

УДК 656.02 (091)

**РОЗВИТОК НАУКОВИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ****Олег Стрелко<sup>1</sup>, Юлія Бердніченко<sup>2</sup>**

Державний університет інфраструктури та технологій

Україна, 04071, м. Київ, вул. Кирилівська, 9

<sup>1</sup>e-mail: uzt.kyiv@gmail.com<sup>2</sup>e-mail: yb08@ukr.net

Важко назвати таку галузь залізничного транспорту, до якої б вітчизняні науковці не зробили б свого внеску.

Київські майстерні для ремонту рухомого складу залізниць Києво-Балтської залізниці були засновані Бельгійським акціонерним товариством у 1868 році та розташовані на станції Київ. У 1879 р. їх було підпорядковано Південно-Західним залізницям і вони отримали назву «Головні залізничні майстерні Південно-Західних залізниць». Від початку свого існування Залізничні майстерні були найкрупнішим підприємством Києва: спочатку тут працювали 467 чол., через 10 років – 1300 чол., на початку ХХ ст. воно забезпечувало роботою 2500 трудящих [5, с. 384; 10, с. 5-8.]. Саме виникнення Залізничних майстерень поблизу залізничної станції поклато початок науковим дослідженням рухомого складу на Південно-Західних залізницях, а разом з тим і розвитку Київської Залізничної колонії. Майстерні були найбільшим металообробним і машинобудівним виробництвом Києва, а також найбільш прогресивним та упорядженим. З однієї сторони майстерень проходили станційні колії, а з іншої розташовувались будівлі Київського головного складу господарського відділу. Вони належали до числа найбільших залізничних майстерень у Російській імперії. У кузні працювало 7 парових молотів та один залізопрокатний станок. Крім ремонтних робіт у майстернях проводилось будівництво нових пасажирських і товарних вагонів [1, с. 85-86].

Внаслідок побудови нових ліній з 1891 року Київські майстерні були розширені та мали наступні підрозділи: мідноливарний, кувальний і залізопрокатний цех, токарний цех і котельний, паровозно-складальну та тендерну майстерні, вагонну майстерню, центральну кочегарку, центральну станцію електричного освітлення, що на той час було рідкісним явищем для промислових підприємств. У більшості будівель майстерень було парове опалення. В усіх цехах і в конторі начальника майстерень було електричне освітлення від центральної станції, яка розташовувалась у кувальному

цеху, поруч з центральною кочегаркою. У майстерню постачалась вода з Дніпра.

Керівництво майстерні опікувались і протипожежною безпекою. З цією метою було створене пожежне депо, де зберігався протипожежний інвентар, а саме: 7 пожежних насосів, 12 пожежних драбин, 19 ломів, 20 сокир, 45 відер, рукава й ін. У майстернях встановлено у різних пунктах 35 пожежних кранів, до яких можна було приєднати пожежні рукава.

Для миття рук були встановлені відкидні рукомийники, а у кувальному цеху ще й фонтани, для зволоження повітря влітку.

Також значна увага приділялась забезпеченню охорони праці у майстернях.

Майстернею кожен рік випускалось з ремонту близько 90 паровозів, 350 пасажирських і 1200 вантажних вагонів. При майстернях була їдальня. У приміщенні їдальні вечорами проводились заняття для працівників, які бажали вивчити грамоту. Навчання проводилось викладачами начального залізничного училища. У майстерні були також магазин і лікарня для працівників.

Паровозно-складальна майстерня знаходилась у світлій і просторій будівлі, розділеній оглядовою ямою, яка проходила посередині будівлі. Паровози у майстерню поступали по вхідній колії, а потім за допомогою візка з канатною передачею, встановлювались у стійла для ремонту.

Для переміщення важких паровозних частин впродовж всієї будівлі були встановлені підвісні рейкові колії з пересувними блоками.

Для зняття котлів з рам використовувався пересувний кран. На інших коліях знаходились паровози і тендера в очікуванні ремонту і для зняття з них невеликих деталей. У паровозно-складальному цеху було 26 колій.

