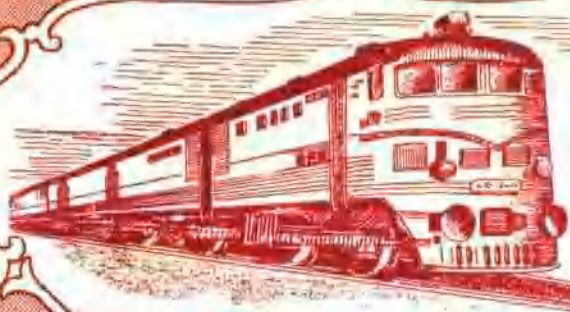




内燃機車

(苏联)E. 另, 喝凱尔 著

科学普及出版社

6421

本書提要

內燃機車是一種新型機車。它不但比蒸汽機車有着更多的優點，在某種程度上甚至就是電力機車也不如它。所以它是很有發展前途的一種機車。

這本小冊子扼要地介紹了內燃機車的構造和工作原理以及內燃機車的發展史和蘇聯及其它國家的內燃機車製造現況等。

總號:451

內燃機車

ТЕПЛОВОЗЫ

原 著 者: Е. Я. ГАККЕЛЬ

原 編 者: ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО ПО
РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИ-
ЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

原 出 版 者: ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

1955

譯 者: 馮 昌 麟

校 訂 者: 段 壩 川、沈 庭 寿

出 版 者: 科 學 普 及 出 版 社

(北京市西便門外都察院)

北京市書刊出版業營業登記證出字第091號

發 行 者: 新 華 書 店

印 刷 者: 北 京 市 印 刷 一 廠

(北京市西便門外大街21號)

開本: 787×1092 1/2

印張: 14

1957年2月第1版

字數: 22,800

1957年2月第1次印刷

印數: 7,700

統一書號: 15051·23

定價: (9)1角6分

关于內燃機車的一般知識

用內燃机为原动机的機車，按其用途可以分成以下三种型式：內燃機車、摩托機車及自动車輛。

用来牵引旅客列車及貨物列車的以內燃机为原动机的機車，叫作**內燃機車**。內燃機車的功率为 300 馬力至 6,000 馬力。

在鐵路車站內用来担任調車工作和在工厂、矿山、采煤場以及其它工矿企業內用来运送少量貨物的內燃機車，叫作**摩托機車**。摩托機車的功率为 70 馬力至 300 馬力。

內燃機車本身就兼有車輛的，叫作**自动車輛**（柴油动车）。自动車輛用来牵引公务車，運輸近郊旅客以及运送少量貨物。自动車輛的功率为 100 至 1,000 馬力。

用內燃机为原动机的機車，在装备方面是現有各种类型機車中最为复杂的。

任何一种機車設備的用途，都是为了要获得能使列車車輪轉动的机械能。各种不同型式機車間的區別，决定于機車上是哪一种能量被轉变成使列車运动的机械能。

機車上用来使一种能量轉变成机械能的全套机器及設備，叫作機車的**能量鍊**。

蒸汽機車的能量鍊由火箱、鍋爐及汽机所組成。在火箱內，燃料的化学能轉变为热能；在鍋爐內，热能轉变为蒸汽的压力；在汽机內，蒸汽压力轉变成运动，也就是轉变成傳給車

輪的機械能。

直流電力機車的能量鍊僅由一個部分——**牽引電動機**——所組成，在牽引電動機中電能被轉變成機械能。

內燃機車採用**活塞式內燃機**作為主要的或原始的發動機。在這種內燃機中，燃料的化學能轉變成機械功時最為經濟，也就是損失最小。

假若機車內燃機的曲軸可以直接和機車各動軸相連接，這種機車就會具有最簡單的能量鍊。但是在實際上，像這樣的簡化系統是不適宜的，因為當列車運行時，機車的運行速度及其所發出的牽引力都應該有變化。普通的內燃機並不能適合這樣的工作。內燃機在全負荷下將不能開動，也就是說這樣的內燃機車掛在列車頭部時不可能使列車起動。這是由於在低速時（當內燃機轉數不大時）所發出的功率不大，因而列車的加速過於緩慢。曾經有人企圖做出能適合列車加速情況的內燃機車的特殊內燃機，但並未成功。所以內燃機車的運行速度及牽引力的改變，要利用裝在內燃機曲軸和機車動軸之間的特种“傳動裝置”。

