

РОЗВИТОК ВІТЧИЗНЯНОГО ТЕПЛОВОЗБУДУВАННЯ ТА РОЛЬ У НЬОМУ Ю. В. ЛОМОНОСОВА

Короткий нарис розвитку залізничного транспорту та роль в його розвитку вітчизняного вченого професора Ю.В. Ломоносова. Показано як працював та творив вчений, його особистий внесок у створенні та розвитку тепловозобудування. Висвітлена його діяльність та співпраця з колегами, а також основні наукові досягнення в галузі залізничного транспорту і не тільки.

Ключові слова: тепловоз, транспорт, наука, техніка, інженер.

Понад сторіччя на залізницях світу єдиним типом локомотива був стефенсонівський паровоз. Наприкінці XIX ст. з'явилися двигуни внутрішнього згоряння. Спочатку вони були газовими. Вагон-Газохід, що курсував на Дрезденській міській залізниці у 1892 р., можна вважати першим тепловозом. Потужність його двигуна становила 7,35 кВт.

Рудольф Дизель отримав патент та у 1897 р. представив варіант двигуна внутрішнього згоряння, що був названий його іменем. Перший дизель мав потужність 14,7 кВт, його к.к.д. перевищував к.к.д. парових машин і не залежав від розмірів двигуна. Дуже економічний, компактний, зручний і простий за будовою дизель швидко одержав широке застосування, у тому числі на транспорті. Правда, на залізничному транспорті дизель почали використовувати пізніше, ніж на інших видах транспорту. У 1912 р. на лінії Винтертур – Ромаспори у Швейцарії були проведені випробування першого тепловоза потужністю 705 кВт, який створив Дизель та Клозе. У 1913 р. в Німеччині на лінії Берлін – Мансфельд спробували використовувати цей локомотив для руху пасажирського поїзда, але виявилося, що він не придатний для поїзної роботи, тому що лише при великих швидкостях розвивав більшу потужність, а при зрушенні з місця та на підйомах потужності не вистачало. З'ясувалося, що двигун внутрішнього згоряння без спеціальної передачі між ним і колесами, що рухаються, не може забезпечити необхідні тягові якості локомотива, керуючись профілем колії, швидкістю руху, масою поїзда, погодними умовами тощо. Пропонувалося проектувати та створювати тепловози з механічним, електричним, гідравлічним, газовим і іншими типами передач. У 1922 р. в Швеції був побудований тепловоз для вузької колії потужністю 88 кВт з електричною передачею.

Використання двигунів внутрішнього згоряння, що працюють на рідкому паливі та мають високий к.к.д. для тяги поїздів виникла у вітчизняних інженерів наприкінці XIX ст. ще у 1894 р. за ідеєю В. Л. Кирпичова розроблявся проект локомотива, що мав назву нафтовоз, оскільки повинен був мати нафтові двигуни які працювали на нафті. На такому локомотиві окрім циліндрів внутрішнього згоряння, передбачалося встановлення па-

рових двигунів. Саме паровий двигун мав здійснювати рушання з місця та початковий розгін, а згодом перехід на сумісну роботу обох видів циліндрів. Таким чином це стало першим прообразом тепловозів [1].

Ідея створення тепловоза притягувала вітчизняних інженерів. Принцип роботи тепловоза: двигун внутрішнього згоряння перетворює тепло дизельного палива в механічну енергію колінчатого валу, що обертає якір генератора постійного або змінного струму який подається до тягових електродвигунів, призводить до руху колісні пари. Саме над створенням локомотивних двигунів внутрішнього згоряння плідно працював професор Московського вищого технічного училища В. Г. Гринецький, який, доречі, народився місті Києві. Він розробив вимоги до транспортного двигуна внутрішнього згоряння. З 1909-1912 рр. на Путилівському заводі побудували дослідний зразок, завдяки якому було проведено низку випробувань де згодом В. Г. Гринецький та Б. М. Ошурков розробили два проекти тепловоза безпосередньої дії. Гринецький був один з перших вчених хто поставив питання про створення тепловозів та введення їх на залізничному транспорті. У 1915 р. ним була написана робота «Проблема тепловоза и его значение для России».

