

內 燃 機 車 學

人民交通出版社

高等學校教學用書

內 燃 機 車 學

H·M·格 拉 高 列 夫 著

潘震蒼 張耀芳 夏寅孫 合譯



人 民 鐵 道 出 版 社

一九五五年·北京

本書闡明了內燃機車的理論基礎和基本構造，並且介紹了各種型式的內燃機車，其中比較着重說明電力傳動的內燃機車。

本書經蘇聯交通部教育總局批准作為鐵道運輸學院的教材。

本書除作鐵道學院教材外，並可供機務部門工程師、技術員，以及有關人員學習和參考之用。

本書由交通大學潘震蒼、張耀芳、夏寅孫譯出，由陳子晴、夏建新、王祖澤校閱，最後並經潘震蒼總校。

內 燃 機 車 學

ТЕПЛОВОЗЫ

蘇聯 Н.М. ГЛАГОЛЕВ 著

蘇聯國家鐵路運輸出版社(一九四八年莫斯科俄文版)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва 1948

潘震蒼 張耀芳 夏寅孫 合譯

責任編輯 張爾琴

人民鐵道出版社出版(北京市霞公府十七號)

北京市書刊出版營業許可證出字第零壹零號

新 華 書 店 發 行

人民鐵道出版社印刷廠印(北京市建國門外七聖廟)

一九五五年九月初版 第一次印刷平裝印1—1,080冊

書號：363開本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印張：17 $\frac{1}{2}$ 插頁1 382千字定價(8)2.47元

著 者 的 話

本書的目的是要向學生介紹內燃機車的理論基礎、動作原理和最主要的構造特點。

本書內容係根據著者在以基洛夫命名的哈爾科夫鐵道運輸學院講授的講義。

書中研究了現代的一些基本型式的內燃機車，其中研究得最詳細的是用電力傳動的，這幾乎是蘇聯鐵路上唯一採用的一種內燃機車。

在本書敘述中，著者注意到讀者對於內燃機的構造、直流電機、傳熱原理和牽引計算都很熟悉。因此，在敘述內燃機時，只特別注意它們的某些特點，這些特點如果不懂得，就難於理解整個內燃機車的工作原理。說明其他問題時，也同樣用這個方法。

所介紹的有關書籍目錄並沒有使之完備。它只包括了著者曾仿照其中某些插圖的那些書籍，以及讀者在個別問題上能找到更詳細解釋的一些書籍。

著者歡迎讀者對於本書內容的批評。

著者利用這個機會，向所有曾對本書著作有所幫助者表示謝意，特別是交通部中央科學研究所內燃機車部領導者技術科學候補博士 A.A. 波依陀、莫斯科運輸工程師電機機械學院副教授 A.B. 陀姆勃羅夫斯基和功勳科學技術工作者 A.H. 謝列斯特，他們評閱了原稿並提出了寶貴的意見，還有工程師 H.H. 蘇鮑奇提供了液力-機械傳動等方面的資料，工程師 H.C. 利雅霍夫斯基提供了以古比雪夫命名的格洛明機械製造工廠的內燃機車的資料。

H. 格拉高列夫

目 錄

第一章 緒論

§1. 基本概念·····	1
§2. 內燃機車和他種機車的比較·····	3
§3. 關於內燃機車製造的簡述·····	7

第二章 內燃機車發動機的工作過程

§1. 四衝程柴油機的進氣·····	12
§2. 增壓式四衝程柴油機的進氣·····	20
§3. 二衝程柴油機的進氣·····	29
§4. 柴油機中的混合物形成和燃燒·····	36
§5. 發動機的主要參數·····	50

第三章 內燃機車發動機的構造

§1. 關於內燃機車發動機的类型·····	56
§2. 關於幾種發動機的簡述·····	63
§3. 柴油機的燃料系統·····	86
§4. 柴油機工作的調節·····	100
§5. 調節進行方式的例子·····	111