在現代的內燃機車上採用以下三種傳動裝置：機械傳動裝置、液力傳動裝置及電力傳動裝置。

內燃機車上的**機械傳動裝置**和汽車、拖拉機、機床以及其它機器上的機械傳動裝置完全一樣。

利用齒輪嚙合的換擋，可以在內燃機曲軸轉速保持不變的情況下，改變傳動比而使機車動軸得到各種不同的轉速。

假若內燃機所發出的功率保持不變，那麼機車所發出的牽引力就會隨著車輪轉動速度的改變而變化，也就是說，會隨著

機車运行速度的改变而变化。

機車功率 N (以馬力計) 可以用牽引力 F_k (以公斤計) 和速度 V (以公里/小時計) 的乘積來表示:

$$N = \frac{F_k V}{270}$$

(式中的數字270是換算系數)。

由此可以看出, 當功率不變時, 機車运行速度是和牽引力成反比的, 這就恰巧符合列車运行時的要求。當列車在難行坡道上运行时, 其运行速度較低; 可是當列車在易行區段內需要的牽引力較小時, 它就能以較高速度來运行。

機械傳動裝置較為簡單而且其成本不高, 但是由於在功率較大的情況下使離合器結合是很困難的, 所以機械傳動裝置并未得到廣泛的採用。

液力傳動裝置由液力泵及液力發動機(或渦輪機)組成。

內燃機帶動液力泵, 再由液力發動機來帶動機車動軸, 液力泵的工作腔和液力發動機的工作腔是互相連通的; 液力泵和液力發動機使一定量的液體(水或油)在其共同的工作腔內循環流動。內燃機在使用液力傳動裝置的情況下, 也能以同一的功率在恒定不變的工作下工作。機車牽引力及运行速度的變化, 是靠轉速發生變化時在能量鍊的液力部分自動地改變傳動比來實現的。

這種傳動裝置可以裝在任何功率的機車上。應用這種傳動裝置最廣泛的, 是中、小馬力的機車。

採用把液力傳動和機械傳動結合在一起的傳動裝置是特別有效的。蘇聯以外的其它國家正開始用這種傳動裝置來裝備大

型內燃機車。

電力傳動裝置是由發電機及電動機所組成。

內燃機帶動發電機，而由發電機供給電能的電動機帶動機車動軸。這樣就產生複雜的能量轉變。發電機將機械能轉變成為電能，而電動機又將電能轉變成為機械能。

乍看起來，像這樣兩次改變能量似乎是不利的。但是現代電機具有很高的效率，在能量鍊的整個電力部分僅損失10—15%的能量。

使用電力傳動的內燃機車，在原動機的功率範圍內，具有最佳的牽引特性及廣闊的機車工作調節範圍。電力傳動裝置可用於任何功率的機車上，而且目前在蘇聯以及其它國家的內燃機車上採用得極為廣泛。

現在將具有在原則上各不相同的能量鍊的三種型式的機車（蒸汽機車、電力機車以及電力傳動的內燃機車）的各種比較數據列成下表。

指 標	蒸汽機車	電力機車	內燃機車
效率	0.07	0.14	0.24—0.26
每萬噸公里的換算燃料消耗量(公斤)	210	113	48
每萬噸公里的用水量(公斤)	2.2	—	0.0012
對軌道的影響(比較數值)	1	0.9	0.75
不添裝燃料所能走行的距離(公里)	150—200	不受限制	1,200—1,500
不添裝水所能走行的距離(公里)	70—100	不受限制	1,500—2,000
每萬噸公里的修理費用(以%計)	100	53	80
自立性	能够自立	不能自立	能够自立

從上列的數據可以證明，內燃機車都比其它型式的機車具

有优越的指标。

不久以前，在全世界的鉄路上，仍以有 125 年以上历史的蒸汽機車牵引的应用为最广。蒸汽機車在这段很長的时期內是有所改进的，可是假若不將它的能量鍊进行根本的和原則性的改变，則要想再繼續提高它的技术指标及經濟指标已經是不可能的了。所謂根本的和原則性的改变，举例來說，就是將蒸汽機車的汽机換成汽輪机并裝有將能量从汽輪机傳給機車动軸的电力傳动裝置（汽輪机电力機車）等。