Також в ці роки тепловозною проблемою займався Коломенський локомотивобудівний завод де за ідеєю інженера Ф. Х. Мейнеке був розроблений проект потужного тепловозу з електропередачею. Вага даною конструкції мала приблизно 120 т., що сам конструктор вважав за важким та не дешевим при побудові. Висока вартість тепловозів у порівнянні з паровозами, довгі роки слугувала основним аргументом його противників.

Однак ідеї по створенні вітчизняних тепловозів проводилися, розроблялися проекти, створювалися конструкції нових типів рухомого складу. Саме у Київському політехнічному інституті у 1905 р. проф. Ю. В. Ломоносов запропонував ідею створення тепловозу. З 1908 р. Ломоносов разом з О. І. Липецом почали розробляти проект тепловозу безпосередньої дії з груповим приводом (типу паровозного) колісних пар.

З 1909-1910 рр. на Ташкентській залізниці керівник служби тяги Ю. В. Ломоносов та керівник паровозного відділу О. І. Липец розробили проект тепловоз безпосередньої дії з груповим приводом ведучих осей. Зауважимо, що на даній залізниці перехід на тепловози був неабияк важливим: всі паровози опалювалися нафтою, а воду, що була поганої якості, приходилося качати вздовж залізниці на відстані понад 170 км. Згодом у 1913 році О. І. Липец в Оренбурзі закінчив розробку тепловозу, що розробляв разом з Ю. В. Ломоносовим. Протягом року узгоджень з МПС у 1914 р. було виділено кредит на побудову двох дослідних тепловозів. Але через кілька тижнів розпочалася перша світова війна та кошти пішли на інші цілі.

Після жовтневої революції знову підняли питання про побудову тепловозів. Так на початку січня 1921 р. була постанова про введення тепловозів. Згодом у 1924 р. були побудовані два перших потужних вітчизняних

тепловози за проектом Ломоносова, що побудували в Німеччині та за проектом Гакелля в Петрограді [2, С. 353-354].

На весні 1924 р. був організований конкурс на проект тепловозу. Представлені паровози мали відповідати таким вимогам: 1. При рушанні з місця та зі швидкістю до 15 км/год., розвивати силу тяги не менше 12000 кгс на прямому підйомі 9%, зі швидкістю 50 км/год. – не менше 3000 кгс при проходженні прямої ділянки колії; 2. Конструктивна швидкість не менше 75 км/год.; 3. Навантаження на колію від кожної пари ведучих коліс не перевищувати 16 т/с, бігункових – 12 т/с. 4. Запаси палива, масла та води повнювати після пробігу не менше 1500 км. 5. Працювати при різних температурах при -30° та при $+40^{\circ}$ С.

У другій половині 1924 р. був побудований тільки один такий тепловоз, що задовольняв усі вимоги конкурсу – тепловоз з електричною передачею за системою Я. М. Гакелля.

В березні 1922 р. було затверджено постановою про побудову трьох тепловозів закордоном без вказаних систем але з вимогами, щодо конкурсу. Це означало, що тепловози мали бути еквівалентними по тяговій характеристиці паровозу 1-4-0 типу Щ та мати конструктивну швидкість 75 км/год. НКШС зупинився на масовому замовленні паровозів. Однак за наказом, тоді ще керівника Ф. Е. Дзержинського, постановило що було б доцільно та практично приступити до побудови трьох тепловозів замість трьох паровозів серії Э типу 0-5-0. Перший тепловоз за проектом О. Н. Шелеста, другий – з електричною передачею та третій – автомобільного типу з механічною передачею [2, С.-355].

Однак, зі зменшенням замовлення на паровози замовлення на тепловози було анульовано. Але при закупівлі рухомого складу закордоном залізничною місією все ж таки було виконане замовлення на виготовлення тепловозу, розробленого за проектом проф. Ю. В. Ломоносова. Доречи, Ломоносов був керівником залізничної місії по закупівлі рухомого складу. Такий тепловоз був побудований на заводі в Німеччині та мав позначення Ю³-001 у подальшому Э^{эл}-2. Даний тепловоз був ведений до локомотивного парку НКШС на початку січня 1925 р. Ця дата вважається початком експлуатації тепловозної тяги на вітчизняних залізницях.