第四章 發動機動力學

§1. 曲柄-連桿機構中的力和力矩·····	123
§2. 發動機的平衡·····	128
§3. 扭轉振動·····	135
§4. 扭轉振動頻率的求法·····	146
§5. 配氣機構·····	154

第五章 發動機各種性能

§1. 功率特性·····	158
§2. 外特性和影響它的因素·····	163
§3. 調速器特性·····	174
§4. 經濟特性·····	178

第六章 各種型式的內燃機車

§1. 直接傳動的內燃機車·····	182
§2. 內燃機蒸汽機車·····	191
§3. 機械傳動的內燃機車·····	199
§4. 內燃機車Θ-MX-3的工作狀況和試驗結果·····	213
§5. 液力離合器和液力變扭器·····	222
§6. 摩托機車·····	231
§7. 液力傳動·····	237
§8. 空氣傳動的內燃機車·····	241
§9. 燃氣傳動的內燃機車·····	249
§10. 燃氣輪式內燃機車·····	254

第七章 電力傳動的內燃機車

§1. 電力傳動的一般概念·····	260
§2. 直流發電機·····	265
§3. 發電機的激磁和特性曲線·····	271
§4. 直流電動機·····	276
§5. 電機的發熱·····	283
§6. 電力傳動的內燃機車的牽引特性·····	288
§7. 電力傳動的內燃機車的操縱·····	301
§8. 電力傳動的內燃機車的構造特點·····	306
§9. 電力傳動裝置的設備·····	319

§10. 關於他種電力傳動的內燃機車的一些知識·····	326
------------------------------	-----

第八章 內燃機車的輔助裝置

§1. 燃料系統·····	328
§2. 煤氣發生器·····	334
§3. 水的系統·····	343
§4. 潤滑油系統·····	348
§5. 冷卻器·····	358
§6. 電機的通風·····	366
§7. 空氣系統·····	370
§8. 蓄電池·····	375
§9. 發動機的起動·····	382
§10. 其他的輔助裝置·····	390

第九章 內燃機車的走行部分

§1. 車架和彈簧裝置·····	392
§2. 內燃機車在彈簧上的振動·····	395
§3. 動軸的拖動·····	403
§4. 轉向架和復原裝置·····	409
§5. 制動·····	415
參考資料目錄·····	421
主要的常用符號表·····	425
中俄名詞對照表·····	430

第一章 緒 論

§1. 基 本 概 念

各種機車的分類要看車上機械能的最初來源是什麼。例如，在蒸汽機車上，機械能的來源是活塞（鞴）式蒸汽機，有時是蒸汽渦輪機（後一種機車稱為渦輪機式蒸汽機車）；在電氣機車上，機械能的來源是電動機，它從固定的電力站獲得電流。內燃機車上，機械能的最初來源是內燃機（活塞式或燃氣輪式）。

除此以外，還可以把既有內燃機又有蒸汽機的內燃機蒸汽機車單獨分出。

內燃機車可以按照用途和功率分成下列幾類：

- （1）幹綫內燃機車（旅客機車、貨物機車、客貨兩用機車），用來牽引列車，它的發動機功率一般不小於 $N_e = 1000$ [有效馬力]（內燃機的有效功率，在機軸上量得）；
- （2）用於車站、鐵道專用綫和廠內運輸的調車機車（摩托機車），發動機功率不大於 500 [有效馬力]；
- （3）自動車輛，用來牽引列車和裝載貨物，發動機功率通常小於 300 [有效馬力]。

根據發動機和動軸間傳動裝置型式的不同，內燃機車可以分為下列幾種型式：

- （1）直接傳動的內燃機車，它的發動機軸和動軸以固定的傳動比相連接；
- （2）機械傳動的內燃機車，它的發動機和動軸間有變速箱，依靠變速箱可以改變發動機軸和動軸間的傳動比；