普通蒸汽機車之所以不能和电力機車、內燃機車及燃气輪機車相竞争，在于它有下列一些缺点：效率低；需用大量的質量好的水；由于鍋爐要經常进行清洗，所以全年的走行公里数較少；需要时常添裝燃料及水；機車运行整備時間較長；在停車和等待乘务时有非生产性的燃料消耗；对軌道的破坏作用較大；機車乘务員的工作条件繁重。

蒸汽機車的自立性（这是胜过电力機車的一个优点）是非常有限的。蒸汽機車在运行时并不和任何固定設備有直接联系，但是为了要能够运用蒸汽機車，就必须具有給水系統的設施。这就需要化費大量資金，而且在無水地区及缺水地区就会造成很大的困难。除此以外，还必须設有許多燃料倉庫和用来給蒸汽機車的煤水車裝煤的專門設備。

在將內燃機車和电力機車加以比較时，我們必須指出，电力機車應該算是完全近代化的機車，而且它还有繼續进一步發展的可能性。这种可能性，首先就是將直流电力牵引改成交流电力牵引，这样就可以使接触網上应用的有色金屬的需要量大为減少。

电力机车的优点，就是它無論是用直流电力牵引或用交流电力牵引，都具有較大的超負荷能力，这个超負荷能力仅受牵引电动机的超負荷的可能性的限制，因为电力机车的电能是由牵引变电所集中地供給的，而牵引变电所的功率却要比电力机车的功率大許多倍。可是在內燃機車上，把能量供給电动机的来源却是裝在內燃機車內部的內燃机，而內燃机的超負荷能力是很小的。

和电力機車相比，內燃機車的主要优点是：它有完全的自立性，也就是說，它是不依賴于任何固定設備的。

电力機車和接觸網以及牵引变电所有机地联系着。在建筑电力铁路的时候，其裝备期限最長，基建費用最大。当發生地震、颶風以及其它天災时，对电气化铁路的損害也很大。

电力傳动的內燃機車的牵引特性和电力機車的牵引特性相似，因为內燃機車牵引电动机的电机特性是和电力機車牵引电动机的电机特性完全相同的。在电力傳动裝置能自动調节的現今的情况下，將电动机用在內燃機車上要比用在电力機車上好得多，而且电力傳动內燃機車的牵引特性的調节可能性要比电力機車的广闊得多。

由于內燃機車具有上述各种优点，再加上效率較高，所以即使和电力機車比較起来，它也占优越地位。

內燃機車有它唯一的缺点，这在內燃機車發展初期已是無可爭辯，那就是內燃機車純粹需用液体燃料，而蒸汽機車及火电站在实际上却可以使用任何固体燃料。然而由于內燃机已有可能使用气体燃料，所以就是这一缺点，在某些程度上也可以加以弥补。

在苏联，天然可燃气体的儲藏量是無穷的。在許多工矿企业中，可燃气体乃是生产中的副产物。这种可燃气体經過适当的簡單处理、清洗及壓縮以后，就可以有效地用来作为機車發动机的燃料。

用任何固体燃料都能够制造可燃气体，这一事实是具有極大的实际意义的。固体燃料的气化，是在專門的密閉爐（燃气發生爐）中进行。气化的原理在于使燃料中的碳不被完全氧化。

早在100年以前，人們就已应用固定式燃气發生爐。1914年，在俄国曾經制造出第一具供运输用的汽車燃气發生爐。1933年，在苏联曾經設計出第一台燃气發生爐內燃機車，并在1949年着手进行在ТЭ-1型內燃機車上改用發生爐燃气的工作。1951年哈尔科夫工厂曾制造出ТЭ-4型燃气發生爐活节內燃機車。