Проектування тепловоза з електричною передачею велося під керівництвом Ю. В. Ломоносова та безпосередньої участі вітчизняних вчених В. Б. Медея, М. О. Добровольського та інших. При розробці тепловозу конструктори намагалися не створювати щось нове, а обирати вже з існуючих перевірених елементів. Раму, ходові частини, тягові електродвигуни було вирішено проектувати з використанням багатого, на той час, досвіду створення електровозів. Двигун підбирали серед останніх моделей дизелів, що використовували на підводних човнах. Найбільш важкою частиною проекту був холодильник, що потребував створення примусової циркуляції води.

Зауважимо, що за зразок був обраний паровоз серії Э типу 0-5-0 і тому при швидкості 16 км/год. здійснював силу тяги 1500 кгс, тобто мав потужність 890 к.с., а втрати в електродвигунах та генераторі тепловозу за розрахунками мало бути приблизно 20-30%, тому для тепловоза потрібен був потужний дизель понад 1200 к.с. Проф. Ломоносов звернувся до кількох німецьких фірм – Зульцер, Крупп, MAN та Атлас-Дизель, що мали досвід створення дизелів та отримав пропозиції від усіх. Найбільш легкій приблизно 25000 кг. та дешевим дизелем, що розвивав при частоті оборотів валу 450 об/хв. Потужність понад 1200 к.с., а також саме цей дизель використовували на підводних човнах. Дизель чотирьохконтактний, шестициліндровий з діаметром циліндрів 450 мм. та ходом поршнів 420 мм. Він мав компресор для отримання стислого повітря з тиском 80 кгс/см², що був необхідним для пуску дизеля та розпилення палива в циліндрах. Охолодження двигуна було водяним. Цей двигун мав недолік – занадто важкій як для тепловоза. Такий дизель, як зауважив Ломоносов не є органічною частиною тепловозу. Тому конструктори, що розробляли проект вирішили застосувати індивідуальний електродвигун з опорно-осьовим підвішуванням, як на трамваях. Серед існуючих на той час готових зразків електродвигунів найбільш підійшов до тепловозу, чотирьохполюсний двигун з постійним струмом швейцарської фірми «Броун-Бовери», які також використовували на електровозах. Двигун мав потужність 142 кВт та масу 3000 кг. Тягові електродвигуни були розраховані на самовентиляцію, що значно зменшувало їх потужність на малих швидкостях, а повітря, що проходило через них сильно зменшувалося. Для тепловозу потрібно було підвищувати передаточну кількість тягових редукторів з 5,6 до 6,14 та збільшити діаметр рушійних коліс до 1220 мм.

На тепловозі був встановлений генератор тієї ж фірми потужністю 800 кВт обмотки збудження якого живилися постійним струмом. В системі тепловозу Ломоносова була використана схема Вард-Леонарда. Струм в обмотках збудження збудника регулювався машиністом, змінюючи за допомогою контролера опір в ланцюгу обмотки збудження допоміжного генератора. Всі п'ять тягових електродвигунів, що з'єднані паралельно, були постійно підключені до головного генератора. При запуску дизеля та живлення ланцюгів керування, а також освітлення, якщо не працював дизель, використовували кислотну акумуляторну батарею, що складалась з 54 свинцевих елементів ємністю 60 А·ч.