(3) 電力傳動的內燃機車，它的發動機拖動發電機，發電機產生的電流促使和動軸相連的電動機轉動；

(4) 液力傳動的內燃機車，它的發動機拖動液體泵，泵所傳送的液體（通常是油）在與動軸相連的液力機械中作機械功；

(5) 空氣傳動的內燃機車，它的發動機拖動壓氣機，而壓縮空氣在與動軸相連的空氣機中作功；

(6) 液力－機械傳動的內燃機車，傳動裝置有液力和機械的傳動原件；

(7) 燃氣傳動的內燃機車，它的內燃機作為機械式的燃氣（燃燒產物）發生器，燃氣在與動軸相連的機械中作功。

在現代的內燃機車製造業中，內燃機車上（幹綫機車和調車機車）最普遍採用的是電力傳動，而摩托機車和自動車輛上則是機械傳動。其他的傳動方式沒有被廣泛採用，其中某些只是在試驗階段。

除了內燃機外，傳動裝置的型式決定了內燃機車構造上和運用上的主要特點。特別是這些情況決定了內燃機車上輔助裝置的性質。

內燃機車由四個基本部分組成：

- (1) 內燃機（原動機）；
- (2) 從原動機到動軸的傳動裝置；
- (3) 走行部分，包括車架、轉向架、輪對和車體；
- (4) 輔助裝置，用來保證走行部分、發動機和傳動裝置的正常工作。

內燃機車輔助裝置包括下面這些部分：

(a) 發動機的燃料系統，包括儲存液體燃料的燃料箱（供給柴油機或汽化器式發動機）、濾清器、燃料泵等；

(6) 發動機的水冷卻系統，包括水泵、冷卻器、把空氣送過冷卻器的風扇、連接水泵和連接風扇的傳動機構；

(B) 內燃機車的發動機和其他機構的潤滑系統，包括潤滑油箱、濾清器、泵、冷卻器；在某些情況下，潤滑油也用來冷卻發動機活塞以及用於調節系統的伺服馬達；

(r) 空氣系統，把壓縮空氣供給制動裝置、砂箱、信號裝置；在某些情況下，用壓縮空氣使內燃機起動，在空氣噴射式柴油機中，用壓縮空氣使燃料從噴嘴中噴出。這個系統由壓氣機、儲氣筒等組成；

(д) 輔助的電氣設備，其中包括照明系統、用於泵和風扇的輔助電動機和發動機的電氣起動裝置；和電力傳動直接有關的電氣設備，這裏就不再列舉了；

(e) 檢查和計量的儀表，用於上面列舉的所有輔助裝置和發動機與傳動裝置；這裏面包括壓力表、轉速表、溫度表、電流表、電壓表；

(ж) 操縱設備，它的種類決定於內燃機車上傳動裝置的型式。

§2. 內燃機車和他種機車的比較

內燃機車的基本優點之一是：內燃機（特別是柴油機）的效率比較高。從熱力機械理論得知，這是由於在發動機汽缸中作功的工質性質的關係。在蒸汽機中，工質是水蒸汽，它在蒸汽機或渦輪機中作功以後，帶走了很多熱量（以汽化潛熱或凝結潛熱的形式被帶走）。在內燃機中，從汽缸排出的工質溫度高於蒸汽機中排出的，但由於沒有汽化潛熱的損失，內燃機中排氣的總損失低於蒸汽機。

發動機的高效率也就決定了整個內燃機車的高效率，當然，傳動裝置的型式對於效率也有影響。

各種機車的效率大約在下列範圍內變化：

內燃機車，用柴油機者（效率決定於傳動裝置的型式）	從17到34%
電氣機車	從12到14%
內燃機蒸汽機車	從10到12%
蒸汽機車	從 7 到10%

在這幾種情形中，效率是取為二者之比，即：機車動輪輪周上的功 L [公斤·公尺]（須換算為熱量單位）和燒掉的 B [公斤] 燃料

(熱值為 Q_n [仟卡/公斤]) 的發熱能力:

$$\eta = \frac{AL}{Q_n B},$$

式中 $A = \frac{1}{427}$ [仟卡/公斤·公尺]。

按照這個定義，電氣機車的效率是根據電力站裏燒掉的燃料的發熱能力來求得的，因此，也就計入了電力站和傳導電流的網路中的全部損失。在內燃機車上，採用有汽化器或煤氣發生器的發動機時，效率降低各為20~25%和40~45%左右（包括煤氣發生器中的損失）。這些數值並沒有用試驗加以證實，因為大型內燃機車只有製成用柴油機的。