內燃機車的应用范围，將因能够完全掌握使用固体燃料的燃气發生爐內燃機車而更加扩大。

目前外国都正在鐵路运输上日益广泛地改片內燃機車牵引，并加紧發展內燃機車制造工業，这可以証明內燃機車在經濟上是有許多优点的。

內燃機車的建造和發展簡史

苏联是牵引列車用的大功率內燃機車的祖国。俄国的工程师及科学家們早在19世紀末叶就已开始研究建造內燃機車。

到1901年，А. И. 奥金卓夫上校和К. Г. 庫茲涅卓夫工程师曾进行了功率为360馬力的內燃機車的設計，車中裝有帶动兩台發電机的兩台內燃机。發電机的电能是傳給动軸牵引电动机

的。這兩個設計師在1905年又曾提出功率為1,000馬力的內燃機車的設計。然而這兩個設計，一個也沒有得到認可，所以未能付諸實現。

1902年開始在內河及海上船艦上廣泛地採用內燃機。在1914年第一次世界大戰中，所有各個交戰國家的艦隊都已經有許多裝有高压縮比自燃式內燃機的潛水艇參加作戰。雖然這樣已經無可爭辯地証明了柴油機作為運輸用發動機的優點，可是鐵路方面却仍然頑固地拒絕把它採用為機車發動機。

但是，俄國的先進工程師及科學家們考慮到建造不費水而且效率高的機車的種種好處，仍然繼續研究內燃機車的設計，並不因此而停頓。

在1909年，柯洛明蒸汽機車制造工廠的工程師們提出了內燃機車的設計。1910年有奧連堡鐵路的一個工作人員B. A. 什圖肯別爾格工程師提出了內燃機車的設計。他在这个設計中，建議將柴油機及壓氣機裝在蒸汽機車的煤水車上，以便能在壓氣機中利用柴油機的能量來產生壓縮空氣。在蒸汽機車的汽缸中則以壓縮空氣代替蒸汽來作功。他認為如果利用原有的蒸汽機車，就可以用較少成本而很快地製造出這種“**燃氣傳動**”的內燃機車來。

B. H. 格林聶維茨基教授的最有天才的學生之一，功勳科學家及前斯大林獎金獲得者A. H. 謝列斯特教授，當他還只是一個大學生的時候，就曾作出裝有**特种內燃機**的內燃機車的首創設計。哈爾科夫蒸汽機車制造工廠的A. C. 拉耶夫斯基，A. B. 里普科—巴拉費耶夫斯基以及B. H. 柯爾切夫斯基等工程師也曾提出內燃機車的設計。

但是，尽管俄国科学家及工程师們进行了頑强的工作和重大的創举，也还不能打消沙皇政府的官吏对本国技术的怀疑。因此这許多建議一个也沒有能实现。

俄国在革命前仅制造小功率的帶汽化器的內燃機車車輛：在普梯洛夫工厂及哈尔科夫工厂制造过帶汽油發动机和汽車式变速箱的軌道車，在梅梯辛工厂曾制造过帶煤油發动机并以电力傳动的自动車輛。

苏联以外的其它国家在 20 世紀 30 年代以前，还没有大型柴油电力機車，也就是說还没有大型內燃機車。美国鮑特温工厂曾制造帶机械式变速箱的小型調車機車。在美国某条鉄路上曾經运用过的三台各为 175 馬力并帶电力傳动裝置的機車，这已經算是功率最大的內燃機車了。

在 1912 年，瑞士的苏黎支工厂及德国的鮑尔捷格工厂曾企圖制造索引列車用的大型內燃機車。但是，这种企圖后来完全失敗了。原来設計者和制造者并未考虑到內燃机在機車上的工作条件的特点，而將內燃机曲軸直接和機車动軸相連接，却没有采用任何一种能够不改变內燃机曲軸轉动速度而能改变機車运行速度的傳动裝置。結果这种經過好几年才制造出的內燃機車，在試运几个月以后就送去銷毀了。

自从苏联建立了苏維埃政权以后，人們对于設計內燃機車和采用內燃機車牵引的問題的态度已經大为改变。

В.И.列宁認為建立苏联內燃機車制造工業的問題是具有重大意义的。苏联劳动国防會議在 1922 年 1 月 4 日也曾作出決議，这就为苏联內燃機車制造工業及为在苏联鉄路上采用內燃機車牵引奠定了基礎。