Тепловоз типу 1-5₀-1 (дві одновісні підтримуючі віки та п'ять рушійних осей) з позначенням Ю³001, будували з серпня 1923 року по червень 1924 року. З червня по листопад 1924 р. тепловоз пройшов перші дослідні випробування на спеціальній станції заводу Еслінген. Перші випробування показали, що тепловоз мав, в залежності від умов експлуатації, коефіцієнт корисної дії 2-3,5 рази більше ніж паровоз. Випробування також виявили й недоліки, що стосувалися недостатньої поверхні холодильника та незруч-

ного його розміщення по обидві сторони тепловозу. Такій недолік був обґрунтований тим, що вага деяких частин тепловоза перевищувала проектну й тому було прийнято рішення зменшити масу холодильника. Загалом навантаження від рушійних осей на колію мало понад 20 тс, а на той час дозволялося не більше 18,5 тс. Для того щоб зменшити масу тепловозу Ю³001, яку в червні 1924 р. він мав рівно 124,8 т звідки 98,2 т проходилося тільки на рушійні колісні пари, його піддали переробці. В результаті переробки з тепловозу зняли холодильник, який був зі сторони тягового генератора, а на його місці встановили допоміжні електричні машини [3].

Щоб тепловоз міг працювати в любых температурних режимах без винятку для нього сконструювали спеціальний тендер-холодильник. Ходові частини та раму для тендеру використали від паровоза Э^Г. На раму встановили секції холодильника, що охолоджувалися повітрям яке надходило від двох груп вентиляторів. Вентилятори приходили в дію за допомогою шестициліндрового дизеля фірми Бенц потужністю 100 к.с. Причому суха маса тепловозу збільшилася на 40%, а загальна довжина локомотива разом з тендером була 23553 мм, що давало можливість розміщення його в депо та встановлення локомотива на всіх поворотних колах без розчеплення. Опісля переобладнання сам тепловоз мав повну вагу 118,3 т, а зчіпну масу 87,5 т.

Перший свій пробіг тепловоз серії Ю³001 зробив у листопаді 1924 р. по колії 1524 мм, що була побудована на заводі Еслінген. У той день був урочисто підписаний протокол випробувань нового вітчизняного тепловозу. Наприкінці 1924 р. тепловоз був встановлений на свої візки та зробив кілька обкаток на Латвійській залізниці. В січні 1925 р. тепловоз вперше зробив поїздки на вітчизняній залізниці від станції Себез до Великих Лук з масою поїзда 980 т., а 23 січня прибув до Москви. У подальшому протягом року тепловоз пропрацював на багатьох вітчизняних залізницях та на Кавказі, в ході якого побував в Тбілісі, Єревані, Махачкалі. Тепловоз працював справно к.к.д. 23-26%; при швидкості 16-17 км/год він реалізовував тягове зусилля 15000 кгс.

У 1926 році тепловоз відправили на дослідну тепловозну базу поблизу станції Люблино. Протягом 1926-1930 рр. тепловоз Ю³001 на базі отримав позначення Э-ЭЛ-2, а згодом Э^{ЭЛ}-2, він успішно працював з вантажними поїздами на ділянці Люблино-Курськ. За період перебування тепловозу на базі йому було проведено деякі переобладнання. Так, у 1928 р. тепловозу змінили холодильник з достатньо розвиненою поверхнею, що дозволило позбутися тендеру; другим суттєвим переобладнанням було підключення паралельно обмоткам збудження тягових електродвигунів резисторів, тобто використання послаблення збудження. Це дозволило подовжити гіперболічну частину тягової характеристики тепловозу, завдяки цьому він міг працювати з постійною потужністю на великих швидкостях, що дозволило підвищити масу поїзда від 525 до 850 т приблизно на 62%. У 1931 р. тепловоз відправили до Ашхабаду. З інвентарю тепловоз був виключений у 1954 р.

Не дивлячись на ряд конструктивних недоліків – ненадійний привод вентилятора, що часто викликав простій тепловоза з-за обломки малої шестерні передачі; недосконала конструкція водяного охолодження поршнем дизеля; погано розроблена система самовентиляції тягових електродвигунів і т.і. – тепловоз був все ж такі економічним та експлуатаційно надійним локомотивом. Тільки протягом кількох років після побудови тепловозів ЭЭЛ-2 та ЩЭЛ-1 був накопичений досвід їх роботи, як у нас так і за кордоном, вирішили будувати потужні вітчизняні тепловози та електровози.