因為柴油機燃料（輕油、蘇拉油）價格貴於蒸汽機車和電力站（它把能量送入供電網絡，供給電氣機車）所採用的固體燃料，內燃機車在熱力上的經濟性對於整個運輸費用良好的影響就減低了。由於燃料的價格包含它從產地運出來的費用，所以，距離石油產地越遠，內燃機車運用上相對的優點越少。在衡量用煤氣發生器式發動機的這種內燃機車的相對經濟性時，沒有上述的限制，因為它所用的燃料和蒸汽機車相同，而效率最大可以達到蒸汽機車的2~2.5倍（對於內燃機車說來，這個比例是4~4.5）。但是，有煤氣發生器的內燃機車在構造和運用上比柴油機車複雜，這也就阻礙了有煤氣發生器的內燃機車的製造，雖然它在經濟上有顯著的優點，並且能節省液體燃料。近年來，這方面的新主意應該促使用煤氣發生器的大型內燃機車製造出來。

把內燃機車和他種機車比較時，必須考慮到機車的製造費用和綫路的設備費用，包括所有輔助設備。這是十分複雜的問題，這裏我們不可能講得很詳細，只能提出主要的意見。

製造上最貴的是電力傳動的內燃機車，它的價格是等功率的蒸汽機車的1.5~2倍，它也貴於電氣機車，但是如果考慮到電氣化綫路的設備費用，那末內燃機車還是最有利的。在採用內燃機車牽引時，比起蒸汽機車來，燃料需要較少（按重量比較是5~6倍，或者按標準燃

料比較是4~4.5倍)，水的需要很少（僅是補償冷卻系統中的少量漏洩），起動內燃機車所耗的時間不多（和燒熱蒸汽機車鍋爐所耗的時間相比）；這些，大大地簡化了整個綫路設備。

還應該考慮到，內燃機車比蒸汽機車可以連續工作得更久，這就減少了必要的備用機車的數量，並減少折舊費用。這些能抵償內燃機車較大的製造費用對於運費的影響。但是，很清楚地可以看到，只有在機車使用頻繁時，才能獲得這種抵償。

採用電氣機車牽引時，綫路設備費用決定於接觸網、變電站、中樞發電站的價格，並且通常超過用內燃機車時所需的費用。因此，只有在列車來往頻繁時，採用電氣機車才是經濟的。採用內燃機車時，要降低運費，必須頻繁地利用每個個別的機車，但在採用電氣機車時，要達到這個目的，就必須頻繁地利用這個鐵路區間。

在工作不忙的區間採用電氣機車，一般是沒有好處的。

估量各種機車工作時經濟上的優點，還應該估計到管理和修理的費用。

修理費（中修和大修）方面，內燃機車高於蒸汽機車。但是由於內燃機車兩次修理間的走行里程較大（經過 60 萬〔公里〕大修，經過30萬〔公里〕中修），所以內燃機車每萬〔噸·公里〕的修理費小於蒸汽機車。在這方面特別有利的是：內燃機車採用重量較小的高速發動機。這種發動機的壽命和兩次修理間的期限雖然較短，但是它和重的發動機比較起來，有一個很大的優點，就是製造費用低，特別是大量生產時更是如此，這就足以抵償使用期較短的影響。除此以外，因為修理組織的改變，還可以使機車因修理而停留的時間減到最小限度。