1924年列宁格勒工厂按照雅柯夫·莫傑斯托維奇·噶凱尔的设计所制造的1,000馬力的帶电力傳动裝置的內燃機車（圖1），就是世界上第一台牽引列車用內燃機車。这台內燃機車在设计、制造及試驗期間，是按照設計师的姓来命名的，因而叫作Γ³-1型內燃機車。

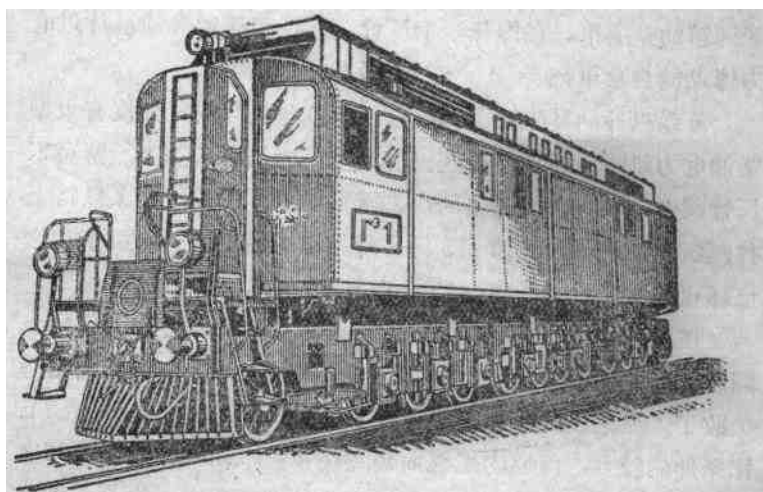


圖1 苏联第一台大功率 ИМ-Эп-1型 (Γ³-1型) 內燃機車 (1924年)。

苏联在当时还没有專門制造內燃機車的工厂，因此第一台大功率的 ИМ-Эп-1 型內燃機車，是由列宁格勒的巴尔梯造船厂，“紅色普梯洛夫工人”工厂，“电气工人”工厂以及“电力”工厂等四个工厂共同制造的。第一台內燃機車所用的發动机，是从“天鵝”号潛水艇上拆下来的現成的1,000馬力的柴油機。

根据当时工業方面的可能条件，必須由兩部發电机来分担發电功率。这两部从“雅茲”式潛水艇拆下的發电机，是沿着內

燃機車中心綫分別安裝在柴油機兩側的。

蘇聯科學院通訊院士 A.E. 阿列克謝耶夫曾為內燃機車設計出 ПТ-100 式牽引電動機，而且“電氣工人”工廠在他的指導下製造了 10 台這種電動機。第一台內燃機車的電力綫路圖及其操縱系統是由 A.E. 阿列克謝耶夫、Я.М. 噶凱爾以及 В.Ф. 米特凱維奇院士所研究設計的。

內燃機車的走行部分被設計成為轉向架的型式，並曾在 A.C. 拉耶夫斯基教授的指導下在普梯洛夫工廠進行製造；這是製作這種型式的機車走行部分的第一次試驗。這種走行部分的結構證明是完全合理的，目前在所有的電力傳動的內燃機車上和電力機車上都採用這種走行部分。

要在很短時期內就建造出完全新式的機車是有困難的，這需要吸收各種不同專業的工程師及科學家們來共同參加設計和製造工作。為了使各種工作能夠結合起來，在“Я.М. 噶凱爾教授系統內燃機車製造局”曾設立常設技術委員會，由 H.Л. 楚金教授擔任該會的主席。

第一台內燃機車是在巴爾梯工廠進行裝配的。1924 年 8 月 5 日在巴爾梯工廠，將蘇聯機車製造業的第一個“產兒”進行了首次運轉試驗。

1924 年 11 月 6 日是全世界實際上開始採用內燃機車牽引的正式日期；蘇聯第一台 ПТ-1 型內燃機車在那一天初次行駛在蘇聯鐵路的軌道上。

第二台電力傳動的 Э-Эп-2 型內燃機車，是按蘇聯專家們的設計在德國製造出來的。

在國外為蘇聯製造的第三台 Э-МХ-3 型內燃機車是機械傳

动的，这是由于为要对于成批生产的內燃機車系統能够客观地进行选择，所以作出了要制造并試驗各种型式的試驗型內燃機車的决定的緣故。根据 Θ -MX-3 型內燃機車的運用試驗的結果証明，在大型內燃機車上采用机械傳动裝置是不合适的。

