

БІЛЯ ВИТОКІВ СТВОРЕННЯ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ: БОРИС ЯКОБІ ТА РУДОЛЬФ ДИЗЕЛЬ

У статті висвітлюється процес створення двигуна внутрішнього згорання у другій половині XIX ст. Детально висвітлюється роль Б. Якобі – винахідника першого електродвигуна та Р. Дизеля – автора двигуна внутрішнього згорання.

Ключові слова: електрика, двигун, дизель внутрішнього згорання, російська імперія, техніка.

13-го вересня 1838 р. Б.С. Якобі одним з перших у світі застосував створений ним електродвигун для транспортних цілей – руху по Неві катера (бота) з пасажирами. Борис Семенович Якобі (Моріц Герман, як він іменувався до приїзду в Росію) народився 21 вересня 1801 р. у Потсдамі, Вищу освіту здобув за спеціальністю «архітектор-будівельник». Поряд з роботою в будівельному департаменті Пруссії Б.С. Якобі займався дослідженнями в галузі електромагнетизму. У 1834 р. він створив модель електродвигуна. Вона складалася з восьми електромагнітів, розташованих попарно на рухомому і нерухомому дерев'яних барабанах. В залежності від напрямку струму в обмотках електромагнітів вони притягувалися, то відштовхувалися один від одного, за рахунок чого барабан обертався. Так Б.С. Якобі вперше застосував у своєму електродвигуні комутатор з обертовими металевими дисками і мідними важелями, які при ковзанні по дискам забезпечували струмознімання. В сучасних тягових двигунах використовується такий же принцип комутації.

Про свій винахід Якобі зробив доповідь у Паризькій академії наук, завдяки якому його дослідження отримали світову популярність. У 1835 р. Б.С. Якобі був запрошений на роботу до Росії на посаду професора архітектури Дерптського університету. Пізніше Росія стала для нього другою батьківщиною, якій він самовіддано служив і зробив значний внесок у розвиток науки і техніки. У тому ж році він опублікував «Мемуар про застосування електромагнетизму для руху машин». Ця наукова праця, по суті, стала узагальненням усієї його роботи в галузі електромагнетизму, викликала великий інтерес вчених багатьох країн. За рекомендацією відомих учених Петербурзької академії наук, знайомих з працями Б.С. Якобі, він склав доповідну записку з пропозицією про практичне застосування електродвигуна «для приведення в дію млина, човна або локомотива» і звернувся з цим до президента Академії наук і міністра освіти графа С.С. Уварова. Пропозиція Б.С. Якобі було підтримана і доведена до відома імператора Миколи I. Звертаючи увагу імператора на пріоритет робіт Б.С. Якобі в галузі створення електродвигуна, Уваров писав, що двигун міг би з успіхом замінити парову машину. Микола I дав вказівку створити комісію з числа академіків по керівництву дослідями, на проведення яких були відпущені великі на той час гроші – 50 тис. рублів. Перед Б.С. Якобі і заснованій комісії було поставлено завдання – спрямувати усі зусилля на застосування електродвигуна в судноплавстві. Очолив цю державну комісію з проведення перших натурних випробувань тягового електродвигуна з урахуванням водної специфіки адмірал І.Ф. Крузенштерн (видатний

мореплавець, начальник першої російської навколосвітньої експедиції). До складу комісії входили також відомі вчені – Э.Х. Ленц, М.В. Остроградський та інші [1].

Б.С. Якобі переїжджає з Дерпта до Петербурга і на першому засіданні комісії 9 липня 1837 р. демонструє модель свого електродвигуна. Комісія схвалила модель і запропонувала перейти до натурних випробувань. У Петербурзі під керівництвом Б.С. Якобі була створена спеціальна майстерня (лабораторія), де він за короткий строк виконав величезний обсяг робіт з виготовлення електродвигуна, удосконалення джерела живлення (гальванічної батареї) і створення спеціальних електровимірювальних приладів.

13-го вересня 1838 р. провели перші натурні випробування тягового електродвигуна. Зберігся текст донесення Крузенштерна графу Уварову. Ось витяги з нього: «13 вересня 1838 р. на Неві був проведений дослід плавання судна, що приводиться в рух електромагнітною силою – дослід згодом багаторазово повторений... Час не дозволив влаштувати для цих дослідів особливе судно і довелося обмежитися звичайним восьмивесельним катером... На ньому була влаштована рухова машина з гальванічним приладом. Сама машина займає на катері простір 1,4 м в ширину і 0,8 м в довжину. Батареї, що склалися з 320 пластинок, зручно влаштовані уздовж бокових стінок так, що на судні розмістилося 12 осіб. В одному досліді човен проплив 7 верст по Неві, зробивши свій шлях протягом 3 годин». Одночасно комісія відзначила деякі недоліки тягової установки і винесла рішення продовжувати дослід, а в разі їх успішного результату – приступити до спорудження великого судна з електричною тягою у 10 к.с.