輕的發動機在修理時，可以從內燃機車上取下，用別的發動機來代替（只需幾小時）。內燃機車其餘部件的修理，一般比蒸汽機車少些，並不特別複雜。

作用在內燃機車動軸上的扭矩的均勻性，使得它所需要的輪箍加工比蒸汽機車少得多（這種加工在定期檢修時進行）；也可以不必專

做架修。這一點有利於每單位走行里程的修理費。

內燃機車和蒸汽機車的管理費幾乎相等。

估計到上列所有因素時，可以看出，採用內燃機車牽引比採用蒸汽機車的運費大大減低。

除了上述的經濟因素以外，還有許多其他的有價值的因素，最後也能歸結到經濟指標上。現在把其中主要的列舉出來。

在給水困難或無水的地區，由於運送和保存水的工作的複雜性，採用蒸汽機車，即使是裝凝汽器，也是很困難的。這些地區運輸很繁忙時，採用電氣機車也並不好，因為電氣機車只能用遠處的中樞發電站的電流（發電站需要大量水），這就引起了電網絡中的附加損失。因此，雖然電氣機車本身不需要水，它在這方面是超過內燃機車的，但在這種地區，用內燃機車還是更合適些。

在動力學的特性方面，即均衡性和對於軌道的作用方面，內燃機車，特別是用電力傳動和機械傳動的，也都勝過蒸汽機車。這就可以減少軌道修理費，增加軸重，並且減低鐵路建築費。

內燃機車能行駛很長的距離而不要補充燃料和水的儲備，而且通常不需要停留。在這方面，內燃機車比蒸汽機車優越得多。例如，發動機功率為1500〔有效馬力〕的內燃機車以50〔公里/小時〕行駛3000〔公里〕，即經過60〔小時〕工作，需要 $60 \times 1500 \times 0.2 = 18000$ 〔公斤〕的燃料（這裏0.2〔公斤/有效馬力·小時〕是每〔有效馬力·小時〕的耗油量）和補償漏洩的少量水；同樣功率的蒸汽機車在相同情況下需要100~110〔噸〕煤和900〔噸〕水，而有凝汽設備的蒸汽機車約需要30〔噸〕水。

內燃機車和蒸汽機車勝過電氣機車的特點是自己能動，因為它們並不受車身外的一些設備（接觸網、變電站、發電站）的約束。

內燃機車的牽引力比蒸汽機車均勻，這就改善了車輪和鋼軌的黏着情況，改善了黏着重量的利用，並因此使同樣功率（和牽引力）的內燃機車的重量比蒸汽機車小。這個性質是在內燃機車上採用多汽缸發動機並且特別是用電力傳動的結果。電氣機車在這方面具有和電力

傳動的內燃機車同樣的性質，並且稍微超過機械傳動的內燃機車。

§3. 關於內燃機車製造的簡述

具有代表現代內燃機車所有最主要的特性、並在運用上完全適合於工作的第一台內燃機車是在蘇聯造成的。

內燃機車最初的一些設計，是於一九〇九年在格洛明機械製造工廠和塔什干鐵路上擬成的。

一九一一年，俄國學者А.Н.謝列斯特^㉑和В.И.格利聶維茨基^㉒開始對內燃機車製造方面進行深入的理論研究。由於А.Н.謝列斯特關於內燃機車設計的擬定和В.И.格利聶維茨基關於內燃機車第一本理論著作「內燃機車問題及其在俄國的價值」的出版，促使了這個工作的完成。在莫斯科高等工業學校工作的成就，提供了發展內燃機車製造的前提。

但是在沙俄的條件下，俄國科學家的這些設計，實際上並未實現。

只有在偉大的十月社會主義革命以後，才有條件來真正實現所獲得的理論成果，並進一步發展內燃機車製造的理論。根據列寧的指示，一九二二年一月四日頒佈了勞動國防委員會（СТО）決議，這個決議奠定了蘇聯內燃機車製造業的基礎。蘇聯國民經濟最高委員會（ВСНХ）於一九二二年一月三十日在Ф.Э.捷爾仁斯基主持下，規定了進一步工作的具體計劃。決定同時製造三台內燃機車，即用電力傳動

