

高等学校教学用书

拖拉机和汽车发动机

上册

B. H. 保勤斯基著

高等教育出版社

本書原系根据苏联国立农业書籍出版社 (Государственное издательство сельскохозяйственной литературы) 出版、保勤斯基 (В. Н. Болтинский) 著“汽車拖拉机發动机” (Автотракторные двигатели) 1948 年增訂第四版譯出, 由財政經濟出版社出版。現按 1955 年增訂第五版修訂, 書名改为“拖拉机和汽車發动机” (Тракторные и автомобильные двигатели), 改由我社出版。

原書經苏联前文化部高等教育署审定为农业机械化学院和农业机械化系教科書。

全書共計七篇, 中譯本分上下两册出版。下册内容为汽車拖拉机發动机的燃料供应系統、輔助系統和机构, 以及汽車拖拉机發动机的試驗。

参加本書下册譯校工作的为天津大学机械系內燃机教研室史紹熙、刘友鈞、王紹祖、馮中及万欣。

拖拉机 и 汽車發动机

下 册

В. Н. 保勤斯基著

天津大学机械系內燃机教研室譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第 054 号)

京华印書局印刷 新华書店發行

統一書号 15010·718 開本 787×1092 1/16 印張 14 7/8 插頁 1

字數 292,000 印數 0001—4,000 定價 (10) 1.90

1959 年 1 月第 1 版 (修訂本) 1959 年 1 月北京第 1 次印刷

原書第五版序

本書是一本有关拖拉机和汽車發動机的原理、动力学、構造和計算的書籍。

在培养拖拉机和汽車的运用与修理的工程师时，書中上述各篇的作用并不是具有同等意义的。

气缸中工作过程的正常进行决定發動机主要工作指标的数值：其功率、經濟性、可靠性和耐磨性。

很多的运用因素对于工作过程的进行發生影响，并因而变更上面指出的發動机工作指标的水平。确定主要工作指标与运用因素之間的相互联系是汽車拖拉机發動机原理的課題，因而对于运用工程师而言，这一篇具有头等的意义。

各个机件、機構和整个發動机的耐久性和动作可靠性决定于一系列的原因，其中包括發動机工作时所产生的作用力。所以在培养这一方面的專家时，闡明發動机动力学的問題是很重要的。

运用的經驗証明，構造因素对發動机工作指标的影响至为巨大。因此，構造的分析，主要是祖国發動机构造的分析应給予充分的注意。

發動机的工作指标也决定于冷却、潤滑、燃料供应等系統的作用和正常情况。因此，对發動机各种系統的計算原則的一般認識是必要

的。

發動机机件强度計算的問題对于运用者來說是关系較少的，故只要在很有限的範圍內（足以查明某一机件所承受的負荷就足够了）加以研究便可。在判断某机件的磨損或損坏原因时，这是很重要的。

本書是按照 1952 年苏联高等教育部批准的本課程教学大綱并考虑到上述各点而編写的。

書中包括有为准备本課程考試所必需的材料，也包括有足够完成課程設計的关于構造上的、参考性的和其他方面的材料。后者在書中用小号字区别出来。

在本版中，書中所有各篇都或多或少地作了修改、补充和訂正。

在修改时曾注意了自本書第四版出版以来所有对本書提出的意見和評論。

最后著者認為应当向担負起本書評閱工作的技术科学博士李宁（И. М. Ленин）教授和索罗柯-諾維茨基（В. И. Сороко-Новицкий）教授以及于准备本版出版时提供意見的义茨可夫（А. И. Ицков）工程师表示謝忱。

В. 保勤斯基

于莫斯科农业机械化和电气化学院。

1952 年 12 月。

本書所採用的符號

(最主要的)

