

УДК 629.42

*Сорочинська О. Л.*

## ДО ІСТОРІЇ ПОБУДОВИ ПЕРШОГО ВІТЧИЗНЯНОГО ТЕПЛОВОЗА

Ідея створення економічних автономних локомотивів з дизельним двигуном, що володіє більш високим, ніж паровози, коефіцієнтом корисної дії і більш високою продуктивністю, виникла ще на початку ХХ ст. Незважаючи на постійне удосконалення і модернізацію конструкцій паровозів, підвищення їх потужності, застосування перегрітої пари, водопідігрівачів і ряду інших нововведень, домогтися істотного підвищення їх економічності не вдалося. Для підвищення економічності локомотивів були потрібні принципово нові технічні рішення. Одним з таких рішень було створення локомотива з двигуном внутрішнього згорання — тепловоза.

Першу спробу побудови тепловоза 1000 к. с. було здійснено в 1906 р. в Німеччині, але вона закінчилася провалом: після шести років праці над цим тепловозом він був визнаний непридатним для експлуатації, і його було продано на металобрухт.

Проблема використання дизельних локомотивів для обслуговування вантажного руху на залізничному транспорті вперше була вирішена передовими російськими інженерами, що стали піонерами тепловозобудування.

Вітчизняне тепловозобудування почалося випуском першого у світі магістрального тепловоза ЩЭЛ1, якому передувала досить довга передісторія, що охоплює майже чверть століття. На підставі робіт розроблених вітчизняними конструкторами, головним чином конструкторських і експериментальних, намітилися основні напрямки в створенні конструкції тепловоза.

Найперший напрямок, по якому йшли паровозники, характеризувався спробою сполучити паровозну парову машину з двигуном внутрішнього згорання. Було зроблено кілька проектів подібних тепловозів, що одержали загальну назву нафтовозів.

Другий напрямок характеризувався застосуванням електричної передачі між двигуном внутрішнього згорання і рухомими колісними парами. Проект такого тепловоза був виконаний у 1905 р. і був викладений його авторами інж. М. Г. Кузнецовим і полковником А. І. Одінцовим на засіданні VIII відділу колишнього імператорського Російського технічного товариства 8 грудня 1905 р. Цей тепловоз, або по термінології його авторів «автономний електро-воз з калорічними двигунами», мав дві силові установки; кожна з них склада-

лася з двигуна потужністю 180 е. к. с. і генератора трифазного струму; струмом живились чотири тягових електродвигуни, які розміщувались безпосередньо на осях колісних пар. Аналогічний проект тепловоза з електричною передачею був розроблений у 1909 р. Коломенським заводом. Силова установка цього тепловоза складалася з двох трициліндрових двигунів (загальною потужністю 1000 е. к. с.), що приводили в обертання розташовані між ними ротор генератора. Тягові електродвигуни розташовувалися на осях двох середніх колісних пар кожного візка. Крайні колісні пари обох візків мали менший діаметр коліс і були підтримуючими [4].

Третій напрямок характеризується спробою створити спеціальний двигун внутрішнього згорання, пристосований до різкозмінних умов залізничної служби, що може стійко працювати при змінному середньому індикаторному тиску в циліндрах і при різному числі обертів рушійних осей.

Четвертий напрямок, очолюваний професором О. Н. Шелестом, характеризується спробою створення механічного генератора газів, що постачає робочим тілом машину паровозного типу або газову турбіню.

Варто згадати ще про один напрямок, що характеризувався застосуванням змінних зубчастих передач між дизелем і рухомими колісними парами. На таку можливість у дореволюційній технічній літературі вказувалося декількома авторами [4].

Ідея нового тепловоза була висунута також групою інженерів Харківського паровозобудівного заводу: О. С. Раєвським, О. В. Ліпко-Парафієвським, Б. І. Корчевським та іншими [3].

В основному всі роботи в дореволюційній Росії були теоретичними, практичним кроком була побудова дослідного паровозного двигуна В. І. Гріневецького на Путилівському заводі і муфти зчеплення для тепловоза безпосередньої дії в головних майстернях Ташкентської залізниці в Оренбурзі. Таким чином, до моменту Великої Жовтневої соціалістичної революції теоретично питання було розроблено досить глибоко. Було виявлено, що тепловози можуть дати значну економію палива і води, намічені шляхи конструктивних рішень. Слід зазначити, що в дореволюційний час паровози споживали досить значну кількість нафти, і заміна паровозів тепловозами могла скоротити витрати її в 5–6 разів [4].