Тендерна майстерня розташовувалась у будівлі такого ж типу, що і паровозно-складальний цех і з'єднувалась з ним за допомогою візка з канатним приводом для подачі тендерів у майстерню. Підвісні колії для зняття важких частин були й у тендерній майстерні. Всього у майстерні було 14 колій.

Всі станки котельної майстерні, а також пристрої для ремонту димогарних труб знаходились у приміщенні майстерні. Ремонт котлів виконувався у приміщенні, де одночасно могло знаходитись 3 парових котли.

Котли поступали у майстерню за допомогою згаданих вище пересувного крану та канатного візка і встановлювались на звичайних козлах з роликками.

У 1882 році у Київських майстернях була створена перша у світі станція з випробування паровозів. Коли проведені у цій лабораторії дослідні роботи Леві та Бородіна отримали широку популярність, стали наслідувати приклад вітчизняних інженерів і в інших країнах. У 1891 році з'явилася паровозна лабораторія в Америці, організована професором Госсом, пізніше ці методи дослідження стали застосовуватися у Польщі, Німеччині, Франції й інших країнах. Одночасно були створені паровозні лабораторії на Путилівському заводі, на території Олександрівського заводу для студентів Інституту інженерів шляхів сполучення.

Дослідження роботи паровоза у лабораторних умовах було надзвичайно важливим для вирішення питань тяги, у той час вельми мало вивчених. Тягові розрахунки проводилися за формулами, виведеним аналітичним шляхом і допускали значні відхилення від дійсного стану речей.

Паровозна лабораторія має історичне значення у справі впровадження наукових методів у залізничну техніку. Російські вчені і раніше робили спроби вивчення паровоза дослідним шляхом, перебуваючи у паровозі. Але вони не могли створити при цьому постійний режим його роботи, поставити його у наперед задані умови, як це робиться у лабораторіях. Тому їм і не вдалося домогтися великої повноти і точності досліджень.

Перші спроби дослідження теплового процесу паровоза та визначення сили тяги у залежності від швидкості були зроблені у Росії професором механіки Михайлом Федоровичем Окатовим. У 1869 році він здійснив низку поїздок на ділянці Петербург – Любань, і якщо не отримав відповіді на всі його питання, то у всякому разі, багатьма спостереженнями та результатами дослідів скористався для своєї праці «Термостатика, первая часть механической теории теплоты» (1871) [9, с. 25-70].

Створення рухомого складу висувало перед вченими й інженерами нову задачу – розробити методи дослідження рухомого складу й, у тому числі, у лабораторних умовах.

Л.М. Леві один з перших довів, що наукові

досліди над паровозами можливі лише за постійних тривалих умов його роботи. У Києві при головних паровозних майстернях Південно-Західних залізниць була створена перша у світі лабораторія, де була стаціонарна установка для теплотехнічних досліджень парової машини паровоза. Ця установка була прообразом для створення багатьох дослідних станцій в Америці, Німеччині, Франції.

Досліджуваний паровоз без тендера встановлювали біля зовнішньої стіни майстерень і разом з усіма приладами покривали навісом. Потім досліджуваний паровоз підіймали над рейками так, що колеса, які рухались, не торкались рейок, інші ж спирались на підкладки. Спарені колеса відокремлювались від тих, що рухаються, а бандажі їх відточували на зразок шківів. На обточені бандажі ведучих коліс надягали ремені, які впливали на приводний шків, за допомогою якого обертання ведучих коліс передавалося на головний вал майстерень. Оскільки потужність навантаження, необхідна для головного валу майстерень, могла змінюватись, то для забезпечення постійності режиму досліджуваної машини під час дослідів встановлювали додаткову парову машину, яка приймала у необхідних випадках додаткове навантаження. Під час дослідів працююча пара конденсувалася, відповідно конус не працював. Тому для забезпечення тяги у топці досліджуваного паровоза звичайну паровозну трубу замінили більш високою [2, с. 120-123].

Найбільшу популярність здобули досліди проведені у лабораторії з дослідження паровозів системи «Compound».

