

ДОСЯГНЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ВЧЕНИХ У СФЕРІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТЯГИ ПОЇЗДІВ

У статті аналізуються основні принципи становлення та розвитку електричної тяги до 1917 року. Розкриваються витoki ідеології впровадження електричної тяги на залізничному транспорті. Автором проаналізовано внесок визначних вчених та інженерів-залізничників у дану проблему. Показано, що електрична тяга дозволяє використовувати великої потужності локомотиви, що могло бути досягнуто з'єднанням ряду електровозів в один керований за системою багатьох одиниць з переднього електровоза одним машиністом. Ця особливість дозволяє перейти до більш високих швидкостей і більших ваг рухомих складів. Стверджується, що уведення електричної тяги настільки підвищує пропускну і провізну спроможність, що на ряді залізниць відпадає необхідність у будівництві других колій.

Ключові слова: залізничний транспорт, електрична тяга, наука, техніка, історія науки і техніки

На залізницях нашої країни електрична тяга отримала широке застосування лише на початку 20-х років ХХ сторіччя. Електрифікація залізниць була не під силу відсталій і слабкій в економічному відношенні царській Росії, хоча передові вітчизняні вчені та інженери раніше за зарубіжних фахівців поставили питання про застосування електричної тяги і вказали на шляхи технічного вирішення цієї проблеми. Безперечно, досягнення вітчизняних учених у сфері розвитку електричної тяги є гордістю нашої Батьківщини.

Відомо, що електрична тяга можлива як при розташуванні джерела енергії всередині екіпажу (автономна тяга), так і поза ним (неавтономна тяга), що демонструє принципово різні системи цього виду тяги. Автономна тяга може мати в якості джерела енергії або гальванічні елементи та акумулятори, або генератор електричної енергії, що приводиться в рух будь-яким первинним двигуном. При неавтономній тязі джерелом енергії є стаціонарна установка (електрична станція). У цьому випадку електрична енергія повинна передаватися або контактним способом, або без контакту, тобто через простір.

Ідея застосування електричної енергії для цілей автономної і неавтономної тяги народилася в царській Росії набагато раніше, ніж у Європі та Америці. Вперше електричну енергію для пересування вантажів і людей практично застосував в 1838 р. російський вчений Б. С. Якобі, обраний у 1846 р. дійсним членом Російської Академії наук [1]. В історії розвитку електротехніки академік Б. С. Якобі займає одне з визначних місць. З його ім'ям нерозривно пов'язана проблема створення електродвигуна, що проник в усі галузі техніки і дуже сильно її перетворював. Цілком очевидно, що тільки завдяки цьому винаходу стало можливим використання електричної енергії для цілей тяги.

Проблема створення електродвигуна виникла безпосередньо після того, як Фарадеєм було відкрито явище електромагнітного руху (обертання). У 1821 р. у своєму трактаті "Про деякі нові електромагнітні рухи і про теорію магнетизму" Фарадей писав, що "провідник має прагнення обертатися навколо магнітного полюса, а полюс – навколо провідника". Це відкриття не тільки надало можливість перетворення електричної енергії в механічну, воно спричинило велику кількість нових винаходів у різних країнах. Найбільш вдалу конструкцію двигуна запропонував Б.С. Якобі у 1834 році [2].

Думка про створення такого, як він його спочатку називав, "магнітного апарату", постійно займала російського винахідника. У листопаді 1834 р. Б.С. Якобі зробив доповідь про свій винахід в Академії наук у Парижі, яка незабаром опублікувала повідомлення про цей видатний винахід. Для проведення усіх робіт і дослідів, пов'язаних із здійсненням і випробуванням винайденого Б.С. Якобі двигуна, у 1837 р. була створена спеціальна комісія у складі російських вчених: віце-адмірала І.Ф. Крузенштерна, академіків Е.Х. Ленца, М.В. Остроградського, Д.М. Фусса (неодмінний секретар Академії) та ін. У повідомленнях цієї комісії стосовно обґрунтування необхідності якнайшвидшого проведення дослідів вказувалося, що увагу багатьох вчених спрямовано на пристосування електромагнітної сили до судноплавства і що робота Б.С. Якобі дає можливість попередити в цьому відношенні успіхи іноземних фізиків.

