

ЕВОЛЮЦІЯ СВІТОВОГО ТА ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ (XVIII – початок XXI ст.)

Визначено основні тенденції становлення і розвитку світового та вітчизняного конструювання автомобільних двигунів у XVIII – на початку XXI ст. Виявлено основні ознаки класифікації автомобільних двигунів внутрішнього згоряння. Встановлено пріоритет нашого співвітчизника Б. Г. Луцького у створенні чотиритактного вертикального двигуна внутрішнього згоряння з внизу розташованим колінчастим валом.

Ключові слова: еволюція, становлення і розвиток, конструювання, виробництво, автомобільні двигуни, двигуни внутрішнього згоряння, колінчастий вал, автомобілебудування.

Автомобілебудування – один з пріоритетних видів економічної діяльності в Україні, визначальними рисами якого є здатність генерувати інноваційні технології та здійснювати потужний мультиплікативний вплив на розвиток інших видів промислової діяльності шляхом формування попиту на товари і послуги підприємств суміжних секторів економіки. Виробництво автомобілів не тільки стимулює інноваційну діяльність, а й сприяє вирішенню низки економічних, енергетичних, соціальних та екологічних проблем. Із створенням автомобіля першорядним завданням у діяльності винахідників було конструювання основної його складової – двигуна. Практичне використання автомобіля як транспортного засобу почалося з виникненням компактного та економічного двигуна внутрішнього згоряння.

Ще у XVII ст. голландський фізик Христіан Гюйгенс (1629–1695) розпочав експерименти з двигуном внутрішнього згоряння [1, с. 144]. У 1678 р. ним теоретично розроблено перший поршневий двигун, паливом для якого слугував чорний порох. Запропонований Х. Гюйгенсом двигун не був побудований, але ідея спалювання палива всередині робочого циліндра стала основою для виробництва сучасних двигунів внутрішнього згоряння. З 1777 р. принцип дії двигуна внутрішнього згоряння здебільшого ґрунтувався на винаході італійського фізика Аเลสандро Вольта (1745–1827), де замість пороху за допомогою електричної іскри підривалася суміш повітря з кам'яновугільним газом [2, с. 77].

У 1806 р. французький дворянин Нисефор Ньєпс (1765–1833) сконструював двигун, який працював на вугільному пилу. Фактично це був перший у світі діючий двигун внутрішнього згоряння, але Н. Ньєпс не зумів застосувати його у комерційному виробництві [3, с. 8]. У 1807 р. швейцарець Франсуа Ісаак де Ріваз (1752–1828) отримав патент на використання суміші повітря з кам'яновугільним газом як засобу генерації механічної енергії. В автомобіль вбудували двигун, що складався з циліндра, в якому за допомогою вибуху поршень переміщався вгору, а під час руху вниз пускав у хід хитний важіль або пасовий шків. Патенти на такі двигуни одержали англійці: у 1823 р – Семюель Браун, у 1833 р. – Вільям Бартон Врайт.

До 1840 р. виготовляли транспортні засоби, які ще не були забезпечені власне двигунами внутрішнього згоряння, а мали двигуни, в яких замість пару використовували суміш повітря з кам'яновугільним газом. Але це рішення не надало значних переваг, до того ж таке використання газу було небезпечним.

У 1841 р. винахідник карбюратора італієць Луїджі де Кристофорис заклав фундамент для створення компактного двигуна, що працював за принципом «стиснення – запалення» [4, с. 67]. Такий двигун мав насос, що подавав як паливо займисту рідину – гас. У 1856 р. італійці Еугеніо Барзанті та Фетіс Матточчі розвили цю ідею та представили перший дієвий двигун внутрішнього згоряння [5, с. 71]. Він працював у тритактній послідовності без попереднього стиснення і мав водяне охолодження. Вони розглядали й інші види палива, але як кращий варіант вибрали суміш повітря з кам'яновугільним газом і при цьому досягли потужності 5 к. с. У 1858 р. з'явився інший двоциліндровий двигун – із протилежно розташованими циліндрами, який з 1860 р. невеликими партіями виготовляла компанія «Ешер-Висс» у м. Цюріх.

У 1860 р. француз бельгійського походження Жан-Жозеф Етьєн Лемуар (1822–1900) сконструював газовий двигун потужністю 12 к. с., який працював на суміші повітря та світільного газу без попереднього стиснення із запалюванням від стороннього джерела [1, с. 145]. Двигун Е. Лемуара був простим в експлуатації та мав великий комерційний успіх, але водночас він був не досконалим і з низьким коефіцієнтом корисної дії – лише 4%. Всього було побудовано майже 500 таких двигунів, які всі практично застосовували у промисловості. Вперше його використали у човні, але у намаганні пристосувати до дорожнього візка виявилось, що його потужності бракує для пересування автомобіля.