Прагнення до економії палива й успіхи у застосуванні принципу подвійного розширення пари у стаціонарних і пароплавних парових машинах, привели у цей час техніків всіх країн до спроб застосовувати цей принцип, що отримав назву «компаунд», і до паровозів.

Олександр Парфенійович Бородін і Людвіг Маврикійович Леві на Київській дослідній станції провели порівняльні досліди паровозів для визначення теплотехнічної доцільності застосування системи «Compound», а також парових «сорочок» у паровозних циліндрах.

З цією метою робота парової машини на одному з паровозів була організована за системою «Compound», а циліндри іншого паровозу були обладнані паровими «сорочками», після чого обидва паровози підлягали дослідженню.

Дослідження продовжувались декілька років досить ретельно як щодо методики, так і щодо вимірів та обробки матеріалів дослі-

дження. Розхід води визначався безпосередньо за рівнем каліброваного баку з водомірним склом. Пара конденсувалася за допомогою холодної води, що давало можливість перевірити витрати води та кількість тепла, яку вносила пара, а також скласти баланс тепла парової машини. За результатами дослідів визначались: повні витрати пари та витрати пари на один оберт машини.

Дані, які було отримано безпосередньо під час вимірювання, перевіряли ще й за допомогою аналітичних методів рівнянь теплового балансу машини.

Першість в організації практичних випробувань паровозів на ділянці також належить цим талановитим вченим. Для перевірки результатів Київської дослідної станції у поїзних експлуатаційних умовах роботи, влітку 1883 року були організовані дослідні поїздки на ділянці Київ-Фастів. Щоб забезпечити сталість режиму роботи машини під час дослідів, досліджувався поїзд, який обслуговували два паровози. Додатковий паровоз ставили попереду досліджуваного. Допоміжний паровоз приймав на себе додаткове навантаження, яке виникало внаслідок зміни профілю колії. Це давало можливість паровозу працювати при сталому режимі.

Видатні інженери перетворювались на цих дослідженнях і в машиністів, і в кочегарів. «Кіптява, сажа та вугільний пил густим шаром покривала з ніг до голови і Олександра Парфенійовича і його помічника Леві. Чорні відбитки пальців на протоколах наукових випробувань свідчили про тісне об'єднання теорії та практики, наукового дослідження і досвіду» – так писав про нього Л. Гумелевський [4, с. 285].

Було здійснено цілу низку дослідних поїздок для порівняння паровозів при різних умовах роботи машини. Дослідні паровози працювали при всіх приблизно ступенях розширення пари, які використовувались на практиці. При цьому, щоб поставити всі паровози, по можливості, в ті умови, які зустрічаються при нормальній їх службі, всі поїздки здійснювались з товарними чи товарно-пасажирськими поїздами на ділянці між Києвом і Фастовом. Для порівняння з єдиним на той час паровозом «Compound» А7, був обраний звичайний паровоз А22, циліндри якого, так само як і циліндри паровоза А7, були обладнані паровими сорочками. Ця обставина наштовхнула на думку проводити досліді по 2 рази: один раз при діючих, а другий при недіючих парових сорочках, щоб прослідкувати вплив парових сорочок на дію пари у циліндрах. Таким чином дос-

ліди розпадаються на 4 групи:

- у звичайній машині, без парових сорочок;
- у звичайній машині, з паровими сорочками;
- у машині «Compound», без парових сорочок;
- у машині «Compound», з паровими сорочками;

Цим Леві започаткував основи наукового дослідження сили тяги паровозів. Він вирішив задачу теплотехнічних досліджень парової машини паровоза [7, с. 425-438].

Вченим належить ініціатива поширення у Росії паровозів, працюючих за принципом подвійного розширення пари. Дослідження на Південно-Західних залізницях тривали. Позитивні результати багаторічних і всебічних випробувань компаунд-паровозів спонукали Південно-Західні залізниці перейти до побудови нових компаунд-паровозів, які незабаром отримали на залізницях значне поширення. У зв'язку з російським досвідом почали їх будувати і закордоном. Метод наукового дослідження введений у практику паровозобудування, мав величезне значення для подальшого розвитку у нас цієї галузі залізничного господарства. Усі наступні удосконалення у галузі паровозобудування, як перегрів пари або зчленування паровозів, вводилися у Російській імперії раніше і з більшим успіхом, ніж за кордоном. Південно-Західні залізниці широко застосували цю систему.