У 1838 р. в Петербурзі були зроблені досліди на Неві з приведення в рух човна за допомогою електродвигуна, який, отримуючи живлення від батареї гальванічних елементів, обертав гребні колеса. Випробування цього судна було здійснено 15 вересня 1838 р., причому, незважаючи на сильний вітер, човен рухався проти течії протягом кількох годин. У донесенні комісії зазначалося, що у протипагу попереднього плану, за яким планувалося здійснювати досліди на тихій воді, вдалося зробити плавання на самій Неві і навіть проти течії. Одночасно з дослідом велася робота з удосконалення і підвищення потужності електродвигуна. На початку 1834 р. потужність його була незначною і становила близько 0,02 к.с, потім в перших дослідах з пересування вона була доведена до 0,25 к.с. У 1839 р. судно, на борту якого перебувало 14 осіб, досягло швидкості на Неві 4 версти на годину. Все викладене свідчить про те, що ідея і перші досліди застосування електричної тяги зі статичним джерелом енергії належать російському вченому Б.С. Якобі. М. Фарадей в листі до Б.С. Якобі (у серпні 1839 р.) писав: "Я щиро бажаю, щоб Ваші великі праці отримали високу нагороду, яку вони заслуговують" [3]. Однак ідеї Б.С. Якобі зустріли протидію в царській Росії. На схилі років, підбиваючи підсумки своєї діяльності, Б.С. Якобі з гіркою зазначав, що в той час його ініціатива не була здійснена і наукові роботи не отримали належного розвитку. "Росія могла в цьому відношенні, – писав Б. С. Якобі, – не вдаючись до допомоги закордонної техніки, сама стати науковим і промисловим центром, до якого інші народи і країни повинні були б звертатися як до джерела нових шляхів і практичних застосувань" [4, с. 2].

Ідея використання другого виду автономної електричної тяги, тобто із застосуванням в якості джерела енергії генераторної установки з первинним двигуном, також вперше з'явилася в Росії. У 1903-1904 рр. на Соромовському заводі було побудовано дві баржі - "Вандал" і "Сармат", обладнані силовою установкою, що складалася з дизеля, який приводив у рух електрогенератор, а від генератора живився струмом електродвигун, що обертав гребний гвинт. Цей тип електричної тяги себе повністю виправдав і отримав широке поширення на різних судах. В даний час найбільші суда, що отримали назву теплоелектроходів, побудовані за цим принципом.

Цей принцип використання електричної енергії для цілей тяги на залізницях також вперше був застосований в нашій країні в тепловозах з електричною передачею. В СРСР був побудований перший в світі потужний тепловоз з електричним приводом, створений за проектом проф. Я.М. Гаккеля. Слід зазначити, що ідея застосування обертового генератора електричної енергії (динамомашини) з'явилася спершу в дещо іншому вигляді. Спочатку передбачалося, що на електровозі в якості первинного двигуна будуть використані паровий котел і парова машина паровоза. У 1896 р. проф. М.П. Петров в брошурці "Чого можна чекати від електровозів?", розбираючи перспективи застосування електричної тяги на магістральних залізницях, вказував на великі переваги електричної тяги та відзначив основні її недоліки, зокрема велику вагу електровозів, особливо в невіднесорній частині [5]. Закінчує він свої міркування наступними словами: "Якщо досвід покаже, що дві описані нестачі електровозів менш шкідливі, ніж недоліки паровозів, то електровози будуть з'являтися на залізницях замість паровозів і, скорочуючи значно час далеких подорожей, полегшать зносини між віддаленими народами, зближать їх і тим самим збільшать і без того незмірну користь залізниць" [5, с. 18].

Як відомо, цей спосіб використання електричної тяги з паровою машиною на електровозі в якості первинного двигуна не набув поширення. Однак викладене показує, що виникнення ідеї використання автономної електричної тяги на рейковому транспорті слід віднести до 1896 року. Розвиток двигунів внутрішнього згоряння забезпечив цій ідеї більш ефективно і раціональне застосування. Цей вид тяги для суден (теплоелектроходи), для рейкового (тепловози і автомотриси) і, нарешті, для безрейкового транспорту (електробуси) міцно завоював собі місце серед усіх видів транспорту. Мала потужність гальванічних елементів або акумуляторів, велика вага і низький к. к. д. електровозів практично виключили їх застосування для тяги на магістральних залізницях.

Широке використання електричної тяги могло стати можливим тільки при живленні електровозів від стаціонарних електричних станцій. При цьому відпадала необхідність возити із собою важкі і неекономічні статичні джерела електричної енергії або застосовувати рідке паливо, так як електрична стаціонарна станція могла з успіхом використовувати будь-який вид палива, а в ряді випадків енергію річок. Цілком зрозуміло, що в цьому випадку передача енергії могла бути здійснена тільки або через пересувний контакт, або через простір, що відділяє електровоз від поздовжнього дроту.