- A ——調速器的工作能力。
- C ——調速器重錘的離心力。
- c_v ——氣體的等容比熱。
- c_p ——氣體的等壓比熱。
- d ——汽缸直徑。
- d_1, d_2 和 d_m ——氣門頂盤直徑。
- d_n 和 d_s ——活塞銷的內直徑和外直徑。
- E ——動能, 第一類的彈性模數, 調速器軸套壓力。
- F ——氣門彈簧壓力。
- f ——氣門彈簧的全縮短量。
- G ——第二類的彈性模數, 重量。
- G_a, G_l, G_r ——進氣終點時汽缸內的氣體重量, 新鮮進氣的重量, 殘余廢氣的重量。
- g ——重力加速度。
- j ——往復運動部分的加速度。
- H_u ——燃料的熱值。
- $T_a, T_c, T_z, T_b, T_r, T_o$ 和 T'_o ——進氣、壓縮、燃燒、膨脹終點時汽缸內的氣體溫度; 殘余廢氣的溫度; 周圍大氣的溫度和計入預熱後的進氣溫度。
- i ——汽缸數。
- K ——適應性系數。
- L_o ——燃燒 1 千克燃料時, 理論上所必需的空氣量, 以千克分子計。
- l ——連杆長度。
- M, M_c, M_z, M_r ——燃燒產物的千克分子數; 壓縮終點時的氣體千克分子數; 燃燒終點時的氣體千克分子數; 殘余廢氣的千克分子數。
- M_e ——發動機的平均轉矩。
- m, m_r ——往復運動部分和不平衡的迴轉部分的質量。
- N_i, N_T, N_e ——指示功率, 摩擦功率和有效功率。
- n ——軸的轉速。
- $p_a, p_c, p_z, p_b, p_r, p_i, p_T$ 和 p_e ——進氣、壓縮、燃燒、膨脹、排氣終點時的氣體壓力; 平均指示壓力; 摩擦壓力和平均有效壓力。
- Q ——熱量; 循環著的滑油量。
- R ——氣體常數; 加于連杆軸頸或主軸頸上的所有各力的合力。
- r ——曲柄半徑。
- S ——活塞行程。
- s ——在某一瞬時的氣門位移。
- V_a, V_c 和 V_h ——進氣終點的氣體體積, 壓縮終點的氣體體積和汽缸的工作容積。
- W ——活塞的速度。
- w ——氣門速度; 燃料速度, 氣體速度。
- P_{j1}, P_{j2}, P_{js} ——第一級和第二級的慣性力; 由於偏置而引起的慣性力。
- α ——過量空氣系數, 曲軸和凸輪軸轉角。
- β ——連杆傾斜角。