У 1864 р. австрійський інженер Зигфрід Маркус (1831–1898) створив перший у світі одноциліндровий карбюраторний двигун, що працював від згоряння сирової нафти [2, с. 77]. Згодом, у 1870–1880-х роках, вчений сконструював транспортний засіб, який пересувався зі швидкістю 10 миль/год. Екземпляр автомобіля З. Маркуса, як державний пам'ятник Австрії, донині зберігається у Віденському технічному музеї. Підвищити коефіцієнт корисної дії вдалося комерційному службовцю кельнського заводу газових двигунів «Deutz» Ніколаусу-Августові Отто (1832–1891) разом з Еугеном Лангеном (1833–1895) шляхом створення двотактного газового двигуна. У 1867 р. їх двигун, виготовлений на основі принципу Е. Барзанті, Ф. Матточчі, демонстрували на Всесвітній виставці у м. Париж.

Справжній переворот у розвитку двигунів внутрішнього згоряння відбувся із впровадженням чотиритактного двигуна із попереднім стисненням суміші, запатентованого у 1862 р. французьким інженером Альфонсом Беа де Роша (1832–1891) [1, с. 145]. Він фактично до 1876 р. витиснув двигун Н.-А. Отто із експлуатації. Згодом, у 1876 р. Н.-А. Отто, використавши ідею А.-Б. де Роша, сконструював перший чотиритактний двигун внутрішнього згоряння із попереднім стисненням суміші, коефіцієнт корисної дії якого значно перевищував усі попередні зразки та сягав 22%. У 1884 р. ним запропоновано систему електричного запалювання, завдяки чому стало можливим застосування рідкого палива.

У 1872 р. у німецькій компанії «Deutz» Готліб Даймлер (1834–1900) і Вільгельм Майбах (1846–1929) розробили перші проекти бензинового двигуна [6, с. 137]. Їх плідне співробітництво упродовж 10 років ознаменувалося випуском 2 тис. двигунів внутрішнього згорання з іскровим запалюванням, які продавали в Європі з 1875 р. У 1882 р. вони заснували у м. Канштатт поблизу м. Штутгарт власну компанію і у 1883 р. представили свій перший потужний бензиновий двигун масою лише 80 кг. Порівняно з іншими тогочасними двигунами внутрішнього згорання, які мали вагу приблизно 300 кг, це було значним кроком уперед. Система складалась із платинової трубки, що нагрівалася зовнішнім пальником. Винахідники розташували двигун внутрішнього згорання на платформі, яку підвісили на два колеса. Оскільки апарат на двох колесах був украй нестійким, то з боків платформи прилаштували ще два невеликих колеса. У 1885 р. перший V-подібний двигун випробували, а у 1886 р. Г. Даймлер вмонтував його до кузова автомобіля. Тривалий час цей двигун був непрацездатний, і тільки у 1889 р. на автомобільній виставці у м. Париж він вперше був представлений публіці.

У 1882 р. німець Карл Бенц (1844 – 1929), власник компанії «Benz&Companu Rheinische Gasmotoren-Fabrik» («Benz& Cei») у м. Мангейм, сконструював перший бензиновий двигун з електричним запалюванням потужністю 2 к. с. [4, С. 67]. У 1886 р. він випустив триколісний автомобіль, що рухався зі швидкістю 15 км/год. Циліндр розташовувався горизонтально над віссю задніх коліс і приводив їх рух через одну ремінну та дві ланцюгові передачі. Великий, горизонтально розташований маховик знаходився під двигуном. Він з'єднувався з колінчастим валом конічною передачею і використовувався для забезпечення рівномірного обертання та для запуску двигуна. Завдяки монтажу двигуна на шасі його вважали першим справжнім автомобілем. До 1888 р. К. Бенц побудував ще два значно модернізованих автомобілі, за що дістав Велику золоту медаль Мюнхенської промислової виставки.

Отже, Н.-А. Отто належить першість у винахідництві чотиритактного двигуна. Але разом з тим очевидні переваги його принципової побудови не приховували його істотних недоліків: тихохідності та великої маси. Для розміщення всього запасу газу потрібний був резервуар значних розмірів, тому двигун можна було використовувати тільки в стаціонарних умовах, на автомобілях його не можливо було пристосувати. Вихід з цієї ситуації знайшли Г. Даймлері В. Майбах, а одночасно з ними К. Бенц, які газове пальне замінили на рідке, яким був бензин – легкий продукт перегонки нафти. Найважливішим для переходу від одиничного до серійного, а пізніше до масового виробництва автомобілів став стрімкий розвиток нафтохімії. А створення у 1885–1886 рр. принципово нового легкого та потужного двигуна внутрішнього згорання значно пришвидшило розроблення нових конструкцій автомобілів у світі.

У 1885 р. першим створив і запропонував чотиритактний вертикальний двигун внутрішнього згорання з внизу розташованим колінчастим валом наш співвітчизник Борис Григорович Луцької (1865–1942), який народився у

с. Андріївка під м. Бердянськ, розташованому в Таврійській губернії на півдні Російської імперії [7, с. 36]. Ще будучи студентом Мюнхенської вищої технічної школи у віці 20 років він побудував газовий двигун власної конструкції, в якого циліндр був розташований вертикально, а колінчастий вал внизу [8]. Цей двигун став прототипом усіх подальших двигунів внутрішнього згоряння з вертикальним розташуванням циліндрів.