㉑ А.Н.謝列斯特（Алексей Несторович Шелест）是以包烏曼命名的莫斯科高等工業學校教授，功勳科學技術工作者，內燃機車製造的創始者之一，活塞式可燃氣體發生器和可燃氣體傳動的內燃機車的創造者，內燃機車製造方面主要著作的作者。一九一一年，他開始做內燃機車製造工作時，是莫斯科高等工業學校畢業生。

㉒ В.И.格利聶維茨基（Василий Игнатьевич Гриневецкий）（一八七一～一九一九）是傑出的俄國科學家，俄國熱力技術學校的創辦者，內燃機理論的創造者，內燃機車製造的創始者之一。一八九六年起任莫斯科高等工業學校講師，一九〇二年起，任該校教授，在一九一四～一九一九年這段時期中，任該校校長。

的、用機械傳動的和用燃氣傳動的。後一種是根據 А.Н. 謝列斯特教授的方案，是具有活塞式燃氣發生器的。

除此以外，根據國民經濟最高委員會一九二二年三月十日的決議，成立了「Я.М. 迦蓋爾教授[●]所提出的內燃機車製造局」。這樣，同時開始了四台內燃機車的製造。

首先造成的內燃機車是 Я.М. 迦蓋爾教授領導下設計的，這項工作並有 Н.Л. 舒金、А.С. 拉葉夫斯基、Б.М. 奧舒爾柯夫等教授參加。列寧格勒的工廠在相當短的時期內完成了內燃機車的製造，特別值得注意的，這是初次製造，並且這些工業是在戰後才恢復起來的。一九二二年十二月開始進行設計，一九二四年八月五日，內燃機車由工廠的軌道上行駛出來，並在一九二四年十一月六日交給十月鐵路使用。

Я.М. 迦蓋爾教授設計的內燃機車是世界上第一台用電力傳動的內燃機車，也是第一台合用的幹綫內燃機車。起先，這種內燃機車稱為 Г^э-001 型，後來稱為 Ш-ЭЛ-1 型。後面這種符號是根據我們在一九四六年前採用的制度。第一個字母表示相當於內燃機車功率的蒸汽機車的型式，符號的第二部分表示傳動方式，第三部分（數字）表示製成的內燃機車順序號碼。

內燃機車 Ш-ЭЛ-1 除了採用電力傳動外，還有許多別的改進的地方。它的走行部分用軸列公式為 1-3+4+3-1 的轉向架，其中共有二根導軸和十根動軸，分別裝在三台轉向架上。這樣，保證了機車能更好地通過彎道。現今的內燃機車製造業就是按照這條途徑發展起來的。

內燃機車 Ш-ЭЛ-1 的動軸採用動軸個別拖動，每根動軸都有自己的牽引電動機；除了電動機用電車式吊架以外，柴油機也用電力起動，這點在現今的內燃機車上也同樣採用。

● Я.М. 迦蓋爾 (Яков Моделстович Гаккель) (一八七四~一九四四)，一九二一年起，任列寧格勒電氣工業學院教授，後來是列寧格勒鐵道運輸工程師學院教授，在一九二一年開始做內燃機車設計工作。在製成世界上第一台用電力傳動的內燃機車後，他繼續進行內燃機車設計構造方面的工作。

內燃機車順利地通過了多次試驗和牽引列車的試運轉。最大速度達到92〔公里/小時〕（設計時定為75〔公里/小時〕）。內燃機車的牽引力足以牽引1500〔噸〕重的列車（設計時定為1000〔噸〕）；並且，只化77分鐘就可以牽引這列車行駛相當於蒸汽機車時間表上105分鐘內所走的里程。

然而，這第一台內燃機車還有缺點，它用了現成的潛水艇發動機，發動機功率對於內燃機車的黏着重量來說還是不夠的。除此以外，還沒有想到採用自動控制，而用人工換接兩台發電機，使它們串聯（高速度時）和並聯（低速度時）。