Сам творець тепловозу ЭЭЛ-2, Ю. В. Ломоносов народився 24 квітня 1876 р. у місті Гжатську (нині місто Гагарін РФ). У 1893 р. Ломоносов поступив до Петербурзького інституту шляхів сполучення, який закінчив у 1898 р. Першим місцем служби молодого інженера був Харківський паровозобудівний завод (нині Харківський машинобудівельний завод ім В. О. Малишева), де влітку того ж року мав змогу познайомитися з видатним інженером-залізничником професором О. С. Раєвським. Професор на той час завідував конструкторським відділом при паровозобудівному заводі. Очевидно, Юрій Володимирович справив на Раєвського позитивне враження, оскільки той дав йому хороші рекомендації. Та незабаром Ломоносов був переведений в технічний відділ служби тяги Харківсько-Миколаївської залізниці, де керівником служби з 1876 р. був М. Д. Байдак. Влітку 1898 року він почав роботу над дослідженням локомотивів та їх конструкцій, яка у подальші тридцять років стала головною справою його життя. За всі роки на залізниці він займав багато високих посад одна з яких міністр шляхів сполучення. Завдяки Ломоносову був створений ВНИИЖТ, а саме через його «Контору дослідів над типами паровозів».

У період 1900–1916 рр. коли головна увага приділялася паровозам, паровій машині й тяговим характеристикам проводилися повне дослідження теплової роботи паровозних котлів з використанням різноманітних сортів палива – нафти, вугілля, дров й торфу під час експлуатації. Саме у дослідях Ломоносов розглядав питання колії, тяги та експлуатації залізниць. Тягові розрахунки, графічні методи рівнянь руху поїздів та вирішення за їх допомогою різноманітних завдань пов'язаних з залізницею й залізничним транспортом.

Згодом у своїй книзі «Научные проблемы эксплуатации» (1923 р.), в якій описував перші висновки дослідів над паровозами, Ломоносов писав: «Правильная организация железнодорожного движения требует глубоких познаний и в области экономической политики и в области техники, ибо она немыслима без тонкого понимания особенностей рельсового пути и, особенно, железнодорожного двигателя – паровоза». Цікавий вислів також проф. Ю. В. Ломоносова: «Многие задают вопрос: Кто же изобрел паровоз? Паровоз – изобретение не одного человека, а целого поколения инженеров-механиков».

У 1920 р. за наказом Леніна була організована залізнична місія по закупівлі паровозів за кордоном. Головою залізничної місії став

проф. Ю. В. Ломоносов. Під час виконання доручення радянської влади по закупівлі рухомого складу за кордоном Ломоносов одночасно виконував замовлення на виготовлення тепловоза, розробленого за його проектом. Залізнична місія була ліквідована у 1923 р. Після смерті Леніна проф. Ю. В. Ломоносов не повернувся до Радянського Союзу. Він продовжував працювати в галузі залізничного транспорту, писав наукові статті, видавав книги але визнання так і не отримав. Помер Ю. В. Ломоносов у 1952 р. в Монреалі, Канада [4].

Як бачимо, проф. Ю. В. Ломоносов був талановитим вченим, керівником, організатором досліджень на залізничному транспорті результати яких мають велике значення. Встановлено, що наукові інтереси Ю. В. Ломоносова співпадали з тими напрямками розвитку вітчизняного локомотивобудування, що були вузькими аспектами залізничної галузі. В науці про тягу поїздів розглядалися якості паровозів, тепловозів та інших локомотивів, як тягових машин, що послугувало науковою основою для раціонального використання тягового рухомого складу в експлуатації. Всі питання стосовно чи то паровозу, чи то тепловозу Ломоносову доводилось вирішувати, глибоко аналізуючи. Його ідеї, методи та розрахунки з різних технічних та технологічних питань потрапили в довідники, а згодом і в навчальні посібники.