До цього часу існували два типи двигунів: схожі на парову машину з горизонтально розташованим циліндром, що займають велику площу та з циліндром, розташованим вертикально [9, с. 65]. Колінчастий вал у двигуна, розміщеного вертикально, розташовувався над циліндром. Щоб надати такому двигуну стійкість, циліндр доводилося робити масивним, що призводило до збільшення витрат металу. Крім того, виникала проблема з мастилом, яке могло затікати в циліндр. Сконструйований Б. Г. Луцьким двигун цих недоліків не мав.

У 1885 р. ще під час навчання у Мюнхенській Вищій технічній школі Б. Г. Луцької створив свої винаходи і у 1887 р. надав у патентне відомство Німеччини 6 заявок на видачу цих патентів [8]. А німецьке патентне відомство видавало патенти на винаходи через 1,5 – 2,0 роки після надання заявок. У 1888 р. він представив на промисловій виставці в м. Мюнхен свій працездатний, з дуже гарними технічними характеристиками вертикальний двигун. Цей двигун викликав сенсацію: у ньому колінчастий вал був уперше розташований під циліндром, а не над ним [7, с. 39]. На цій виставці фірма «Koebers Eisenwerk» купила на нього ліцензію. На відміну від двигунів Г. Даймлера, цей двигун впродовж тривалого часу виготовляли багато фірм. Двигуни Г. Даймлера випускали недовго, навіть новий V-подібний двигун випускали тільки до 1893 р. Причиною такого малого періоду виготовлення цих двигунів, була їх недосконалість.

Різниця між винаходами Б. Г. Луцького і Г. Даймлера полягає в тому, що Б. Г. Луцької спочатку створював, випробовував і доводив до працездатності свої двигуни, і тільки після цього подавав заявки на отримання патентів. А Г. Даймлер навпаки: спочатку подавав заявки на отримання патентів на двигуни, а потім їх допрацьовував, тому що вони виявлялися непрацездатними [7, с. 45]. Оскільки у першого, і у подальших двигунів, виготовлених Г. Даймлером, система механічного управління обома клапанами (впускним і впускним) за рахунок однієї штовхаючої штанги не застосовувалася, то найімовірніше вона так і не була допрацьована [9, с. 27]. Крім того, впускний клапан був не механічним, а «атмосферним»: він відкривався під час такту всмоктування у результаті розрідження, яке долало силу пружини, що притискала його до сидла [7, с. 40].

Отже, Г. Даймлер одним з перших у Німеччині створив працездатний маленький бензиновий двигун, який можна було встановлювати на моторний човен, велосипед, автомобіль. Одночасно з Г. Даймлером маленький, але досконаліший, бензиновий двигун створив К. Бенц. Двигун К. Бенца, мав не гартівне, а електричне запалення і його, на відміну від двигуна Г. Даймлера, випускали

тривалий час. Пріоритет у створенні чотиритактного вертикального двигуна внутрішнього згорання з внизу розташованим колінчастим валом належить нашому співвітчизнику Б. Г. Луцькому.

У 1892 р. німецький винахідник Р. Дизель (1858–1913) запатентував перший двигун із запалюванням від стиснення, який працював за чотиритактним циклом [6, с. 138]. Як паливо такого двигуна використовували гас, який впорскували у циліндр стиснутим повітрям [1, с. 145]. У 1876 р. у США інженер з м. Бостон Джордж Брайтон випробував удосконалений двигун для автомобіля, у 1877 р. Джордж Балдвін одержав патент на сконструйований автомобіль, що стало початком «епохи пересування» у США. Водночас в Італії Джузеппе Мурниготті запатентував принцип застосування оригінального чотиритактного двигуна при двосторонньому робочому русі поршня у триколісному автомобілі. У Франції Едуард Деламар-Дебутвіль за допомогою свого вмілого та здібного механіка Леона Маландена побудував чотириколісний автомобіль із двигуном високого ступеня стиснення.

Вперше у Російській імперії, до складу якої входила Україна, саморушні візки з'явилися в середині XVIII ст., коли російський механік-самоучка Л. Шамшуренков створив удосконалену для того часу «самохідну коляску», що приводилась до руху силою двох чоловік [10, с. 7]. Пізніше російський винахідник І. П. Кулібін створив «самокатний візок» з педальним приводом [11, с. 6]. З появою парової машини створення саморушних візків швидко почало розвиватись, але удосконалення автомобіля як транспортного засобу почалось у другій половині XIX ст. із появою швидкохідного двигуна внутрішнього згорання [12, с. 6]. Завдяки вагомим перевагам перед іншими типами, двигуни внутрішнього згорання застосовують на переважній більшості сучасних автомобілів. Порівняно з паровим, двигун внутрішнього згорання має вищий коефіцієнт корисної дії, меншу масу й габарити та значно зручніший для обслуговування. Будь-який тип двигуна потребує зовнішнє джерело енергії, яке повинно бути розташоване безпосередньо в автомобілі. Таким джерелом для двигуна внутрішнього згорання є, в основному, рідке паливо. Воно має високу енергетичну здатність при малій масі та невеликому об'ємі. Таких переваг не мають інші типи двигунів, зокрема електричний двигун, для роботи якого потрібні акумуляторні батареї.