根據前述的國民經濟最高委員會一九二二年一月三十日的決議，同時進行另外三台內燃機車的設計和製造。

在一九二四年十二月，蘇聯工程師設計的1-5-1式內燃機車Э-ЭЛ-2運用於蘇聯鐵路上。在第一個工作年度中，內燃機車行駛了約50000〔公里〕，每萬〔噸公里〕平均耗費燃料47.6〔公斤〕，這個數值接近於現在的內燃機車的耗油量。

一九二七年，蘇聯鐵路有了新的2-5-1式內燃機車Э-MX-3，這是世界上第一台用機械傳動的大型內燃機車，它也是蘇聯工程師設計的。在第六章中，將要研究這台內燃機車。試驗這台內燃機車時，發現它雖然用了空氣噴射式柴油機，但它的效率仍達到31%，這個數字直到現在也還算是空前的。如果裝了現代的機械噴射式柴油機，效率還會大些（到33~34%）。用電力傳動的內燃機車效率，現在還沒有超過29%的。設計構造和自動控制方面的困難阻礙了機械傳動的內燃機車進一步發展，雖然內燃機車Э-MX-3運用了一段長時期（近九年）並且在大修前開始工作的六年中行駛了24〔萬公里〕。

企圖在大型內燃機車上採用機械傳動的打算，經過外國的試驗和我們用內燃機車Э-MX-3試驗後，發現很不順利。在蘇聯繼續進行着關於機械傳動的改良工作，並且現在確實有可能造出機械傳動的大型內燃機車，它是用液力自動控制的。交通部中央科學研究所、莫斯科高等工業學校和別的機關正按這個方向進行工作。

根據國民經濟最高委員會一九二二年一月三十日的決議進行設計的第三台內燃機車是按照 A.H. 謝列斯特教授的建議，並在他的領導下進行設計的，但是沒有進行到底。造好了試驗性的單汽缸活塞式燃氣發生器，現在放在以包烏曼命名的莫斯科高等工業學校內燃機車試驗室裏。但是，A.H. 謝列斯特教授和他的學生還在繼續進行對燃氣傳動的內燃機車的研究。A.H. 謝列斯特教授及其學校在這個事業中進行了巨大的努力和創造性的勞動。在最近的將來，一定能够製造出他這種型式的內燃機車，效率將超過現在所有的內燃機車。

造好第一台內燃機車並積累經驗以後，以古比雪夫命名的格洛明機械製造工廠就進一步進行電力傳動的內燃機車的製造，它在哈爾科夫電機工廠和「狄納莫」工廠（莫斯科）的合作下，成批地生產 Θ - Θ Л 型 2-5-1 式的內燃機車。這些內燃機車順利地在中亞細亞鐵道上工作着。

一九三一年，聯共（布）中央六月全會決定在克拉斯諾伏斯克——察爾釐，薩爾斯克——巴塔依斯克，斯大林格勒——季霍烈茨卡亞各綫上改用內燃機車，從此就開始了 Θ - Θ Л 型內燃機車的大量生產。格洛明工廠生產用兩節 2-4-1 式構成的活節 BM 型內燃機車。在內燃機車 Θ - Θ Л-6 和 Θ - Θ Л-7 上，對於動軸的成組拖動和個別拖動進行了比較性的研究。

根據這裏列舉的蘇聯在內燃機車方面所做的工作，可以看出，蘇聯是內燃機車製造業的創始者，而且蘇聯技術在這個部門裏佔着主導的地位。

別的国家也進行過內燃機車的製造。但是，除了蘇聯所研究和採用的方法以外，所有利用別種方法的企圖都無可避免地失敗了。他們製造的直接傳動的內燃機車（瑞士的蘇黎支，意大利的安薩爾多），顯示出這種型式不合用。英國用內燃機蒸汽機車的企圖也同樣失敗了。最後，外國的內燃機車製造業走上了蘇聯所制定的道路——製造電力傳動的內燃機車。

蘇聯內燃機車製造業的成就還不止這些。早在一九三九~一九四