Після Великої Жовтневої соціалістичної революції виникло ряд задач, пов'язаних з відновленням народного господарства, зруйнованого під час інтервенції і громадянської війни. У важкому стані знаходився і залізничний транспорт. Понад 65% паровозів були в неробочому стані, тому необхідно було забезпечити транспорт діючими локомотивами, притому такими, які мали високий коефіцієнт корисної дії, тобто вимагали б мінімальної витрати палива [9]. Остання умова була надзвичайна важливою в зв'язку з паливним голодом. Момент для заміни малоекономічних паровозів більш економічними локомотивами був досить сприятливим ще й тому, що вітчизняний паровозний парк повинен був одержати велике поповнення. Звичайно, заміна паровозів могла б значною мірою зменшити паливний голод на залізничному транспорті. Однак

така заміна вимагала великої підготовчої роботи, а саме потрібно було створити надійні поїзні тепловози і електровози. Проте готових зразків магістральних тепловозів на той час не було.

Початок радянському тепловозобудуванню поклала постанова Ради Праці і Оборони від 4 січня 1922 р. За цією Постановою Теплотехнічний інститут мав організувати ескізну розробку проектів і технічних умов для тепловозів, залучаючи до цієї роботи Технічний комітет НКПС, використовуючи роботи проф. В. І. Гріневецького і його співробітників, а також матеріали по тепловозах, наявні в ряді інших організацій. На основі розробок Теплотехнічного інституту Держплану пропонувалося встановити умови і порядок передачі проектів для детальної розробки і побудови на вітчизняних і закордонних заводах. Одночасно з цим було винесене рішення про оголошення конкурсу на розробку найкращої конструкції тепловозів. Це розбудило більшу ініціативу інженерно-технічних працівників не тільки вітчизняних, але і закордонних [4].

Головна задача конкурсу заключалася в наступному:

1. При русанні з місця і при швидкості до 15 км/год. тепловоз повинен був розвивати силу тяги не менше ніж 12 тис. кг на прямому підйомі в 9 тисячних.
2. При швидкості 50 км/год не менше 3000 кг на прямій горизонталі.
3. Конструкторська швидкість тепловоза мала бути не меншою за 75 км/год.
4. Статистичний тиск на рейки кожної пари ведучих коліс не повинен перевищувати 18 т, а бігункових 12 т.
5. Тепловоз повинен був мати запаси палива, масла і води для пробігу, без поповнення їх не менше ніж 500 км.
6. Тепловоз мав бути пристосований для роботи при температурах від мінус 30 о до плюс 40°С [11].

В іншому тепловоз повинен був задовольняти технічні умови, які пред'являлися до російських паровозів.

Але до моменту, коли необхідно було переходити від ескізних проектів, ідей і пропозицій до побудови тепловоза — ні в інститутах, ні у окремих спеціалістів, працюючих у галузі тепловозної проблеми, не було ще достатньо чіткого уявлення про те, яким мав бути тепловоз, призначений для роботи з поїздами.

Одних лише теоретичних і незакінчених випробувань дослідного невеликого двигуна, було недостатньо, для того щоб прийняти рішення про створення такого складного локомотива, яким був тепловоз безпосередньої дії системи В. І. Гріневецького.

Не можна було пропонувати для побудови тепловози за проектами О. Н. Шелеста, О. І. Ліпеца, Е. Е. Лонткевича, оскільки ці проекти знаходилися в стадії попередньої розробки.

Все це могло затримати реалізацію рішення про побудову тепловозів. Тому першочергово необхідно було при створенні тепловоза, базуватися на таких агрегатах і їх компонуванні, які дозволили б отримати вже на перших порах робочий тепловоз і тим самим привернути увагу громадськості, а в подальшому будувати і перевіряти інші, більш складні конструкції тепловоза.

В зв'язку з цим було визнано доцільним побудувати ще декілька дослідних тепловозів, щоб мати можливість вивчити якнайбільшу кількість конструкцій, оцінити їх з практичної точки зору і потім рішуче будувати тепловози.