Типовим для автомобіля кінця XIX ст. стало розміщення двигуна позаду під сидінням та з пасовим приводом від нього на поперечний вал, далі – ланцюговий привід на задні колеса. Проте на початку 1890-х років головний конструктор фірми «PanhardetLevassor» Еміль Левассор (1844–1896) запропонував принципово нове компонування автомобіля – розміщення силових агрегатів попереду автомобіля [11, с. 12]. У 1898 р. засновник всесвітньо відомої автомобільної компанії «Renault» французький конструктор Луї Рено (1877–1944) створив силову передачу з карданними шарнірами. Вінченцо Ланца (1881–1937) запатентував автомобіль з конструкцією штампованої балки задньої осі, що підвищило швидкість до 90 км/год. Майбутній конструктор найпоширені-

шого у світі автомобіля «Volkswagen» Фердинанд Порше (1875–1951) створив чотирициліндровий двигун потужністю 90 к. с. У той же час Г. Даймлер запропонував класичну схему коробки передач.

У кінці 1880-х років у Німеччині на основі теорії котушки запалювання Роберт Бош (1861–1942) створив перше магнето [1, с. 145]. У 1900-х роках відбувся перехід до поліпшеної системи електричного запалювання робочої суміші, з'явилися механізми та пристрої для легкого запуску автомобільного двигуна. У 1911 р. американський інженер Чарльз Кетеринг (1876–1960) розробив конструкцію електричного стартера. Крім водяного охолодження стінок циліндрів і головок двигуна надалі частково почали застосовувати й повітряне охолодження.

Перші двигуни внутрішнього згоряння створювали без належної наукової основи. Поряд із зарубіжними, науково обґрунтували та удосконалили їх ефективність українські та російські вчені. Вперше метод теплового розрахунку двигунів внутрішнього згоряння розробив професор В. Г. Гріневецький (1871–1919), який народився у м. Київ. У 1906 р. він опублікував свої здобутки у праці «Тепловой расчет рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания» [10, с. 8]. У подальшому основи цієї теорії розвинули професори Московського вищого технічного училища: М. Р. Брилінг (1876–1961), Є. К. Мазінг (1880–1944), Б. С. Стечкін (1891–1969) та ін. [1, с. 148]. Професор М. Р. Брилінг розвинув теорію теплового розрахунку, поширення іскри в камерах згоряння, теплообміну в робочому циліндрі; розробив метод аналізу робочого процесу двигуна за індикаторними діаграмами і теорію швидкохідних короткохідних дизелів. Професор Є. К. Мазінг удосконалив метод теплового розрахунку двигунів внутрішнього згоряння, розробив ефективне генерування газу та його використання у двигунах. Його праці з встановлення ефективності згоряння палива є основою сучасних методів проектування двигунів внутрішнього згоряння. Професор Б. С. Стечкін отримав значні здобутки у дослідженнях індикаторних процесів у двигунах [13, с. 109].

Значний внесок у розвиток теорії та конструювання двигунів внутрішнього згоряння зробили вчені, професори, які працювали у наукових установах м. Запоріжжя та м. Харків: І. І. Вебе (1902–1969) – розробив метод розрахунку процесів згоряння у двигунах, М. М. Глаголев (1903–1976) – опрацював метод розрахунку робочих процесів двигунів внутрішнього згоряння, В. Т. Цветков (1887–1954) – розробив двотактний дизельний двигун потужністю 900 к. с. та ін. Наукові основи теорії удосконалення двигунів внутрішнього згоряння і надалі продовжують розвиватись та створюють умови для швидкого розвитку їх конструкцій та виробництва.

Після Першої світової війни почався бурхливий розвиток автомобільної промисловості. У цей час остаточно сформувалась «класична» схема побудови автомобіля, де двигун мав від 4 до 16 циліндрів і розташовувався спереду автомобіля під довгим капотом [14, с. 145]. Зчеплення та коробка передач знаходилась у блоці з двигуном. Потужність від коробки передач передавалась кардан-

ним валом на задню вісь. Механізми кріпились до штампованої, вигнутої для зниження підлоги кузова, сталеві рами, яка, як і раніше, містилась на листових ресорах. У 1911 р. французька фірма «Renault» побудувала автомобіль з двигуном, розташованим спереду, і приводом на задні колеса через карданний вал замість ланцюгової передачі; у 1919 р. – впроваджено електричний стартер двигуна автомобіля; у 1953 р. – виготовлено перші автомобілі з безпосереднім впорскуванням бензину в циліндри двигуна.