苏联及其它国家的一些工厂曾在好几年內根据苏联的設計还制造了几台功率为1,000 馬力的牽引列車用 內燃機車和兩台功率为 600 馬力的調車用內燃機車。它們都是电力傳动的。

苏联在 1931 年根据既得的經驗，建造了成批的 Θ -Эп 型电力傳动內燃機車，它的功率为1,050馬力。 Θ -Эп 型內燃機車(圖 2)是由柯洛明蒸汽機車制造工厂制造的。

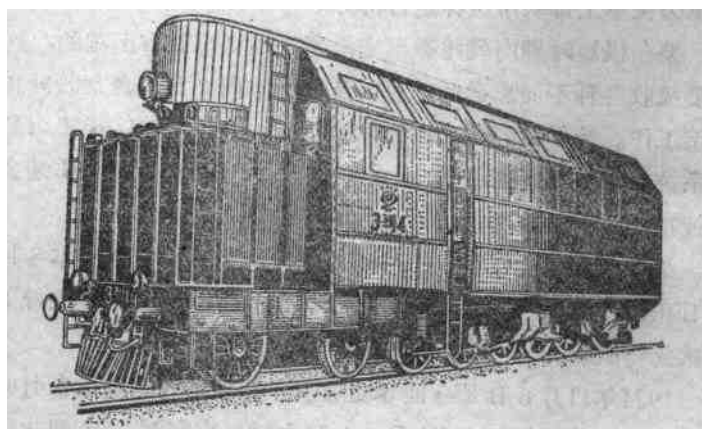


圖 2 苏联柯洛明工厂成批制造的 Θ -Эп 型內燃機車 (1931年)。

1931年，苏联在阿什哈巴德鐵路修筑了世界上第一个內燃機車牽引区段，并于1935-1938年間在阿什哈巴德建造了專門的內燃機車修理工厂。所以阿什哈巴德鐵路就成为世界上第一

个完全改用內燃機車牵引的铁路。

国外有許多国家，首先是美国，都吸取了苏联在大型內燃機車制造及运用方面的經驗。

美国到1938年才制造出第一台牵引列車用的电力傳动的大功率內燃機車，到1941年才开始正式运用大功率內燃機車。以后，美国及西欧許多国家才开始在铁路上大量广泛采用內燃機車。

苏联在內燃機車發展方面以及內燃機車牵引的使用方面，到1941—1945年的偉大衛國战争以后，才有了很大的进展。

在衛國战争时期，苏联內燃機車的台数还是不多的。虽然当时內燃機車参加国内的运输工作和货运特別繁忙的樞紐站的調車工作的情况还不多，但已証明了內燃機車的巨大优点，它是一种实际上不費水及可以長時間運轉而不需添裝燃料的機車。

苏联早在战后第一个五年計劃（第四个五年計劃）期間就已決定要制造新式的大型內燃機車。1947年，在重建的哈尔科夫內燃機車制造工厂开始成批生产功率为1,000馬力的ТЭ-1型內燃機車（圖3）。

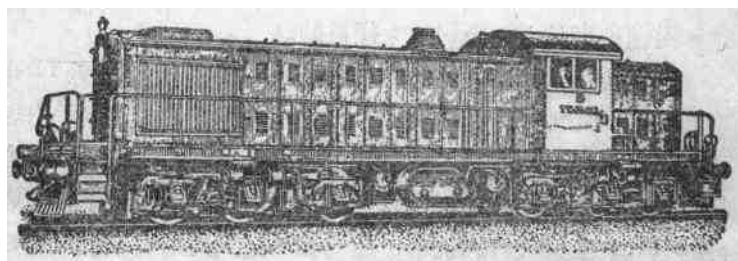


圖 3 哈尔科夫工厂制造的 ТЭ-1 型內燃機車（1947年）。

1948年，哈尔科夫工厂的工作人员制造了ТЭ-5型内燃机车（圖4）。ТЭ-5型内燃机车和ТЭ-1型内燃机车的区别仅在于车体結構不同，另外，ТЭ-5型内燃机车上采用了保暖設備。这种内燃机车是供苏联北方地区运用的。