Тому за кордоном було замовлено три тепловози: один з електричною передачею; один з гідравлічною, яку потім було замінено механічною, і один тепловоз з газовою за проектом О. Н. Шелеста. Побудовою дослідних тепловозів на закордонних заводах займалася Російська залізнична місія, а після її розформування (15 квітня 1923 р.) — представництво НКШС (Народного комісаріату шляхів сполучення) за кордоном і Бюро по побудові тепловозів. Тепло технічний інститут очолив побудову тепловоза системи проф. Я. М. Гаккеля на вітчизняних заводах [9].

Я. М. Гаккель почав виготовлення проекту тепловоза з електричною передачею в 1921 р. у Києві, де він у цей час працював. За першим варіантом проекту тепловоз являв собою двосекційний локомотив, у передній секції якого розміщалися місце керування, холодильники і екіпірувальні запаси, а в задній — силова установка, що складалася з чотирьохциліндрового вертикального двигуна потужністю 600 к. с, заводу «Російський дизель» і генератора постійного струму [4].

Кожна секція опиралася на два двовісних візки. Всі осі зв'язані (зубчатою передачею) з індивідуальними тяговими електродвигунами. Таким чином, у тепловоза утворювалося вісім рушійних колісних пар.

Перший варіант проекту був закінчений у квітні 1921 р., представлений у НКШС, розглянутий Науково-технічним комітетом і відхилений. Інакше поставився Держплан до проекту Я. М. Гаккеля. Комісія під головуванням Г. М. Кржижановського підтримала ініціативу Я. М. Гаккеля, і він продовжив роботу зі складання проекту тепловоза вже з двигуном Віккерса потужністю 1000 к. с. і двома генераторами. За цим проектом тепловоз являв собою однокузовний локомотив, головна рама якого опиралася на два візки із трьома рушійними, підтримуючими і бігунковими колісними парами. Тепловоз системи Я. М. Гаккеля являв собою дизель — електровоз, тобто локомотив, у якому первинним двигуном є дизель, а передача руху ведучим осям здійснювалася за допомогою електрики [5].

У такому вигляді проект було внесено у вересні 1921 р. на розгляд комісії з тепловозів Вищої ради народного господарства. У лютому 1922 р. цей проект із кошторисом було представлено у Держплан. З цією метою було створено «Бюро побудови тепловоза системи проф. Гаккеля» [6]. Бюро було організовано в Ленінграді. Вже в березні 1922 р. воно приступило до розробки технічного проекту дослідного тепловоза ГЭ-1, маючи у своєму складі вісім штатних співробітників на чолі з автором проекту. Для рішення принципових технічних питань, а також як орган, що контролює роботу «Бюро» у цілому, при ньому була організована постійна Технічна рада під головуванням проф. М. Л. Щукіна. До складу ради увійшли вчені різних спеціальностей — професори: О. В. Вульф, В. В. Дмитрієв, О. С. Раєвський, Л. К. Рамзін та ін. Деякі вчені і фахівці, серед яких були Г. О. Графтіо, В. Ф. Міткевич, М. О. Шателен, О. Е. Алексєєв і В. О. Шевалін, залучалися до рішення окремих питань [7].

Спеціального тепловозобудівного заводу на той час в нашій країні ще не було, тому почесна задача створення першого потужного поїзного дизель-електричного тепловоза була покладена на чотири ленінградські заводи. Працівники заводів поставилися до цієї, зовсім нової роботи зі справжнім творчим ентузіазмом, що забезпечило успіх побудови тепловоза, попри всі складнощі освоєння нового виробництва. Завод «Червоний Путиловець» мав скласти проект візків, головної балки і кузова і побудувати візки і головну балку. Заводу «Електрик» було доручено виготовлення тягових електродвигунів, Балтійському суднобудівному заводу — установка дизеля і виготовлення приладдя для механічного і електричного устаткування тепловоза. Двигун для тепловоза (системи Віккерса, що застосовувався для підводних човнів) і генератор заводу Вольта були взяті готові. Ця обставина, а також необхідність мати навантаження від рушійної колісної пари на рейку не більше 16 т (за умовами конкурсу) обумовили остаточну конструкцію тепловоза. Двигун Віккерса має 10 циліндрів і значну довжину. Для використання повної його потужності довелося застосувати два генератори, що були розташовані по обидва боки тепловоза. Отримані в такий спосіб силові установки обумовили довжину тепловоза. Побоювання, що коливальні рухи двигуна несприятливо впливатимуть на колію, примусили застосувати потрібне ресорне підвішування [4].