Перед Другою світовою війною автомобілі стали наймогутнішою енергетичною базою – сумарна потужність їх двигунів уже в 1930 р. перевищила потужність всіх силових установок у промисловості, сільському господарстві, на залізницях [14, с. 155]. У післявоєнний період світова автомобільна промисловість прискорила свій розвиток. В останні десятиріччя «автомобільного століття» процеси виготовлення та експлуатації легкового автомобіля розвивались у протиборстві. З одного боку, автомобіль дедалі більше удосконалювався, пристосовувався до різноманітних умов експлуатації, все менше був прив'язаний до пунктів обслуговування, все більше ставав доступним для керування. З іншого боку, посилювалась тенденція до ускладнення, подорожчання автомобіля, появи безлічі обмежень під час створення його конструкції та експлуатації.

Продовжувався процес удосконалення двигуна внутрішнього згоряння, зокрема підвищення паливної економності карбюраторних двигунів [15, с. 132]. Одним із основних показників якості автомобільного двигуна є підвищення ступеня стиснення горючої суміші перед її запалюванням, тобто відношення об'єму циліндра при нижньому положенні поршня до об'єму циліндра при верхньому положенні поршня наприкінці стиснення. Збільшення такого стиснення збільшує потужність двигуна. Однак на таких двигунах почала з'являтися детонація – вибуховий процес горіння, що швидко виводив двигун з ладу під час користування паливом з низьким октановим числом. Крім того, підвищення стиснення збільшувало вміст токсичних оксидів азоту в складі відпрацьованих газів, а високооктановий бензин вміщував отруйний свинець. Тому в деяких випадках довелося піти на зниження рівня ступеня стиснення.

Автомобільні двигуни внутрішнього згоряння класифікують за такими основними ознаками [10, с. 10]:

1. За способом сумішоутворення: із зовнішнім сумішоутворенням (карбюраторні, газові, із впорскуванням легкого палива у впускний колектор); із внутрішнім сумішоутворенням (дизелі та із впорскуванням легкого палива у циліндри); із змішаним сумішоутворенням (газодизелі);

2. За способом запалювання робочої суміші: з іскровим запалюванням суміші (карбюраторні, газові, із впорскуванням легкого палива до стиску); із запалюванням від стиску (дизелі); із запалюванням газу шляхом впорскування запальної норми рідкого палива (газодизелі);

3. За способом здійснення робочого циклу: чотиритактні, у яких робочий цикл відбувається за чотири такти ходу поршня, що відповідає двом обертанням колінчастого вала; двотактні, у яких робочий цикл відбувається за два так-

ти, що відповідає одному обертанню колінчастого вала;

4. За видом палива, що застосовують: працюючі на рідкому паливі (бензин, дизельне паливо, технічний спирт); працюючі на газоподібному паливі (природне, стиснуте, зріджене, генераторний газ); багатопаливні, що працюють на різному паливі;

5. За способом охолодження: із рідинним охолодженням; із повітряним охолодженням;

6. За способом перетворення зміни об'єму в поворотний рух вала: поршневі з кривошипно-шатунним механізмом; роторні;

7. За способом наповнення циліндра свіжим зарядом: без наддуву; із наддувом;

8. За кількістю циліндрів: одноциліндрові; двоциліндрові; трициліндрові; чотирициліндрові і т. д.;

9. За взаємним розташуванням циліндрів: однорядні (вертикальні, нахилені, горизонтальні); дворядні (V-подібні, опозитні);

10. За конструкцією камери згоряння: з нерозділеними камерами (однокамерні); з розділеними камерами.

Існують інші ознаки класифікації автомобільних двигунів внутрішнього згоряння. Їх класифікація постійно удосконалюється новими підходами щодо її формування та з урахуванням тенденцій розвитку конструкцій автомобільних двигунів. Вибір типу двигуна залежить від визначених до нього вимог і їх ефективного використання.

Важливим є пошук нових систем запалювання суміші. Сьогодні у світовій практиці загальноновизнаним вважають електронне запалювання замість традиційного [15, с. 134]. Ця система, зокрема, забезпечує потужнішу та надійнішу іскру, оптимізує кути випередження запалювання й інших процесів, забезпечуючи повніше згоряння палива та підвищуючи економічність. Поширюється застосування двигунів з факельним запалюванням, при якому незначна норма збагаченої суміші у форкамері підпалюється електричною іскрою, а основна норма збідненої суміші повноцінно згоряє під впливом потужного факела вогню, що виривається з форкамери в головну. Наукові установи розробляють принципово нові системи запалювання, за допомогою створення на електродах свічки вольтової дуги з температурою 40 тис. градусів, які обіцяють економію пального до 17%. Для корекції складу суміші на різних режимах роботи двигуна широко застосовують мікроелектроніку.

Ці та інші способи, що забезпечують поліпшення процесу згоряння пального в циліндрах, підвищують коефіцієнт корисної дії карбюраторного двигуна на 5–10% і одночасно з економією пального знижують рівень токсичності відпрацьованих газів [16, с. 9]. Проте суттєві результати можна отримати завдяки широкому впровадженню дизельних двигунів, коефіцієнт корисної дії яких практично у 1,3–1,5 раза вищий, ніж карбюраторних. Їх впровадження важливе, насамперед, на вантажних автомобілях та автобусах.