Широке впровадження тепловозної тяги почалося після закінчення Другої світової війни. У СРСР один за одним з'являються тепловози ТЕ1 і дво-секційний тепловоз ТЕ2. В 1953 р. був побудований перший тепловоз ТЕ3, а з 1956 р. почате його серійне виробництво. До цього періоду відноситься початок бурхливого розвитку вітчизняного тепловозо-будування. Локомотивобудівельні заводи Харкова, Луганська, Коломни, Брянська, Людинова, Муром за 4–5 років розробили десятки типів різних тепловозів: з електричною передачею ТЕ10, ТЕ50, ТЕ10Л, ТЕП60, ТЕ40, ТЕМ1, з гідравлічною передачею ТГМ2, ТГМ3, ТП00, ТГ102, ТГ105, ТГ106, ТГП60 [5].

У цей час тепловози повністю замінили паровози на маневрах і виконували приблизно 40 % вантажообігу мережі. Пасажирський рух обслуговують, головним чином, шестивісні тепловози ТЕП60 потужністю 2200 кВт із конструкційною швидкістю 160 км/ч. Почате серійне виробництво тепловоза ТЕП70 потужністю 2940 кВт з передачею перемінно-постійного струму та додатковим реостатним гальмом. У 1956 р. більшість залізниць США повністю перейшли на тепловозну тягу. У вантажних та пасажирських перевезеннях найбільше поширення одержали тепловози з електричною передачею. Тепловози 2ТЕ10Л, серійне виробництво яких було почато у 1965 р., мають електричну передачу постійного струму, двотактний дизель 10Д100 з газотурбінним наддуванням і проміжним охолодженням наддувального повітря потужністю 2200 кВт. У наступні роки випускалися модифікації тепловозів типу 2ТЕ116 з електричною передачею перемінно-постійного струму, а з 1988 р. почалося їхнє серійне виготовлення.

Література

1. Сотников Е. А. Железные дороги мира из XIX в XXI век / Е. А. Сотников – Москва : Транспорт, 1993. – С. 32-40.
2. Раков В. А. Локомотивы отечественных железных дорог (1845–1955 гг.) / В. А. Раков. 2-е изд., пер. и доп. – Москва: Транспорт, 1995. – 564 с.
3. Ломоносов Ю. В. О тепловозах заказанных за границею / Ю.В. Ломоносов // Техника и экономика путей сообщения. – 1923. – № 9. – Том II. – С. 321-324.
4. Ученые университета путей сообщения – создатели первых локомотивов. – Санкт-Петербург, 1995. – 30 с.
5. З історії та досвіду будівництва залізниць і розвитку рухомого складу: Навчальний посібник / Укладачі: В. М. Шатаєв, В. М. Носевич. – К.: ДЕДУТ, 2008. – 46 с.

Герман А.П. Развитие отечественного тепловозостроения и роль в нем Ю.В. Ломоносова.

Представлен краткий очерк развития железнодорожного транспорта и роль в его развитии отечественного ученого, профессора Ю.В. Ломоносова. Показано как работал и творил ученый, его личный вклад в создании и развитии тепловозостроения. Освещена его деятельность и сотрудничество с коллегами, а также основные научные достижения в области железнодорожного транспорта и не только.

Herman A.P. Development of domestic diesel engine of structure and role in him J.V. Lomonosov.

The short essay of development of railway transport and role are presented in his development of domestic scientist, professor J.V.. Lomonosov. It is shown as a scientist, his personal deposit, worked and created in creation and development of тепловозостроения. His activity and collaboration are lighted up with colleagues, and also basic scientific achievements in area of railway transport and not only.

УДК 656.2(03)

Косовець Ю.В.

О.О. РАДЦІГ – ВИЗНАЧНИЙ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИК

Олександр Олександрович Радціг – вітчизняний теплоенергетик, член-кореспондент АН СРСР (з 1935 р.). У 1891 р. закінчив Петербурзький технологічний інститут. З 1900 р. – професор Київського, а з 1909 р. – Петербурзького політехнічного інститутів. Наукові праці О.О. Радціга присвячені термодинаміці пари, дослідженню рівняння стану водяної пари, розробці теорії витікання, теорії парових турбін і методів розрахунку турбін і конденсаторів, а також прикладній механіці та історії техніки.

Ключові слова: теплоенергетика, прикладна механіка, історія науки і техніки, термодинаміка пари, техніка.