γ —殘余廢氣係數, 比重。

δ —膨脹比, 迴轉的不均勻度, 調速器的不均勻度。

ε —壓縮比, 調速器的不靈敏度。

$\eta_h, \eta_m, \eta_i, \eta_e$ —發動機的充量係數, 機械效率, 指示效率和實際效率。

θ —旋轉質量的轉動慣量。

λ — r/l 比值, 壓力增高比。

μ —計算的分子變更係數。

ξ —熱利用係數。

ρ —預先膨脹比。

ρ_1, ρ_2 —凸輪外形曲線的半徑。

τ —沖程係數。

ω —旋轉角速度。

本書所用略字表

ГАЗ 高尔基城莫洛托夫汽車工厂

ЗИС 莫斯科斯大林汽車工厂

КИМ 莫斯科汽車裝配工厂

МТМ 机器拖拉机修理厂

МТС 机器拖拉机站

МИМЭСХ 莫斯科農業机械化和电气化学院

НАТИ 机器拖拉机科学研究所

МВТУ 莫斯科高等技术学校

СТЗ 斯大林格勒捷尔任斯基拖拉机工厂

ХТЗ 哈尔科夫城奥尔忠尼啓則拖拉机工厂

ЧТЗ 齐略宾斯克斯大林拖拉机工厂

ЯАЗ 雅罗斯拉夫汽車工厂

НАМИ 汽車及發动机科学研究所

ЦИАМ 中央航空發动机研究所

НИДИ 柴油机科学研究所

ВАСХНИЛ 列宁全苏農業科学院

ВИМ 全苏机械化研究所

ВИЭСХ 全苏農業电气化研究所

本書上册中俄名詞对照表

乙基液	этиловая жидкость	后备功率	запас мощности	top	
二甲苯胺	ксиледиин	活塞銷座	прилив поршневого пальца	超量系数	коэффициент запас
二溴化乙烷	бромистые этилен			超速轉速	разносное число оборотов
人工时化	искусственное старение	時間-断面	время-сечение		
工作平和	мягкое работы	原型發动机	прототипа	結構重量	конструкционный вес
五羰基化鉄	пентакарбонил железа	特性方程式	характеристическое уравнение	裙部	юбка
瓦斯發动机	газовый двигатель			旋流	завихрений
公升量	литраж	高速程度	быстроходность	經濟閥	экономайзер
公升重量	литровый вес	校正器	корректор	經濟效率	экономический К. П. Д.
公升功率	литровая мощность	座車	легковая машина	經濟特性	экономичекая характеристика
比功率	удельная мощность	浮式銷子	плавающий палец		
比重量	удельный вес	埋头孔	законцованное отверстие	搖杆	коромысел
不均匀度	степень неравномерности	气缸体-曲軸箱	блок-картер	节流特性	дрессельная характеристика
白熱數	калильное число	流动損耗	гидравлическая потеря		
四乙鉛	тетраэтиловый свинец	排气孔	выхлопный окон	輔助冲程	вспомогательный ход
甲苯	толуол	混合气	смесь	适油性	средство к ма лу
可見燃燒时期	период видимого сгорания	混合强度	интенсивность перемешивания	适应性系数	коэффициент приспособляемости
卡塊	сухарь	混合气的形成	смесеобразование	載荷特性	характеристика по нагрузке
示功圖不完滿系数	коэффициент неполноты диаграммы	扫气泵	продувочный насос	漲簧	экспансер
平和悬置	плавная подвеска	粗暴性	жесткость	冲程系数	коэффициент тактности
凸輪軸	распределительный вал	动力性質	динамическое качество	摩阻压力	давление трения
凸鍵	ус	动力特性	динамическая характеристика	調速特性	характеристика на регуляторе
有效功率	эффективная мощность	动力指标	динамические показатели	調整特性	регулирующая характеристика
有效跨度	расчетный пролет	組合机件	узлов	撓度	прогиб
有效断面	живое сечение	組合圖	узловые чертежи	夾布膠木齒輪	текстолятовая шестерня
光度学的	фотометрический	帶动磨合	обкатка		
进气	заряд	陽極氧化	анодизации	膨脹比	степень расширения
充量系数	коэффициент наполнения	从动杆	толкатель	机械效率	механический коэффициент
多方过程	политроп	断面系数	момент сопротивления	燃料消耗率	удельный расход
全制調速器	всережимные регулятор	發动机族	семенство двигателей	燃料調整特性	регулирующая характеристика по топливу
因瓦	инвар	發生爐瓦斯	генераторный газ	点火交替	чередование вышек
曲柄銷	шечка коленчатого вала	發动机的悬置	подвеска двигателя	点火調整特性	регулирующая характеристика по зажиганию
抗爆剂	антидетонатор	过后燃燒	догорание	額定功率	расчетная мощность
扭力扳手	динамометрический ключ	过量空气系数	коэффициент избытка воздуха	壓縮室	камер сжатия
防漏部	уплотняющая часть	备用功率	резерв мощности	压力升高比	степень повышения давления
直徑間隙	диаметральный зазор	殘留廢气系数	коэффициент остаточного газа	縮短量	усадка
兩面車削	двойная обточка	預先膨脹比	степень предварительного расширения	爆震核心	очаг детонации
呼吸孔	сапунное отверстие	惰轉特性	характеристик холостого хода	挤气凸頂	выте нитель
苯胺	анилен	極值点	точка перегиба	穩釘	контрольная шпилька
指示效率	индикаторный коэффициент полезного действия	極限强度	временное сопротивление	临界轉速	критическое число оборотов
相对效率	относительный К. П. Д.	單制調速器	однорежимный регулятор		
冒烟界限特性曲綫	характеристика предела дымления				
剛度	жесткость				
挺杆	штанга				

0048266

上册目录

原書第五版序	iv
本書所採用的符号	v
引言	1

第一篇 汽車拖拉机發动机的原理

第一章 汽車拖拉机發动机內的过程	8
第一节 总論	8
第二节 进气过程	9
第三节 压缩过程	20
第四节 燃烧过程	22
第五节 膨胀过程	46
第六节 排气过程	48
第七节 平均指示压力(p_i 和 $p_{i'}$)	49
第八节 发动机的效率($K. \Pi. \Delta.$)、平均有效压力(p_e) 和燃料消耗率(g_e)	51
第九节 发动机的热平衡	54
第十节 发动机的热計算	55
第二章 汽車拖拉机发动机的特性	59
第一节 主要特性	59
第二节 調整特性	59
第三节 汽化器式发动机的速度特性	62
第四节 柴油机的速度特性	65
第五节 汽車发动机的載荷特性	68
第六节 拖拉机发动机帶着調速器工作时的特性	69
第七节 惰轉特性	76
第八节 速度(外)特性曲綫的繪制法	76
第三章 从“发动机原理”的观点对农業先进生产 者成就的分析	78