Після року напруженої роботи 8-го серпня 1839 р. було проведено випробування електроходу з удосконаленою конструкцією електродвигуна і батареї. Електрохід розвивав потужність близько 0,5 к.с. і швидкість близько 4 верст на годину з 11 пасажирями. Об'єм батареї зменшився у 6 разів. Досліди тривали до 1842 р., за цей час електрохід проплив по Неві близько 40 верст, маючи часом на борту до 14 пасажирів. Праці Б.С. Якобі стали важливою віхою в історії розвитку електричного транспорту і викликали цілу серію робіт із застосування електродвигунів для тяги. Однак усі спроби винахідників до створення в 1871 р. динамо-машини не витримували конкуренції з паровою машиною через дорожнечу і недосконалість гальванічних батарей, їх значної ваги і експлуатаційних витрат. Якобі сподівався на винахід в недалекому майбутньому нового, більш потужного джерела електроенергії. Ось що він писав про це: «Але на одному пункті необхідно стояти твердо і неухильно – я маю на увазі подальший розвиток науки. Дайте нам тільки час. Однак, на жаль, ми перебуваємо в тому ж становищі, що і астрономи, які споруджують собі наукові пам'ятники на віддалене майбутнє з тією різницею, що ми стоїмо перед необхідністю жертвувати своїми дітьми, ледь вони покинуть материнське лоно».

Така доля спіткала тільки одне дітище Б.С. Якобі – електродвигун [2]. Іншими його винаходами в галузі електротехніки «жертвувати» не довелося і вони принесли автору справжній тріумф. Найбільш важливим з них був винахід гальванопластики. До цього він прийшов ще у 1836 р. під час робіт щодо створення електродвигуна і вдосконалення гальванічної батареї. В процесі

підбору різних пластин для батареї Б.С. Якобі звернув увагу, що на мідній пластині, вміщеній в розчин мідного купоросу, при протіканні електричного струму утворюється шар міді. Його потім можна було легко відокремити, і він точно копіював рельєф пластини. Якобі вирізав на поверхні мідних пластин різні рельєфи і написи і отримував точні опуклі копії матриці. Їх зразки він доклав до повідомлення про своє відкриття, поданому до Академії наук і багатьом видатним зарубіжним вченим. Так, на одній пластині він англійською накреслив: «Фарадею від Якобі з привітом».

Винахід було високо оцінено. У 1840 р. Петербурзька Академія наук присудила Б.С. Якобі «Демидівську премію». В тому ж році було опубліковано його працю «Гальванопластика» [3]. Це відкриття незабаром знайшло широке застосування у друкарській справі. Гальванопластика дала можливість виготовляти міцні матриці з типографських наборів і з творів майстрів гравюри.

За свої наукові та практичні досягнення у 1838 р. Б.С. Якобі був обраний членом-кореспондентом Петербурзької Академії наук. У наступному році йому доручили роботи із вдосконалення телеграфних апаратів і створення самозаймистих (гальваноударних) мін. Було створено кілька оригінальних конструкцій електромагнітних телеграфних апаратів, в тому числі і букводрукуючих, а також здійснено прокладання у 1841-1843 рр. перших телеграфних ліній – між Петербургом і Царським Селом.

У 1840-50-х роках Б.С. Якобі багато часу приділяв створенню гальваноударних підводних мін, які включалися в електричний ланцюг гальванічної батареї і вибухали при ударі до корпусу корабля. Під час Кримської війни за проектом Б.С. Якобі були встановлені мінні загородження Кронштадтського рейду, які сприяли обороні міста. Б.С. Якобі запропонував захистити і Севастополь, проте князь Меншиков відмовився від мінних загороджень, мотивуючи це тим, що, «незважаючи на діяльну поспішність приготування пропонованих мін ... доставка їх з Петербурга потребує багато часу і, може бути, що доставляться вони не зовсім у справному вигляді» [4].

Важливе місце в діяльності академіка Б.С. Якобі (він став ним у 1847 р.) займали дослідження в галузі електричних вимірювань та метрології. Він розробив кілька нових електровимірювальних приладів і ряд оригінальних конструкцій реостатів, багато зробив для уведення в Росії метричної системи. У 1867 р. Б.С. Якобі був направлений представником Росії до Парижу на міжнародну виставку. Йому було доручено ознайомитися з досягненнями світової техніки. На цій виставці величезним успіхом користувалися і досягнення самого Б.С. Якобі в галузі гальванопластики. При виставці був створений спеціальний Комітет, що іменувався «комітет, заснований при Паризькій всесвітній виставці 1867 р., про однаковість мір і ваг». Б.С. Якобі очолив одну з його комісій [5].

