У 1885 р. надрукував курс будівельної механіки. Видатна праця «Мостовые этюды», написаний в дні відпочинку біля Севастополя. Він залишив людям понад 50 друкованих праць. Навіть при відвідуванні театрів, в антрактах, подумки перебував серед формул. Людина високої культури і внутрішнього змісту, з м'яким характером, відрізнявся скромністю і матеріальною безкорисливістю. Багатства не нажив, якщо не рахувати унікальної бібліотеки, яку збирав усе життя.

У кінці 1905 р. М.А. Белелюбський таємним голосуванням членів Ради (перші вільні вибори) був обраний директором Інституту інженерів шляхів сполучення. Проте Кабінет міністрів не затвердив його на обраній посаді унаслідок підписання ним письмового протесту проти дій поліції відносно студентської демонстрації в Петербурзі у 1905 році. У зв'язку з цим Белелюбський лише декілька місяців пробув ректором Інституту, і в 1906 році вимушений був «відмовитися» від цього поста [16].

У 1895 р. М.А. Белелюбський був обраний дійсним членом Академії мистецтв. У 1897 р. йому було присвоєно звання заслуженого професора Інституту інженерів шляхів сполучення. Про світове визнання видатного інженера свідчить той факт, що він обирався почесним доктором інженерних наук Німеччини, Франції, Англії, почесним членом Товариства цивільних інженерів Франції, почесним членом Інституту бетону в Англії. У 1907 р. Вища технічна школа в Берліні присвоїла йому звання доктора-інженера *honora causa* за заслуги в галузі мостового мистецтва. М.А. Белелюбський мав широкі міжнародні зв'язки і був активним учасником міжнародних конгресів і нарад, обирався головою бюро цементних з'їздів та ін. [17].

За свідченнями сучасників М.А. Белелюбський був людиною високої культури і внутрішнього змісту. Відмінними рисами засновника школи російських мостовиків і «поета» мостобудування були скромність і матеріальна безкорисливість. За мірками середовища, в якому обертався видатний учений, він вважався людиною бідною, дивакуватою. Від цього Микола Аполлонович не страждав. Він віддавав перевагу матеріальним благам над високими духовними цінностями, служіння народу було для нього великим щастям.

М.А. Белелюбський постійно проявляв турботу про гідність російської науки, активно пропагував досягнення, представляючи вітчизняну науку на багатьох міжнародних форумах. Він був членом Міжнародної асоціації залізничних конгресів, брав участь в їх роботі у Брюсселі, Мілані, Парижі, Петербурзі, Лондоні, Вашингтоні, Берні. На міжнародних виставках: в Единбургу (1890), Чикаго (1893), Стокгольмі (1897) і п'яти, що відбулися в Парижі, - творчість М.А. Белелюбського була представлена книгами, кресленнями і моделями побудованих за його проектами мостів. На Паризькій виставці (1900) отримав вищу нагороду.

Після 1917 р. професор М.А. Белелюбський був в числі тих учених, які активно виступали проти саботажників, підтримував заходи радянської влади, надавав практичну допомогу Народному Комісаріату шляхів сполучення в підготовці кадрів для транспорту.

Видатний інженер і вчений в галузі будівельної механіки і мостобудування, професор Петербурзького інституту інженерів шляхів сполучення, М.А. Белелюбський помер в Ленінграді 4 серпня 1922 року і був похований на Новодівочому кладовищі. Надгробок М.А. Белелюбського не зберігся, гранітний обеліск на його могилі був відновлений у 1958 році.