Сучасна техніка повернулася до газового двигуна на автомобілі, причому застосовується стиснений або зріджений газ, що складається в основному із суміші пропану та бутану [17, с. 16]. Газ подається до редуктора для зниження тиску, а потім надходить у змішувач для живлення двигуна. Проте перспективнішим є використання не рідкого нафтового пального «пропан-бутану», а природного газу, основою якого є метан. Однак пристосування автомобілів для роботи на природному газі є складнішим, ніж на «пропан-бутані», що зумовлено, насамперед, необхідністю утримування запасу природного газу в автомобілі у балонах з високим тиском. Проте, за витратами пального, газові двигуни ще не витримують конкуренції з бензиновими, особливо при змінних навантаженнях, хоча вони компактні, прості за конструкцією, безшумні, легко запускаються взимку.

Конструктори стурбовані необхідністю зниження власної маси автомобіля, спричиненого прагненням заощадження металу та особливо пального [18, с. 22]. Зниження маси досягається раціоналізацією конструкції, зміцненням матеріалів, використанням легких матеріалів – алюмінію, магнію, пластмас, застосуванням легших двигунів. Основним завданням є домогтися найбільшої потужності автомобілів за порівняно невеликих розмірів двигунів. Замість однорядних 6-циліндрових та 8-циліндрових двигунів останнім часом поширюються дворядні V-подібні двигуни.

Пошуки легших та простіших за конструкцією двигунів призвели до застосування роторного двигуна, створеного ще в кінці 1950-х років німецьким інженером Феліксом Венкелем (1902–1988) [6, с. 150–151]. Роторний двигун приблизно в 1,5 рази легший за звичайний поршневий бензиновий і містить на 40% менше рухливих деталей. Проте роторні двигуни поступаються поршневим бензиновим двигунам економічністю, зносостійкістю найважливіших вузлів.

Можна зробити висновок, що на сьогодні двигуни внутрішнього згорання знаходять широке поширення в найрізноманітніших галузях народного господарства. Особливо широко їх застосовують у наземному, водному і повітряному транспорті. Основну масу двигунів, що знаходяться в експлуатації, складають чотиритактні однорядні двигуни з вертикальним розташуванням циліндрів, у яких колінчастий вал розташований внизу. Першим запропонував і виготовив двигун такого типу наш співвітчизник Б. Г. Луцькой. Такі двигуни забезпечують необхідну потужність, економічність та надійність при мінімальних габаритах і вазі двигуна, характеризуються сприятливими умовами роботи поршневої групи. Вказані переваги, а також великий досвід побудови та експлуатації двигунів з вертикальним розташуванням циліндрів, зумовлюють широке застосування подібних двигунів і надалі.

Джерела та література

1. Белоусов Е. В., Кобяков Н. Н. К 100-летию спуска на воду первого в мире океанского теплохода «Зеландия» // Двигатели внутреннего сгорания. – 2012. – №1. – С. 143–149.
2. Дмитриченко М. Ф., Язвінська О. М., Хорошун Б. І. Історія автомобільного транспорту. – Київ: НТУ, 2011. – 352 с.

3. Бромлей Е. Э. Газовые, бензиновые и керосиновые двигатели. – Москва: Типогр. И. А. Баландина, 1900. – 111 с.
4. Іскович-Лотоцький Р. Д., Севстьянов І. В. Історія інженерної діяльності: навч. посіб. – Вінниця: ВДТУ, 2003. – Ч. 1. – 122 с.
5. Іскович-Лотоцький Р. Д., Севстьянов І. В. Історія інженерної діяльності: підручник. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 266 с.
6. Туренко А. Н., Богомоллов В. А. История инженерной деятельности. Развитие автомобилестроения: учеб. пособие. – Харків: ХГАДТУ, 1999. – 252 с.
7. Фирсов А. В. Создание четырехтактного вертикального двигателя внутреннего сгорания с внизу расположенным коленвалом: к вопросу о приоритете [Электронный ресурс]. // Дослідження з історії техніки. – 2012. – №15. – С. 35–45. Режим доступу: <http://museum.kpi.ua/lib/pub/proceedings/2012-vol-15/proceedings-2012-vol-15-page-035-045.pdf>. – Заголовок з екрана.
8. Фирсов А. В. Б. Г. Луцкий – создатель 4-тактного вертикального двигателя внутреннего сгорания с внизу расположенным коленчатым валом [Электронный ресурс]. // Історія науки і біографістика. – 2011. – №2. Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/INB/2011-2/11_firsov.pdf. – Заголовок з екрана.
9. Дубовской В. И. Автомобили и мотоциклы в России (1896–1917 гг.). – Москва: Транспорт, 1994. – 302 с.
10. Шапко В. Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згорання: навч. посіб. – Харків: Точка, 2014. – 148 с.
11. Гоголев Л. Д. Эволюция автомобиля. – Київ: Техніка, 1983. – 142 с.
12. Шляхтинский К. В. Автомобиль в России (очерки истории русского автомобилезма). – Москва: Хоббикнига, 1993. – 96 с.
13. Якименко А. Е., Масленников Р. Р. Развитие автомобильной техники: курс лекций. – Барнаул, 2010. – 224 с.
14. Шугуров Л. М. Автомобили России и СССР. – Москва: ИЛБИ, 1993. – Ч. 1. – 256 с.
15. Шугуров Л. М. Автомобили России и СССР. – Москва: ИЛБИ, 1994. – Ч. 2. – 160 с.
16. Кривцов В. С. История и концепция развития транспортных систем: учеб. пособ. – Харьков: ХАИ, 2010. – 151 с.
17. Жигуц Ю. Ю. Наукові дослідження в технології машинобудування: навч. посіб. – Ужгород: Говерла, 2008. – 226 с.
18. Пашенко Ю. Є., Шулькевич О. В. Сучасний стан і розвиток транспортного машинобудування в Україні. – Київ, 2003. – 52 с.