У 1869 р. він виступив з доповіддю на фізико-математичному відділенні Петербурзької Академії наук про завдання, що стоять перед метрологією і закликав Академію звернутися з пропозицією про створення з цього питання міжнародної комісії з представників різних країн. Це вдалося завершити вже після смерті Б.С. Якобі, коли була укладена міжнародна конвенція, згідно з якою в Парижі було утворено Міжнародне бюро мір і ваг. Наступником робіт Б.С. Якобі в галузі метрології став інший видатний російський вчений – Д.І.

Менделєєв. Багаторічна напружена праця підірвала здоров'я Бориса Семеновича. 27 лютого 1874 р. він пішов з життя.

18-го березня 1858 р. у Парижі, в родині вихідця з Баварії, народився Рудольф Дизель – творець названого по його імені двигуна внутрішнього згоряння, який знайшов широке застосування в промисловості і на транспорті. У зв'язку з початком франко-пруської війни у 1870 р. сім'я переїхала до Англії, а дванадцятирічного Рудольфа відправили до родичів у Німеччину. Після отримання середньої освіти він, як один з кращих учнів, був запрошений на навчання у Вищу технічну школу в Мюнхені. Під час однієї з лекцій з термодинаміки, яку читав професор Лінде вказав на вкрай низький коефіцієнт корисної дії парових машин, юний Рудольф був настільки вражений цим, що вирішив присвятити себе справі створення більш досконалого теплового двигуна [6].

У 1878 р., після закінчення Вищої технічної школи, за рекомендацією професора Лінде Рудольф Дизель вирушив до Швейцарії у якості практиканта на машинобудівний завод братів Зульцер, який був тоді одним з кращих в Європі. Після практики він почав працювати на заводі акціонерного товариства «Холодильник» в Парижі і вже через рік став його директором. Рудольф Дизель був постійно в курсі усіх нових розробок теплових двигунів. Він добре бачив їх недоліки і наполегливо йшов до вирішення завдання створення простого, економічного і потужного двигуна внутрішнього згоряння. У результаті багаторічних досліджень дійшов висновку, що для отримання такого двигуна потрібно змінити робочий процес порівняно із вже існуючим в теплових двигунах.

Новий процес був сформульований у 1892 р. і на нього Р. Дизелю був виданий патент «Робочий процес і спосіб виконання одноциліндрового та багатопциліндрового двигуна». Згідно ідеї винахідника самозаймання палива у двигуні має відбуватися від стиснення, що дозволяло відмовитися від пристрою запалювання і використовувати будь-яке паливо, включаючи сиру нафту. Більш детально принцип роботи майбутнього двигуна автор виклав у своїй брошурі, виданій у 1893 р. під назвою «Теорія і конструкція раціонального теплового двигуна, покликаною замінити парову машину та інші існуючі в даний час двигуни» [6].

Для побудови двигуна Р. Дизелю необхідні були значні кошти, і він наполегливо шукав багатих підприємців. В результаті йому вдалося укласти договір з дирекцією Аугсбургського машинобудівного заводу про проведення дослідів і будівництво двигуна, а фінансування робіт взяла на себе фірма Г. Круппа. Обом фірмам Р. Дизель поступився своїми правами на винахід, а сам очолив роботу в дослідних майстернях, де розроблявся його двигун.

У липні 1893 р. перший двигун був побудований, проте потрібного тиску повітря в його циліндрі не досягалося. У серпні вдалося підвищити тиск до 34 атм. При першому впорскуванні пального (ним був бензин) сталася аварія. Винахідник ледь не отримав удар по голові металевим осколком. Незважаючи на невдачу, Дизель з величезною енергією продовжував роботу. Він вніс ряд змін у конструкцію, і на початку 1894 р. був створений другий дослідний екземпляр двигуна у циліндрі якого вдалося довести тиск до 40 атм. Після проведення всебічних випробувань двигуна Р. Дизель написав у своєму щоденнику:

«Перший не працює, другий працює недосконало, третій буде працювати добре». Своєю непохитною вірою в успіх він надихав усіх оточуючих.