#### Джерела та література

1. Лопатто А.Э. Н.А. Белелюбский: жизнь и деятельность / А.Э. Лопатто. – Москва, 1975.
2. Зензинов Н.А., Рыжак С.А. Выдающиеся инженеры и ученые железнодорожного транспорта. М., 1990.
3. Строительная механика. Лекции профессора Н.А. Белелюбекого. СПб., 1885;
4. Белелюбский Н.А. Напряжения в балках и усиление мостов. СПб., 1890;
5. Белелюбский Н.А., Богуславский Н.Б. Мост через реку Обь. СПб., 1897.
6. Проскуряков А.С. Краткий обзор практической деятельности Н.А.Белелюбского по проектированию железных мостов / А.С. Проскуряков // Известия собрания инженеров путей сообщения. – 1892. – № 5. – С. 101 – 104.
7. Белелюбский Н.А. Мостовые этюды / Белелюбский Н.А. // Журнал Министерства путей сообщения. – 1890. – №4-5. – С. 877 – 900.
8. Белелюбский Н.А. О сборке и установке железных мостов на Николаевской ж.д. / Н.А. Белелюбский // Записки Императорского русского технического общества. – 1874. – № 3. – С. 123 – 130.
9. Белелюбский Н.А. Строительная механика / Белелюбский Н.А. – СПб.: Литографированное издание, 1878. – 234 с.
10. Богуславский Н.Б. Пятидесятилетие инженерной и ученой деятельности Н.А. Белелюбского / Н.Б. Богуславский // Известия собрания инженеров путей сообщения. – 1917. – № 6. – С. 3 – 12.
11. Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта: 1809-1959. – Москва, 1960. – С. 79.
12. Белелюбский Н.А. Заметка об определении отверстий мостов / Н.А. Белелюбский // Журнал Министерства путей сообщения. – 1871. – № 11. – С. 1 – 3.
13. Белелюбский Н.А. Верхнее строение железного моста раскосной системы. Отверстие 20 саж. на Рязско – Вяземской, Оренбургской и Уральской ж.д. / Н.А. Белелюбский // Записки Императорского русского технического общества. – 1878. – № 6. – С. 242 – 264; Белелюбский Н.А. Заметки по поводу построенных из строящихся мостов / Н.А. Белелюбский // Журнал Министерства путей сообщения. – 1871. – № 6. – С. 200 – 219.
14. Белелюбский Н.А. Железные мосты и трубы замены существующих деревянных мостов на Николаевской железной дороге / Н.А. Белелюбский // Журнал Министерства путей сообщения. - 1872. - № 5. - С. 1 – 28.
15. Белелюбский Н.А. О работах, произведенных С. – Петербургским металлическим заводом по устройству опор через реку на Рига – Тукумской ж.д. на трубчатых основаниях с помощью инжектора / Н.А. Белелюбский // Записки Императорского русского технического общества. – 1878. – № 4. – С. 223 – 230.
16. Николаев В.П. Очерк полувековой деятельности Н.А. Белелюбского в области мостового дела / В.П. Николаев // Известия собрания инженеров путей сообщения. – 1917. - № 6. – С. 11-14.
17. 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., Демченко В. А. М.А. Белелюбский (1845-1922) – основоположник строительства металлических мостов**

*На основе изучения оригинальных трудов статья освещает многогранную деятельность выдающегося ученого и инженера М. А. Белелюбского (1845-1922) в области строительства металлических мостов (вторая половина XIX – нач. XX вв.). В данной статье освещается весомый вклад известного инженера-строителя, талантливого проектировщика в сфере железнодорожного мостостроения. Начиная с 1870 г. не было построено ни одного моста, в проектировании, сооружении или экспертизе которого, не участвовал М.А. Белелюбский. Делом всей жизни М.А. Белелюбским было мостостроение. Более 100 мостов, общая длина которых превышала 17 км, было спроектировано лично М. А. Белелюбским или под его руководством. Самым знаменитым мостом ученого стал железнодорожный мост через реку Волгу у Сызрани.*

**Ключевые слова:** М. А. Белелюбский, металлические мосты, железнодорожный транспорт, наука, техника.

#### **Demchenko T. F., Demchenko V. O. N.A. Bebelubskiy (1845-1922) as a founder of metal bridges construction.**

*On the basis of original works study the article hightights the life and main-sidel activity of a prominent scientist and engineer N. A. Bebelubskiy in the area of metal bridges construction (second half on the XIX – the beginning of the XX centuries). This article highlights the significant contribution of the famous civil engineer, a talented designer in the field of railway bridge construction. After the first independent work of the young engineer was to replace the metal 48 wooden bridges Nikolaev railway in 1868-1872 years. The famous builder of metal bridges. Since 1870 not a single bridge was built in the design, construction or examination of which, did not like to participate MA Bebelubskyy. Lifelong MA was Bebelubskoho bridge construction. More than 100 bridges, total length exceeded 17 km, was designed personally A. M Bebelubskym or under his supervision. The most famous scientist was the bridge railway bridge over the river Volga at Syzran.*

**Keywords:** N. A. Bebelubskiy, metallic bridges, railway transport, science, technique