References

1. Belousov, E. V., Kobiakov, N. N. (2012). К 100-letiyu spuska na vodu pervoho v myre okeanskoho teplokhoda «Zelandyia» [To the 100year of lowering on water of first in the world of ocean motor ship «Zeland»]. // *Dvyhately vnutrenneho shoranyia – Internal combustion engines, 1*, 143–149 [in Russian].
2. Dmytrychenko, M. F., Yazvinska, O. M., Khoroshun, B. I. (2011). // *Istoriia avtomobilnoho transport [History of motor transport]*. Kyiv: NTU [in Ukrainian].
3. Bromlei, E. E. (1900). *Hazovye, benzynovye y kerosynovye dvyhately [Gas, petrol and kerosene engines]*. Moskva: Typohr. Y. A. Balandyna [in Russian].
4. Iskovych-Lototskyi, R. D., Sevostianov, I. V. (2003). *Istoriia inzhenernoi diialnosti: navch. posib. [History of engineering activity: train aid]*. Vinnytsia: VDTU [in Ukrainian].
5. Iskovych-Lototskyi, R. D., Sevostianov, I. V. (2015). *Istoriia inzhenernoi diialnosti: pidruchnyk [History of engineering activity: textbook]*. Vinnytsia: VNTU [in Ukrainian].

6. Turenko, A. N., Bohomolov, V. A., Klymenko, V. Y. (1999). *Ystoriya ynzhenernoї deiatelnosti. Razvytye avtomobylestroeniya: ucheb. posobye. [History of engineering activity. Development of motor industry: train aid]*. Kharkiv: KhHADTU [in Russian].
7. Fyrsov, A. V. (2012). Sozdanye chetyrekhtaktnoho vertykalnoho dvyhatelia vnutrenneho shoranyia s vnyzu raspolozhennym kolenvalom: k voprosu o pryorytete [Creation of four-stroke vertical combustion engine is with down located crankshaft: to the question about priority] [Elektronnyi resurs]. // *Doslidzhennia z istorii tekhniky – Research on the history of technology*, 15, 35–45. Retrieved from <http://museum.kpi.ua/lib/pub/proceedings/2012-vol-15/proceedings-2012-vol-15-page-035-045.pdf>. Zaholovok z ekrana [in Russian].
8. Fyrsov, A. V. (2011). B. H. Lutskiy – sozdatel 4-taktnoho vertykalnoho dvyhatelia vnutrenneho shoranyia s vnyzu raspolozhennym kolenchatym valom [B. H. Lutskiy is a creator of 4-time of vertical combustion engine with the down located crankshaft] [Elektronnyi resurs]. // *Istoriia nauky i biohrafistyka – History of science and biography*, 2. Retrieved from http://www.nbu.gov.ua/e-journals/INB/2011-2/11_firsov.pdf. Zaholovok z ekrana [in Russian].
9. Dubovskoi, V. Y. (1994). *Avtomobyly y mototsykly v Rossyy (1896–1917 hh.) [Cars and motor cycles are in Russia (1896–1917)]*. Moskva: Transport [in Russian].
10. Shapko, V. F. (2014). *Avtomobilni dvyhuny. Osnovy teorii ta kharakterystyky porshnevykh dvyhuniv vnutrishnoho zghoriannia: navch. posib. [Motor-car engines. Bases of theory and description of reciprocators of internal combustion: train aid]*. Kharkiv: Tochka [in Ukrainian].
11. Hoholiev, L. D. (1983). *Evoliutsiia avtomobilia [Evolution of car]*. Kyiv: Tekhnika [in Ukrainian].
12. Shliakhtynskiy, K. V. (1993). *Avtomobyl v Rossyy (ocherky ystoriyy russkoho avtomobylizma) [A car is in Russia (essays of history of the Russian car)]*. Moskva: Khobbyknyha [in Russian].
13. Yakymenko, A. E., Maslennykov, R. R. (2010). *Razvytye avtomobylnoi tekhniky: kurs lektsiy [Development of motor-car technique: course of lectures]*. Barnaul [in Russian].
14. Shuhurov, L. M. (1993). *Avtomobyly Rossyy y SSSR [Cars of Russia and USSR]*. Moskva: YLBY [in Russian].
15. Shuhurov, L. M. (1994). *Avtomobyly Rossyy y SSSR [Cars of Russia and USSR]*. Moskva: YLBY [in Russian].
16. Kryvtsov, V. S. (2010). *Istoriya y kontseptsyia razvytyia transportnykh system: ucheb. posob. [History and conception of development of transport systems: train aid]*. Kharkov: KhAY [in Russian].
17. Zhyhuts, Yu. Yu. (2008). *Naukovi doslidzhennia v tekhnolohii mashynobuduvannia: navch. posib. [Scientific researches in technology of engineer: train aid]*. Uzhhorod: Hoverla [in Ukrainian].
18. Pashchenko, Yu. Ye., Shulkevych, O. V. (2003). *Suchasnyi stan i rozvytok transportnoho mashynobuduvannia v Ukraini [The modern state and development of a transport engineer are in Ukraine]*. Kyiv [in Ukrainian].