Даний метод досліджень паровозів за методом подвійної тяги був новим, оригінальним і надалі отримав широке застосування на залізницях Європи та США. Звіт про результати випробувань, які проводились протягом декількох років, були надруковані у країнах Європи та США.

Праці закордонних вчених Боррриса, Клейна, Рихтера, Лейцмана, Брюкмана і Марши у цій галузі стоять на більш низькому науковому рівні та відносяться до більш пізнього періоду [11, с. 99].

На дослідженій паровозній станції О.П. Бородін і Л.М. Леві зробили значну частину своїх спостережень і досліджень, науково обґрунтували переваги переходу на систему «Compound». Наукова праця «Опытные исследования над применением системы «Compound» и паровых рубашек к паровым машинам, произведённые на Юго-Западных железных дорогах» була видана окремою книгою й опублікована у журналі «Инженер» (№№ 6-12, 1886 р.) [6, с. 244-246].

Соратник Л.М. Леві – О.П. Бородін так писав

з цього приводу: «З дослідної станції досліди були перенесені на дослідні поїздки, і тут метод розрахунку результатів роботи і розходу пари та палива цілком належить інженеру Л. Леві, який проводив взагалі всі дослідження» (1886) [3, с. 1].

Зчленовані компаунд-паровози з'явилися у 1897 році, після того як у Франції, Німеччині та Швейцарії «Маллети» не виправдали свого призначення і від їх побудови відмовилися. Поява зчленованих паровозів була викликана необхідністю посилити потужність паровозів для тих ділянок залізниць, на яких зростав рух і чотиривісні товарні паровози виявилися недостатніми за потужністю. Слабка верхня будова колії не дозволяла посилити тиск на рейки від осі паровоза.

Л.М. Леві й О.П. Бородин були ініціаторами побудови спеціальних динамометричних вагонів для проведення дослідження паровозів. Такий вагон побудований інженером Тодоровичем був залучений для дослідження паровозів у 1898 році.

Було також запропоновано збудувати за новими технологіями станцію для випробування паровозів імені О.П. Бородіна. У листопаді 1912 року Загальний з'їзд представників російських залізниць одностайно вирішив побудувати у Москві за загальні кошти всіх залізниць дослідну станцію імені О.П. Бородіна для дослідження паровозів [8, с. 63-65].

Тенденції світового розвитку паровозобудування показали, що як вітчизняні, так і закордонні вчені постійно прагнули удосконалити конструкції локомотивів, підвищити теплотехнічні та тягові показники. Єдиною перевіркою працездатності та доцільності удоскона-

лення конструкцій рухомого складу були експериментальні дослідження. У кінці XIX – на початку XX ст. були розроблені методи дослідження рухомого складу на дільниці в умовах поїзної роботи паровозів. Впровадивши нові методи досліджень, науковці досягали подальшого прогресу у конструюванні рухомого складу, зокрема паровозів. Вчені-залізничники, вирішуючи проблеми галузі, зверталися до новаторських ідей, які на той час мали революційне значення та не втратили актуальності і до сьогодні.