Ідея передачі електричної енергії на великі відстані, а також контактним способом належать російському інженеру Ф.А. Піроцькому. У 1874 р. Ф.А. Піроцький представив у Департамент торгівлі і мануфактури пропозицію для отримання 10-річної привілеї на "електричний спосіб передачі сил по рейках та іншими провідниками". Запропонований ним контактний спосіб передачі енергії до цього дня є основою техніки електричних залізниць. Для передачі електричної енергії Ф.А. Піроцький використовував залізничні рейки. Перші свої дослідження він почав в Сестрорецьку, використавши для цієї мети ділянку залізничної протязності близько 3,5 км, що з'єднувала Сестрорецьк з пристанню. На цій ділянці рейки були ізольовані одна від іншої. Одна з них використовувалася як прямий провід, а інша – в якості зворотнього. Для зменшення опору рейок окремі їхні ланки скріплювалися між собою за допомогою спеціальних стикових електричних з'єднань, подібно тому, як це робиться і в даний час. Ці дослідження стали першою спробою застосувати електричну енергію для цілей тяги в умовах залізничного транспорту. Згодом Ф. А. Піроцький провів аналогічні дослідження в Петербурзі, використавши, як і при першому досвіді, рейкову колію для підведення електричної енергії до обладнаного електричним двигуном вагону кінної залізничної.

Досвід Ф.А. Піроцького був так описаний у пресі: "22 серпня (1876) о 12 годині дня на Пісках, на розі Болотній вулиці і дігтярні провулка, Піроцький в перший раз в Росії рушав вагон електричною силою струму, що йде по рейках, по яких котяться колеса вагона. Динамо-електрична машина (електродвигун) підвішений до вагона знизу. Дослідження триватимуть до 4 вересня в присутності Управління суспільства кінно-залізничних доріг. Пробний рух вагона електричним способом було призначено на 1 вересня в 11 годині дня" [6, с. 430].

Цей винахід зіграв виняткову роль у розвитку електричної тяги і забезпечив можливість отримання електроенергії (вагоном) від стаціонарної електричної станції, практично необмеженої потужності, чого, природно, не може бути при автономній тязі. Таке положення дозволило збільшити і потужність самого електровоза до будь-яких величин, що й підтвердила практика сьогодення. Значно збільшився загальний к.к.д. всієї установки, так як на стаціонарній генераторній установці (електричної станції) його величина вища, ніж у паровоза, і, крім того, сам електровоз звільнився від зайвого мертвого вантажу (первинний двигун і паливо). Нарешті, тільки перехід на неавтономну електричну тягу дозволив для тяги використовувати енергію річок. Принцип живлення електричного локомотива, запропонований Ф.А. Піроцьким, зберігся досі. Перехід на спеціально ізольовану контактну (третю) рейку або повітряний (верхній або боковий) провід став здійснюватися вже при необхідності живити електровози від мереж більш високої напруги. Таким чином, в наступні роки змінювалася тільки конструкція контактної мережі.

Необхідно зазначити, що лише у 1879 р, тобто через три роки після описаних вище дослідів Ф.А. Піроцького, на Берлінській промисловій виставці фірмою "Сіменс і Гальске" був продемонстрований поїзд з електричним двигуном (потужністю 3 к.с.), що тягав на рейковій колії кілька вагонеток з пасажирами.

В результаті рекламних дій фірми цю установку аж до останніх років часто намагалися видати за першу електричну залізничну, незважаючи на те, що їхня перша установка відноситься до 1879 р., а залізниця Ф.А. Пироцького – до 1876 року. Цікаво відзначити, що ідея застосування електрики для перевезення вантажів і людей була запропонована не тільки для пересування по воді і землі, а й для переміщення по повітрю. Таку пропозицію вперше в 1869 р. було висунуто О.М. Ладигінім (винахідником лампочки розжарювання). Ним був запропонований і розроблений проект літального електричного апарату. Йому належить також першість у розробці спеціального літакового електричного двигуна і апаратури.

Таким чином, всі можливі способи використання електричної енергії для тяги народилися в Росії. Практично ж, як уже зазначалося, для цілей тяги у всіх країнах світу широко застосовується контактний спосіб передачі енергії від потужних стаціонарних установок. Використання потужних стаціонарних електричних установок для тяги стало можливо лише після винаходу у 1876 р. П.М. Яблочковим трансформатора змінного струму, вдосконаленого потім І.Ф. Усагіним. Виняткове значення мав винахід видатного російського електротехніка М. О. Доливо-Добровольського з передачі електричної енергії трифазним струмом на великі відстані при високому коефіцієнті корисної дії.