Бей Н. А. Эволюция мирового и отечественного производства автомобильных двигателей (XVIII – начало XXI в.)

Определены основные тенденции становления и развития мирового и отечественного конструирования автомобильных двигателей XVIII – начала XXI в. Показаны основные свойства классификации автомобильных двигателей внутреннего сгорания. Установлен приоритет нашего соотечественника Б. Г. Луцкого в создании четырехтактного вертикального двигателя внутреннего сгорания с внизу расположенным коленчатым валом.

Ключевые слова: эволюция, становление и развитие, конструирование, производство, автомобильные двигатели, двигатели внутреннего сгорания, коленчатый вал, автомобилестроение.

Bey N. O. Evolution of world and home production of motor-car engines (XVIII – the beginning of the XXIst centuries)

Basic tendencies on formation and development of the world and home construction of motor-car engines in XVIII – at the beginning of XXI centuries have been defined. Basic properties on classification of internal combustion motor-car engines have been shown. The priority of our compatriot B. Lutzkyi in creating vertical 4-cycle internal combustion engine with underlying crankshaft has been established.

Keywords: evolution, formation and development, construction, production, motor-car engines, internal combustion engine, crankshaft, motor industry.

УДК 930.625 (85.00.33)

Гурінчук С.В.

**ПЕРЕДУМОВИ БУДІВНИЦТВА ЗАЛІЗНИЦЬ НА ТЕРИТОРІЇ
ЗАКАВКАЗЗЯ (друга половина ХІХ – початок ХХ ст.)**

У статті проаналізовано і узагальнено передумови будівництва залізниць на території Закавказзя у другій половині ХІХ – на початку ХХ ст. Авторка переконливо доводить, що Кавказ зі своїми різноманітними, невичерпними мінеральними багатствами не безпідставно вважався одним з найбагатших куточків земної кулі. Спираючись на досвід і надбання вітчизняної науки і техніки автор статті має підстави стверджувати, що найважливішою галуззю народного господарства, кровносною системою економіки Росії в цілому і зокрема Закавказзя був і залишається досі залізничний транспорт. Встановлено, що будівництво Закавказької залізниці було викликано цілою низкою стратегічних, політичних та економічних міркувань і причин. Доведено, що на початку ХХ ст. Закавказька залізнична мережа ліквідувала господарсько-економічну замкнутість окремих районів Закавказзя. Природний хід її розвитку посилив громадський і територіальний розподіл праці, призвів до активного економічного та культурного зближення народів Закавказзя і Росії.

Ключові слова: промисловість, залізниці, Кавказький регіон, народне господарство, економіка, корисні копалини, шляхи сполучення, нафта, приватні підприємства, загальна мережа, розклад поїздів

За визнанням багатьох дослідників, Кавказький край і сусідні з ним країни сходу здавна представляли собою арену багаторічної боротьби між прогресом європейської культури і народним побутом різних народів Азії. Історія Кавказького регіону завжди була історією зіткнень геополітичних інтересів великих держав. По землі Кавказу крокували легіони Риму, війська Парфії і Сасанідів, Візантії і Арабського халіфату, Сельджукської і Монгольської, Османської та Російської імперій. Історія Кавказу знає багато прикладів спустошливих завоєвуваних війн, які завдавали величезної шкоди регіону, забирали життя багатьох людей. Історично відомо, що народи Південного Кавказу, у різні часи піддавалися усіляким утискам, соціальному та національному пригніченню. Ще у першій половині ХІХ ст. Закавказзя опинилося в центрі уваги першочергових військово-політичних планів Росії. Одним з головних напрямів зовнішньої політики Російської імперії залишалося «Східне питання», найважливішим елементом якого був Кавказький регіон. Спроби Росії придбати ці території мирним шля-