Створений у 1895 р. третій двигун був забезпечений охолоджуючою водяною «сорочкою» і повітряним насосом. Працюючи з навантаженням, двигун мав малу витрату палива, а к.к.д. сягав 30%. Через рік був виготовлений дизель-мотор потужністю 20 к.с. і почалися його випробування. В якості палива в ньому використовувався гас, який разом зі стисненим повітрям від компресора розпилювався з допомогою форсунки. Стиснення повітря в компресорі було більшим, ніж в циліндрі двигуна (в циліндрі повітря стискалося до 35 атм). Пари гасу під дією різниці тиску надходили через невеликий отвір з форсунки до циліндру. Температура стисненого повітря в циліндрі сягала 600-700 градусів за Цельсієм, що призводило до займання пального і передавало енергію поршневі.

Високу оцінку двигуну дав професор Мюнхенської Вищої технічної школи Шретер (в минулому вчитель Дизеля): «Як чотиритактний двигун з одним циліндром, він вже в першій стадії свого розвитку стоїть вище всіх сучасних теплових двигунів... надзвичайно просте вирішення такого складного питання, як подача пального за допомогою впорскування стисненим повітрям, вказує на досконалість конструкції, знання і талант винахідника». Після випробувань вчитель привітав Дизеля з видатним успіхом. Нині цей випробуваний у 1897 р. екземпляр працездатного економічного двигуна зберігається в музеї у Мюнхені як «перший дизель-мотор».

Після успішних випробувань Р. Дизелю стали надходити пропозиції від багатьох фірм на виготовлення двигунів. За один тільки перший рік реалізації свого патенту Дизель отримав величезну суму – близько трьох мільйонів марок золотом. Нові машини стали називати по імені його творця дизель-моторами або просто дизелями.

Право на реалізацію свого патенту Дизель продав німецьким, англійським, французьким і бельгійським фірмам. Перспективним виявився і ринок Росії, де патентні права придбав Е. Нобель (молодший) за більшу суму близько 0,5 млн. руб. золотом. Саме в Петербурзі на заводі Нобеля (пізніше «Російський дизель») і в Вінтертурі на заводі фірми «Брати Зульцер» були виготовлені потужні, надійні в експлуатації двигуни, побудовані на основі креслень дизель-мотора 1897 р.

Потужні дизелі почали поступово витіснити парові машини спочатку в промисловості, а потім і на транспорті. Першими транспортними засобами, на яких встановили дизелі, були річкові судна. Одними з перших таких теплоходів в Росії були нафтоналивні баржі «Вандал» і «Сармат», побудовані на Коломенському машинобудівному заводі в 1903 і 1904 рр.

Важче виявилось використовувати дизелі на локомотивах залізниць. Проблемою стала передача – як трансформувати обертаючий момент, що передається від вала дизеля на колесо. Справа в тому, що потужність дизельного двигуна при незмінній подачі палива прямо пропорційна частоті обертання вала. Тому необхідно забезпечити можливість роботи дизеля з постійною (найбільшою для реалізації його розрахункової потужності) частотою обертання вала при змінній частоті обертання ведучих коліс локомотива, який залежить від швидкості його руху.

Інша особливість дизельного двигуна – це його нездатність працювати на малих обертах вала, коли при повільному здійсненні процесу стиснення повітря в циліндрі не може бути отримана температура, необхідна для займання палива. На вирішення цього складного завдання – створення потужного працездатного дизельного локомотива – вченим і конструкторам багатьох країн довелося витратити кілька десятків років. Одним з перших взявся за це сам винахідник двигуна. Перша спроба побудувати поїзний тепловоз відноситься до 1906 р., коли, в якійсь мірі за ініціативою Дизеля, управління Пруських залізниць замовило двом найбільшим європейським заводам – паровозобудівному «Аугуст Борзиг» в Берліні і двигунобудівному «Брати Зульцер» у Вінтертурі (Швейцарія) – пасажирський тепловоз типу 2-2-2 з двотактним двигуном Дизеля.

За участю винахідника було організовано «Товариство термо-локомотивів». Близько шести років Дизель і інженер заводу Клозе працювали над проектом дизельного локомотива. Побудований тепловоз мав чотирициліндровий V-подібний двигун потужністю 960 к.с. Для розгону тепловоза (зі складом) використовувалося стиснене повітря з резервуарів.

Після проведення перших випробувань на місцевій швейцарській лінії дизельний локомотив було вирішено відправити до Німеччини для подальших випробувань і пробного обслуговування пасажирських поїздів на лінії Берлін – Манфельд.