Складною задачею виявилось проектування і виготовлення ходової частини тепловоза. З цією задачею блискуче впорався проф. О. С. Раєвський, що спроектував візки тепловоза і керував їхнім виготовленням на Путилівському заводі [1].

В зв'язку зі значною довжиною і вагою тепловоза потрібно було запобігти можливості впливу вібрації дизеля на рейкову колію, і тому був прийнятий варіант проф. О. С. Раєвського — три візки і потрібний ресорний захист.

Усі силові установки, допоміжні агрегати і місця управління тепловоза були розташовані на головній балці, що за допомогою листових ресор опиралася на три зв'язані між собою візки. Середній візок мав поперечне переміщення щодо балки, крайні — поздовжнє; на кінцях крайніх візків розташовувалися ударні і тягові прилади. Листові ресори передавали вагу головної балки з усіма розташованими на ній агрегатами і кузовом на кожен візок у чотирьох точках. Усі чотири ресори кожної сторони середнього візка збалансовані. Так само збалансовані чотири осі кінцевих візків. Особливо ретельно була вироблена система балансирувальної ресорної підвіски і бігункової радіальної осі виконана за проектом проф. О. С. Раєвського і інженера С. О. Шестакова [5]. Через те, що візок переміщався відносно головної балки, проф. О. С. Раєвським був спроектований дуже цікавий механізм для передачі навантаження на візок, що складався з двох секторів, розташованих один усередині іншого. Один із секторів мав можливість перекинутися уздовж тепловоза, а інший — уперек. Комбінація цих двох рухів дозволяла зберігати незмінне положення листової ресори головної балки [4].

Візки були запроектвані з подвійним ресорним підвішуванням, причому за початковим проектом обидва кінцеві візки мали поздовжні і поперечні

балансири, тобто одноточкове підвішування. Така конструкція виявилася можливою завдяки передачі навантаження на візок у чотирьох точках. Надалі схему ресорного підвішування було змінено. При обкатці візків без кузова, але зі штучним навантаженням, ресорне підвішування не було в рівновазі. Довелося зробити заклинювання ресор, так що замість одноточкового підвішування візка вийшло триточкове. Перший досвід побудови ходових частин для локомотива у вигляді візків себе цілком виправдав, і послужив зразком при створенні інших тепловозів з електричною передачею [3].

Електрична схема першого тепловоза і системи його керування були розроблені О. Е. Алексєєвим, Я. М. Гаккелем і академіком В. Ф. Міткевичем. Електрична схема передбачала паралельне з'єднання тягових електродвигунів генераторів без перемикачів, що при малій швидкості з'єднувалися паралельно, а при великій — послідовно. Завдяки цьому напруга збільшувалася з 380 до 760 В. Заслугує на увагу також пристрій холодильників. Вони були розміщені на даху і повітря проганялося через них чотирма вентиляторами, які оберталися зі швидкістю 1200 об/хв, розташованими на вертикальних валах, зв'язаних механічно з дизелем. Поверхня, що омивалася повітрям водяних радіаторів, дорівнювала 700 м<sup>2</sup> [4].

Однією з особливостей дизель-електровоза системи Я. М. Гаккеля було застосування 2-х генераторів. Це давало можливість з'єднання генераторів паралельно, розвиваючи струм силою 3000 ампер при напрузі до 300 вольт, і з'єднувати їх послідовно, даючи струм 1500 ампер напрузі 720 вольт. Короткочасно збільшуючи збудження до 60 ампер, можна було отримати 3000 ампер при 380 вольтах, або 1500 ампер при 700 вольтах [11].

Масляні і паливні баки, а також пускова акумуляторна батарея були розташовані на кронштейнах головної балки. Водяні баки були встановлені по діагоналі в двох кутах всередині кузова. В двох інших кутах розміщалися циркуляційний центробіжний насос, гальмівний компресор та котел опалення. По кінцях кузова розташовувались пости керування, що були відокремлені від машинного приміщення перегородками.

Першому радянському тепловозу спочатку був привласнений індекс ГЭ-1 на прізвище автора проекту Я. М. Гаккеля. Потім, щоб підкреслити велику для того часу потужність дизель-електричного локомотива, йому був привласнений індекс Щэл1 (по потужності відповідного паровоза серії Щ). Тепловоз системи Гаккеля був обладнаний тисячосильним дизелем, який був взятий вже готовий з підводного човна «Либідь», двома генераторами, теж взятими з підводних човнів типу «Язь», і трубчастим холодильником [3].