Всі ці найбільші винаходи наших співвітчизників створили основу для широкого використання електричної енергії для цілей тяги на залізничному транспорті, створили сприятливі умови для розвитку вітчизняної науки про електричну тягу. Виникнення науки про електричну тягу, природно, збігається з першими дослідженнями застосування електричної енергії для пересування рухомого складу. Родоначальниками науки про електричну тягу слід вважати Б.С. Якобі, Ф.А. Пироцького та інших вітчизняних вчених. Але найбільший розвиток ця наука отримала в роки радянської влади. Радянські вчені створили ряд чудових фундаментальних праць стосовно електричної тяги поїздів, завоювавши пріоритет у цій галузі. Видатна роль у розвитку науки про електричну тягу належить також вітчизняним вченим О.В. Вульфу, Г.О. Графтію і Г.О. Дубеліру. Можна вважати, що основи вітчизняної науки про електричну тягу закладено головним чином працями проф. О.В. Вульфа.

Олександр Вікторович Вульф народився в Полтаві у 1867 р. і здобув освіту у Варшавському університеті на фізико-математичному факультеті. До 1907 р. О.В. Вульф працював спочатку у Варшаві, а потім у Петербурзі викладачем електротехніки. У цей час він вже займався практичною діяльністю і в 1906 р. брав участь в якості члена комісії з будівництва Варшавського трамваю. У 1907 р. О.В. Вульф почав роботу в Петербурзькому політехнічному інституті, де вперше в Росії створив лабораторію електротяги, започаткував підготовку фахівців з електричної тяги. У 1912 р. О.В. Вульф видає перший підручник з електричної тяги. Він особливо активно бере участь в роботах із впровадження у практику електричної тяги, будучи головою комісії з рухомому складу при Постійному бюро трамвайних з'їздів, консультантом Комітету державних споруд Північної області з електрифікації залізниць.

Незважаючи на те, що вперше ідея електричної тяги виникла в Росії, технічна відсталість і економічна залежність країни від іноземного капіталу не створили умов для розвитку електричної тяги. До 1917 р. застосування електричної тяги обмежувалося тільки трамвайним рухом і то лише в деяких великих містах царської Росії. У 1891 р. в Києві була розпочата експлуатація електричного трамваю – одного з перших у світі. Вітчизняні інженери дуже давно оцінили ті незаперечні вигоди, які мало принести використання електричної енергії для тяги поїздів.

Джерела та література

1. Прашкевич Г. Борис Семенович Якоби // www.oboznik.ru
2. Б.С. Якоби (1801-1874) – физик, электротехник, академик Петербургской Академии наук // www.radiopill.net
3. Майкл Фарадей. Силы материи и их взаимодействие / Вступ. статья и примечание Э. Цейтлина / Майкл Фарадей. – Москва: Гос. антирелигиоз. изд-во, 1940 / www.sceptic-ratio.narod.ru
4. Майкл Фарадей. Биография и научная деятельность // www.prioslav.ru
5. Петров М.Н. Николай Павлович Петров: (Очерк жизни и идей). – Ленинград, 1925 (приложен список научных трудов).
6. Ржонсницкий Б.Н. Ф.А. Пироцкий и его работы в области электротехники / Б.Н. Ржонсницкий // Известия АН СССР. Отд. техн. наук. – 1951. – №3. – С. 430-436.

Kosovets Yu. V. The achievements of Ukrainian scientists in the field of electric traction trains

This article analyzes the basic principles of formation and development of electric traction on the railways of Ukraine. Revealed the origins of the ideology of the introduction of electric traction in rail transport. The author analyzes the contribution of outstanding scientists and engineers, railwaymen in this issue. It is shown that electric traction allows for high-power locomotives, which can be achieved by connecting a number of locomotives in one manageable system of many units with one driver on front electric train. This feature allows to move to higher speeds and larger scales of rolling stock. It is alleged that the introduction of electric traction so increases throughput and carrying capacity, that some railroads no need to build the second track.

Key words: rail, electric traction, science, technology, history of science and technology

Косовец Ю. В. Достижения отечественных ученых в сфере электрической тяги поездов

В статье анализируются основные принципы становления и развития электрической тяги до 1917 года. Раскрываются истоки идеологии внедрения электрической тяги на железнодорожном транспорте. Показано, что электрическая тяга позволяет использовать большой мощности локомотивы, что могло быть достигнуто соединением ряда электровозов в один управляемый по системе многих единиц из переднего электровоза одним машинистом. Эта особенность позволяет перейти к высшим скоростям и большим весам подвижных составов. Утверждается, что введение электрической тяги настолько повышает пропускную и провозную способность, что на ряде железных дорог отпадает необходимость в строительстве вторых колей.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, электрическая тяга, история науки и техники.