При переїзді з Швейцарії до Берліну тепловоз вів пасажирський склад. На локомотиві перебували Дизель і Клозе, які в цілому були задоволені його роботою. На окремих ділянках швидкість поїзда сягала 100 км/год. Однак подальші експлуатаційні випробування, які проводилися вже після смерті винахідника, виявили ряд суттєвих недоліків локомотива. Ці недоліки були принциповими і непереробні, пов'язаними з відсутністю передачі. Незабаром тепловоз був знятий з поїзної роботи.

Останній період життя Р. Дизеля ознаменований низкою перемог і прикросів. Величезну радість і гордість доставляли йому звістки про створення все більш досконалих і потужних конструкцій його двигуна. У Петербурзі, куди він приїхав у 1909 р., йому був показаний 4-тактний реверсивний двигун, побудований на заводі «Російський дизель». Дизельними двигунами обладнали новітні океанські пароплави, підводні човни і дирижаблі. Знаменитий Р. Амундсен, завдяки заміні на шхуні «Фрам» (на якій Ф. Нансен намагався досягти Північного полюса) парової машини на дизель потужністю 180 к.с. виграв 60% у вазі і місці. Це багато в чому зумовило успіх його експедиції на «Фраме» в Антарктиду і відкриття у 1911 р. Південного полюса.

У 1912 р. Дизель зробив тріумфальну поїздку до США, де виступав з численними доповідями, захоплено зустрінутими слухачами. Йому пропонувалися вигідні фінансові контракти, але оскільки це вимагало його затримки у США на півтора року, він відмовився від усіх пропозицій. Дизель зустрівся з Едісоном і був захоплений великим винахідником і його лабораторією у Менло-Парку. Незабаром він повернувся до Німеччини.

Поряд з шанувальниками у Р. Дизеля було багато задрісників і недоброчинців. Р. Дизель інколи захищався від них. У 1912 р. він виступив з доповіддю про історію створення свого двигуна на зібранні німецьких

суднобудівників і невдовзі підготував до друку працю «Походження дизель-моторів».

Ще під час напруженої роботи стосовно створення двигуна його через велику перевтому мучили головні і серцеві болі. В останні роки життя вони стали особливо сильними. 29 вересня 1913 р. Дизель після відвідування Бельгії відплив на човні до Англії. Проте вранці 30 вересня його не знайшли в каюті. Згідно з припущеннями, він покінчив із собою, викинувшись за борт. Такий трагічний кінець великого винахідника. Але за своє порівняно коротке життя він подарував світу простий і економічний двигун, без якого не може обійтися в даний час жодна галузь промисловості та транспорту.

Таким чином, вивчення і аналіз життєдіяльності таких двох видатних винахідників і вчених як Б. Якобі та Р. Дизель в історичній перспективі дозволяє зробити нам висновок про те, що вони практично, перебували біля витоків науки про двигуни внутрішнього згорання, і своїми відкриттями зробили важливий поступ у розвитку цивілізації.

Література

1. Радовский М. Академик Б.С. Якоби о своей научной и практической деятельности / М. Радовский // Украинский физический журнал. – 1948. – Т. 35. – №8.
2. Гусев С. Каким был первый электродвигатель / С. Гусев // Техника-молодежи. – 1954. – №9. – С. 32.
3. Якоби Б.С. Гальванопластика или способ по данным образцам производить медные изделия из медных растворов с помощью гальванизма / Б.С. Якоби. – Санкт-Петербург, 1840. –
4. Яроцкий А.В. Б.С. Якоби (1801-1874) / А.В. Яроцкий. – Москва: Наука, 1988. – 240 с.
5. Елисеев А.А. Б.С. Якоби: Пособие для учащихся / А.А. Елисеев.- Москва: Просвещение, 1978. – 128 с. – (Люди науки).
6. Гумилевский Л. Рудольф Дизель / Л. Гумилевский. – Москва: Изд-во «Журнальное газетное объединение», 1935. – 314 с. – (ЖЗЛ).

Косовец Ю.В. У истоков создания двигателя внутреннего сгорания: Борис Якоби и Рудольф Дизель.

В статье освещается процесс создания двигателя внутреннего сгорания во второй половине XIX ст. Детально освещается роль Б. Якоби – изобретателя первого электродвигателя и Р. Дизеля – автора двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: электричество, двигатель, дизель внутреннего сгорания, русская империя, техника.

Kosovets' Yu. V. They were the pioneers on creation the internal combustion engine: Boris Yakobi and Rudolf Diesel

The process on creation the internal combustion engine in the second half of the XIX th century has been highlighted in the article. The role of Boris Yakobi – the inventor of the first electric engine and the creator of the internal combustion engine Rudolf Diesel has been highlighted in details.

Key words: electricity, engine, internal combustion engine, Russian empire, technique