第二篇 發动机基本尺寸的确定和曲柄連杆機構的动力学

第一章 汽車拖拉机發动机基本尺寸的确定	80
第一节 发动机的比較参数	80
第二节 发动机基本尺寸的決定	85
第二章 发动机曲柄連杆機構的动力学	89
第一节 曲柄機構的运动学	89
第二节 曲柄機構运动部件的質量	91
第三节 发动机曲柄機構中所發生的慣性力	94
第四节 发动机的普通动力学	95
第五节 发动机的平衡	96
第三章 拖拉机和汽車發动机飞輪轉动慣量确定	104
第一节 发动机的工作情况	104
第二节 拖拉机发动机飞輪的計算	104

第三节 汽車發动机飞輪的計算	111
第四节 飞輪尺寸的确定	112

第三篇 曲柄連杆機構的机件

第一章 发动机的設計	115
第二章 汽車拖拉机发动机的活塞	116
第一节 活塞的工作情况	116
第二节 制造活塞的材料	116
第三节 活塞的結構	118
第四节 活塞的計算	125
第三章 活塞环	135
第一节 活塞环的工作情况	135
第二节 制造活塞环的材料	135
第三节 活塞环的結構	136
第四节 活塞环的計算	141
第四章 活塞銷子	144
第一节 銷子的工作情况和材料	144
第二节 活塞銷子的結構	144
第三节 活塞銷子的計算	146
第五章 汽車拖拉机发动机的連杆	148
第一节 連杆的工作情况和材料	148
第二节 連杆的結構	148
第三节 連杆的計算	155
第六章 曲軸	163
第一节 曲軸的工作情况和材料	163
第二节 曲軸的結構	164
第三节 曲軸的計算	172
第七章 发动机的气缸体-曲軸箱	187
第一节 工作情况和材料	187
第二节 气缸体-曲軸箱的結構	187
第三节 体缸体-曲軸箱的計算	196

第四篇 四冲程和二冲程發动机的配气

第一章 四冲程发动机的配气	198
第一节 发动机的工作次序和配气系統的分类	198
第二节 气門配气型式的選擇	198
第三节 配气機構零件構造的簡述	206
第四节 配气的計算	222
第五节 配气機構对发动机工作指标的影响	232
第二章 二冲程发动机的配气	235
第一节 二冲程发动机的結構	235
第二节 排气孔和扫气孔尺寸的概略計算	239

下册目录

第五篇 汽車拖拉机发动机的燃料供应系統	
第一章 空气滤清器	241
第一节 空气滤清器的基本指标和其构造	241
第二章 汽化器发动机的燃料供应系統	250
第一节 向汽化器供应燃料的方法	250
第二节 汽化过程	252
第三节 苏联出产的汽車拖拉机发动机用的汽化器	275
第四节 預热混合气的机构	287
第三章 柴油机的燃料供应系統	293
第一节 柴油机内混合气形成的过程	293
第二节 柴油机燃料供应系統的一般机构	303
第三节 燃料泵和噴嘴的构造	310
第四节 燃料泵和噴嘴基本尺寸的确定	325
第四章 使用压缩煤气和液化煤气的发动机的供应系統	329
第一节 关于天然气的一些知識	329
第二节 使用煤气的发动机的工作指标	330
第三节 煤气发动机供应系統的布置	332
第四节 煤气发动机供应系統的气罐、附件和仪器的构造	332
第五章 使用發生爐煤气的发动机的供应系統	338
第一节 关于煤气發生爐所用燃料方面的一些知識	338
第二节 使用發生爐煤气的发动机的工作指标	339
第三节 發生爐煤气发动机供应系統的布置	340
第四节 固体燃料的气化过程	342
第五节 煤气發生爐装置各元件的构造和基本尺寸的确定	349
第六篇 汽車拖拉机发动机的輔助系統和机构	
第一章 汽車拖拉机发动机的調速器	363
第一节 調速器的一般知識和分类	363
第二节 調速器的特性曲綫	370
第三节 調速器的构造	372

第四节 离心式調速器的計算	379
第二章 发动机的冷却系統	381
第一节 概論	381
第二节 傳給冷却系統的热量和傳热过程	384
第三节 散热器	386
第四节 强制式冷却系統	390
第五节 風扇	397
第三章 汽車拖拉机发动机的潤滑系統	404
第一节 概論	404
第二节 发动机的潤滑系統	408
第三节 潤滑系統的机构和器具	412
第四节 发动机的磨合和潤滑系統的维护	423
第五节 油泵輸油率的确定	424
第四章 消音器和排气管	426
第五章 发动机的起动	428
第一节 汽車拖拉机发动机的起动过程	428
第二节 汽車拖拉机发动机的起动机构	435
第七篇 汽車拖拉机发动机的試驗	
第一章 概論	449
第一节 試驗的分类	449
第二节 試驗的内容	449
第二章 進行发动机試驗时所用的装置和器械	450
第一节 測功装置	450
第二节 量測燃料消耗量的設備	455
第三节 确定轉速的仪表	456
第四节 确定空气消耗量的装置	457
第五节 确定廢气烟度的装置和其他仪器	458
第三章 進行試驗的技术	460
第一节 檢查試驗	460
第二节 发动机的标准試驗	460
参考書刊	469
中俄名詞对照表	473