#### ДЖЕРЕЛА ТА ЛІТЕРАТУРА:

1. Андреев П.Н. Иллюстрированный путеводитель по Юго-Западным казенным железным дорогам. Киев, 1898. 596 с.
2. Бабичков А.М. Отечественная наука о тяге поездов. Очерки развития железнодорожной науки и техники. Москва, 1953. 323 с.
3. Бородин А., Леві Л. Опытные исследования над применением системы «Сомпаунд» и паровых «рубашек» к паровозным машинам, произведенные на Юго-Западных железных дорогах. Киев, 1887. 48 с.
4. Гумилевский Л. Железная дорога. Возникновение и развитие от начала и до наших дней. Москва, 1950. 484 с.
5. Звід пам'яток історії та культури України. Київ. Кн. 1, ч. 1. Київ: УРЕ ім. М.П. Бажана, 1999. 608 с.
6. Зворыкин А.А., Осьмова Н.И. История техники. Москва: Соцэкгиз, 1962. 772 с.
7. Леві Л.М. Опытные исследования над применением системы «Сомпаунд» и паровых «рубашек» к паровозным машинам, произведенные на Юго-Западных железных дорогах // Инженер. 1886. № 10. С. 425-438.
8. Леві Л.М. Торжество идеи. // Инженер. 1913. № 2. С. 63-65.
9. Окатов М. Термостатики, первая часть механической теории теплоты. Санкт-Петербург, 1871. 176 с.
10. Охоронні зони пам'яток історії та культури. Залізничний район. Паспорти: Звіт НДІТІАМ. Інв. № 1328. Київ, 1987. Рукопис. 20 с.
11. Сологубов В.Н. Развитие паровозостроения в СССР // Очерки развития железнодорожной науки и техники. Москва, 1953. С. 95-130.

#### **Стрелко Олег, Бердниченко Юлія *Розвиток наукових методів дослідження рухомого складу залізниць***

*Стаття присвячена історико-науковому аналізу розвитку наукових досліджень рухомого складу залізниць. Протягом усієї історії розвитку техніки залізничного транспорту велику роль в удосконаленні конструкції й експлуатації локомотивів відігравали експериментальні дослідження їх теплотехнічних і тягових якостей. Ці дослідження здійснювалися в умовах поїзної роботи паровоза. Показана участь вітчизняних вчених у проведенні випробувань на різних етапах розвитку залізничного транспорту. Висвітлені проблеми, які виникали при проведенні досліджень та їх вирішення, а також проведено короткий історичний нарис розвитку вітчизняного паровозобудування.*

**Ключові слова:** майстерня, метод, локомотив, наука, техніка, залізничний транспорт

#### **Стрелко Олег, Бердниченко Юлія *Развитие научных методов исследования подвижного состава железных дорог***

*Статья посвящена историко-научному анализу развития научных исследований подвижного состава железных дорог. На протяжении всей истории развития техники железнодорожного транспорта большую роль в совершенствовании конструкции и эксплуатации локомотивов играли экспериментальные исследования теплотехнических и тяговых качеств. Эти исследования осуществлялись в условиях поезда работы паровоза. Показано участие отечественных ученых в проведении испытаний на разных этапах развития железнодорожного транспорта. Освещены проблемы, которые возникали при проведении исследований и их решения, а также проведен краткий исторический очерк развития отечественного паровозостроения.*

**Ключевые слова:** мастерская, метод, локомотив, наука, техника, железнодорожный транспорт

#### **Strelko Oleh, Berdnychenko Yulia *The development of scientific methods of research for the railways rolling stock***

*The article is devoted to the historical-scientific analysis on scientific research development of the railways rolling stock.*

*Experimental studies of the locomotives' thermo technical and traction qualities played an important role in improving the design and operation of the locomotives throughout the history of railway technology development. These studies were carried out in the conditions of train operation. The world tendencies of steam-locomotive-building development show that both Ukrainian and foreign scientists were constantly eager to increase the combustion engineering parameters of steam locomotives. They tried to produce advanced designs for steam super-heaters, air-heaters, water-heaters and other units of steam locomotives aimed at their more efficient application. Railway-scientists, while solving the urgent railway industry problems, paid significant attention to the innovating ideas having revolutionary importance at those times and being of high topicality even now. The involvement of local scientists in carrying out tests at different stages of railway transport development has been shown. The problems appearing during the research and their solutions have been highlighted in the article. A brief history on the development of national locomotive-building industry has also been conducted.*

**Keywords:** workshop, method, locomotive, science, technology, railway transport

Рецензенти:

Казьмирчук Г.Д., д.і.н., професор

Тихонов А.К., д.і.н., професор

Надійшла до редакції 19.11.2017 р.