Тягові електродвигуни для тепловоза, які отримали назву ПТ-100 були спроектовані член-кореспондентом Академії наук СРСР О. Е. Алексєєвим. Під його ж керівництвом вони були побудовані на заводі «Електрик» в кількості 10 шт., так зародилося вітчизняне тягове електромашинобудування, яке потім перейшло на завод «Електропила», а пізніше на завод «Динамо» в Москві [3].

Управління рухом тепловоза проводилося незалежно від обслуговування силової частини. Дизеліст пускав в хід двигун за сигналом машиніста, а потім

спостерігав за роботою електромашин за допомогою приладів на дошці, яка була розташована на стінці кузова.

Запуск в дію двигуна проводився від акумуляторної батареї за допомогою одного з генераторів.

Управління рухом тепловоза здійснювалось за допомогою двох рукояток контролера і крана повітряного гальма. Прямий і зворотній хід тепловоза здійснювався шляхом перемикання напрямлення струму в якорях тягових електродвигунів. Кран привода буз зв'язаний з малою рукояткою контролера.

Контролери машиніста мали по 13 положень при паралельному з'єднанні генераторів і по сім положень — при послідовному з'єднанні. При перемиканні генераторів з паралельного з'єднання на послідовне відбувалося падіння сили тяги. Для того, щоб посилити увагу машиніста, під час цієї операції, було вмонтовано блокувальний пристрій, який потребував участі другої руки [10]. Перша пробна обкатка тепловоза відбулася 5 серпня 1924 р. на коліях Балтійського заводу. Остаточне виконання тепловоза трохи затрималося, через те, що 23 вересня в Ленінграді була дуже велика повінь, що залила всю територію заводу. Під час повені тягові електродвигуни постраждали, і їх довелося тривалий час просушувати теплим повітрям за допомогою вентиляторів «Сірокко» і електрореостатів для підігріву повітря [4].

Сушіння електродвигунів тривало цілий місяць, і тільки 27 жовтня їх ізоляцію було приведено в задовільний стан. Після цього було розпочато перевезення тепловоза через р. Неву на територію Ленінградського порту. Це перевезення було досить складною технічною задачею. Воно виконувалося 200 т плавучим краном Балтійського заводу, за допомогою якого був перевезений кузов. Візки були перевезені за допомогою порома-теплохода.

5 листопада 1924 р. на портовій вітці було зібрано тепловоз. Хоча тепловоз мав навантаження на рейки від рушійних колісних пар по 16 т, а від підтримуючих по 10 т, керівництво Жовтневої дороги сумнівалося в можливості безпечного проходження тепловоза на станцію Ленінград І. Особливе занепокоєння викликав перехід тепловоза по мосту через р. Єкатерингофку. Однак після пробної установки тепловоза на мосту і перевірки його прогинів начальник залізниці дав дозвіл проводити тепловоз на станцію Ленінград І. Документи були вручені першому машиністові тепловоза Б. О. Даринському 6 листопада з приписом проходити по мосту зі швидкістю не вище 5, а по іншому шляху не вище 15 верст на годину. О 13 год 30 хв тепловоз вийшов зі станції Новий порт, і прибув о 14 год 41 хв на станцію Ленінград І. Довжина першого перегону, пройденого тепловозом, була 14 верст. Під час цього переходу на шляху були три зупинки для одержання жезлів [4].

7 листопада — у день сьомої річниці Великої Жовтневої соціалістичної революції — тепловоз демонструвався працівникам на Московському вокзалі Жовтневої дороги, після чого почалися його пробні поїздки в околицях Ленінграда. По їх закінченню тепловоз Щ<sup>ЭЛ1</sup> вирушив до Москви, але не прямим шляхом, а по маршруту Ленінград — Череповець — Вологда — Ярославль — Москва, через те, що його боялися пропускати по мостах Жовтневої дороги.

До Москви він прибув 16 січня 1925 р., де його зустрічала урядова комісія, яка відмітила в привітальній промові «світове значення практичного рішення проблеми потужного тепловоза, що було вперше здійснено не в Європі і не в Америці, а в Радянському Союзі».