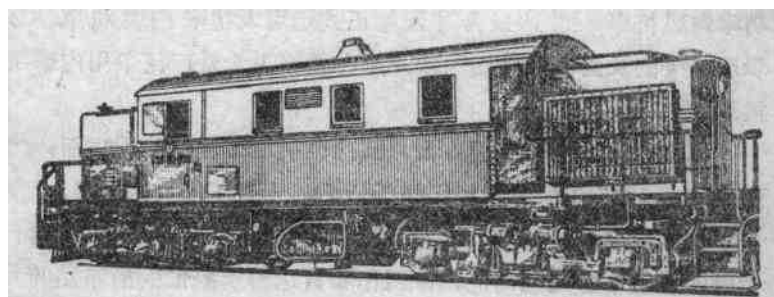


圖 4 ТЭ-5型內燃機車（1948年）。

1949年，哈尔科夫工厂制出了一种新式的ТЭ-2型活节內燃機車（圖5）。这种ТЭ-2型活节內燃機車是由两个完全相同的部分——两个單节內燃機車所組成。每一單节內燃機車的功率都和ТЭ-1型內燃機車的功率相同，就是說功率各为1,000馬力。ТЭ-2型活节內燃機車的总功率为2,000馬力；这种內燃機車是由一个司机来操縱的。

除了使用液体燃料的內燃機車以外，另外还建造了ТЭ-Г型及ТЭ-4型燃气發生爐式內燃機車的試驗样品。这两种內燃機車是使用从機車本身的燃气發生裝置所得到的燃气作为燃料。目前，在伏尔加沿岸鐵路已經在使用能够节省大量液体燃料的燃气發生爐式內燃機車。燃气發生爐式內燃機車的效率要比蒸汽機車高得多。ТЭ-4型燃气發生爐式內燃機車每裝一次

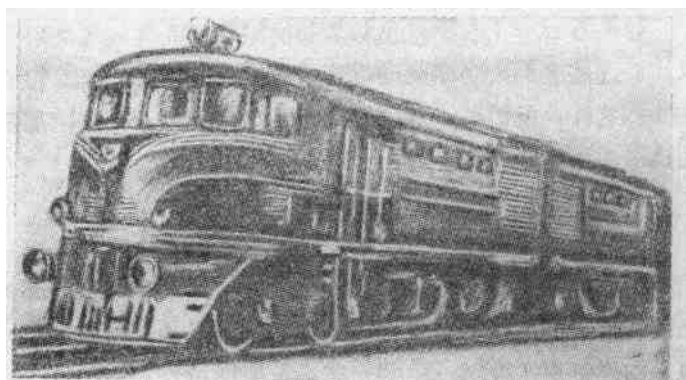


圖 5 ТЭ-2 型活節內燃機車 (1949 年)。

無煙煤后能够走行 500 公里。

ТЭ-4 型內燃機車裝置得也和 ТЭ-2 型內燃機車一樣，所不同的只是在 ТЭ-4 型內燃機車的兩個單節的中間還裝有煤水車，燃氣發生爐設備就裝在煤水車上。

1954 年，哈爾科夫工廠曾製造出新型大功率 ТЭ-3 型內燃機車的試驗產品。這種內燃機車和 ТЭ-2 型內燃機車一樣，也是活節內燃機車；它是由兩個單節內燃機車所組成，每個單節內燃機車的功率為 2,000 馬力。所以 ТЭ-3 型內燃機車的總功率為 4,000 馬力。

蘇聯的設計師們目前正進行設計牽引旅客列車用的內燃機車，它將是蘇聯的速度最高的機車。它的速度為 160 公里/小時，比 ПЧ-2 型飛機的速度還要高些。

蘇聯現在正製造 300 馬力柴油機的特种內燃機車，以便供給鋪設在荒地和礦藏開拓地區內的窄軌鐵路上運用。這種內燃機車的速度達 50 公里/小時。