Через 7 днів суди ж прибув через Двінськ тепловоз німецької побудови ЭЭЛ2 [4]. Випробування виявили певні особливості кожного з тепловозів, причому до честі вітчизняного виробництва, ЩЭЛ1 виявився по цілому ряду показників більш якісним, ніж тепловоз, побудований за кордоном. Так, зокрема, при заданій вазі складу 1000 т ЩЭЛ1 виявився здатним водити складу вагою 1500 т, забезпечуючи при цьому рушення з місця на підйомі 6%. Другий тепловоз, що мав двигун на 20% потужніший, брав складу не більше 1300 т. Система охолодження другого — закордонного тепловоза була розрахована настільки невдало, що холодильники і двигун, які були необхідні для обслуговування її роботи, довелося помістити на спеціальному тендері, що викликало ряд експлуатаційних незручностей. По закінченні випробувань обидва тепловози були прийняті в інвентар НКПС [7].

У Москві тепловоз ЩЭЛ1 був приписаний до депо Ховріно. Звідти він зробив свій перший рейс на південь країни. У 1972 р., через 48 років, локомотив повернувся туди, де розпочав своє трудове життя. Ховрінці вирішили установити його на вічну стоянку. На тепловозі бракувало багатьох деталей, зроблених свого часу лєнінградськими умільцями. Тоді слюсарі тепловозного цеху та інші ремонтники у вільний від роботи час знову створили унікальні вузли і прилади першого тепловоза [8].

Побудова тепловоза ЩЭЛ1 мала велике значення в історії вітчизняного тепловозобудування. Вона довела, що тепловоз з електричною передачею є цілком життєздатним локомотивом і що вітчизняна промисловість змогла впоратися з задачею побудови нових тепловозів. Інтерес і цінність тепловоза системи Гаккеля Щэл1, окрім того, що це був перший магістральний тепловоз у світі, полягали ще й в тому, що інженерне рішення багатьох вузлів і конструкцій надалі залишилися незмінними, і застосовувались при побудові всіх наступних тепловозів СРСР. Це візковий тип тепловоза, пост керування, який був ізольований від машинного приміщення, електричний запуск дизеля, незалежний від дизеля компресор тощо.

За короткий період своєї історії дизель-електрична тяга знайшла використання в різних галузях транспорту. Швидкохідні дизель-потяги використовувались для експресного пасажирського сполучення. Тепловози широко застосовувались для вантажного і пасажирського руху, для маневрової служби і для промислового транспорту. Наряду з електричною тягою дизель-електрична тяга є одним із найважливіших засобів реконструкції радянського залізничного транспорту.



### Література:

1. *40-летие советского тепловоза* // Железнодорожный транспорт — 1965. — №1. — С.81–82.
2. *Кметик П. И.* Родина тепловоза / П. И. Кметик // Железнодорожный транспорт. — 1967. — №3. — С. 3–8.
3. *Гумилевский Л. И.* Тепловозы / Л. И. Гумелевский — М.: Молодая Гвардия, 1957. — 80 с.
4. *Шишкин К. А.* Первенец советского тепловозостроения / К. А. Шишкин // Вестник Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. — 1957. — №6. — С. 59–63.
5. *Шкроб М. С.* Первый мощный тепловоз построенный на русских заводах / М. С. Шкроб // Железнодорожное дело. — 1925. — № 6. — С. 27–35.
6. *Пойдо А. А.* Развитие тепловозной тяги за 30 лет Советской власти / А. А. Пойдо // Техника железных дорог. — 1947. — № 11. — С. 19–21.
7. *Гаккель Е. Я.* Тепловозы с электрической передачей / Е. Я. Гаккель // Электричество. — 1950. — №2. — С. 78–82.
8. *Ветров И. Е.* Легендарные локомотивы. Первый советский тепловоз / И. Е. Ветров // Железнодорожный транспорт. — 1977. — № 10. — С. 64–72.
9. *Якобсон П. В.* История тепловоза в СССР / П. В. Якобсон. — М.: Трансжелдориздат, 1960. — 212 с.
10. *Советские тепловозы* / [Шишкин К. Г., Гуревич А. Н., Степанов А. Д., Платонов Е. В.]. — М.: Машгиз, 1956, — 3-е изд. — 387 с.
11. *Гаккель Я. М.* Тепловоз / Я. М. Гаккель // Экономика, труд и техника. — 1923. — №3. — С. 3–14.