引言

在开始学习任何一种课程的时候，对其历史作一个简短的浏览是颇有趣味的和必要的。

这种浏览之所以有趣和必要，首先是可以知道这一门技术是如何发展的，并知道这一门技术发展今天的水平曾经历了怎样的道路。

本书是有关拖拉机和汽车发动机的书籍，所以我们就来研究这一方面的事迹和文件。

汽车拖拉机专用的内燃机只是在创造出汽车和拖拉机以后才出现的。因此我们以节录的形式先研究一下汽车和拖拉机历史中的一些事迹。

由文件可知，在1741年，自修的发明家、农民梁期·沙姆舒林可夫创造了“自走车”。下面就是他送到彼得堡的报告中的摘录“他，梁期制作的这种车子确实能够用他所发明的、装在四个轮子上的、带有工具^①的机器行走而不用马，只是除了坐在车子上的闲人以外，要由站在车子上的两个人通过工具驱动，而且车子可以行驶很远的距离，并且不仅可沿平地行驶，也可以沿不很陡的山地行驶”。

沙姆舒林可夫的车子是靠两个人的体力驱动的。因为在那个年代，适于安装在车辆上的蒸汽机尚未创造出来。

在沙姆舒林可夫的车子上曾经安装了行驶里程记录器——即现在的里程表的原型。

在1791年，著名的俄国技术工作者И. И. 库里宾制作了用人的体力驱动的“自转车”。

在自转车上有：变速箱，操纵器，滚柱轴承，制动装置。

为了储蓄动能和使车子的运动速度均匀，在车子的机构中包括有飞轮。这样，在自转车上就具备了现代汽车的一切传动机构。

在创造滚柱轴承方面，И. И. 库里宾比法国人西鲁盖早了半世纪。

在1763年，也就是比杰姆司·瓦特早21年，乌拉尔的发明家И. И. 保尔宗诺夫创造了世界上第一部连续动作的蒸汽机。

在1830年，彼得堡炮架能手，俄罗斯设计师К. 杨开维奇利用这个发明向交通部提出了“高速”蒸汽自动车的图纸和说明书，并附上请求给予他特许权的申请书。他写道：“陆地的冬夏蒸汽汽车的使用，无疑地能给国家带来很重要的裨益，它可将一切消息和必需品很快地送到一切的地方，它对于一切城市之间的交通也有不小的好处……”。

这种车子在平常的道路上每小时可行30俄里或更多，此外，在行走最快的时候，如有必要，可以立刻停车而没有一点危险……，在冬天，这辆轿车装有管子来将它加热，以保护坐在里面的每一个人免受寒气”。

К. 杨开维奇提出了“用100根以上的互相隔开的管子”制造管式锅炉，这样在一根或数根管子损坏时，不致影响到锅炉的工作。

应当考虑到这种情况，在沙皇俄国和几乎它的一切机关中都充满了外国的骗子，这些骗子都向其自己国家转送有关一切有价值发明的情报。有关保尔宗诺夫的蒸汽机和沙姆舒林可夫、库里宾以及杨开维奇的工作的材料就被这样转送了出去。

^① 即机构。

外国的设计师们利用了由俄国窃去的发明。

与致力于创造自动车(“自走车”和“自转车”)的同时,俄罗斯的发明家也致力于处处可通行的牵引车的创造。

在十九世纪初期,技术革新者B. II. 古里也夫即致力于“陆上轮船”的创造。

在1837年,俄国陆军大尉德米特里·札格里亚日斯基作了关于“具有可动轨道的马车”就是有履带的车子的申请。他表述自己的发明如下:“在车子借以行驶的每一个普通轮子的周围环绕着铁链,铁链用位于普通轮子前方的六角轮拉紧。六角轮侧面的大小与链子的环节相等;这个链子在某种程度上代替了铁路,使轮子总是在平滑的和坚硬的表面上”。

在1876年,炮兵上尉C. 马耶夫斯基提出了研究得更仔细的履带牵引车的构造。

萨拉托夫省,沃尔斯克县尼柯尔斯克村的农奴费道尔·阿布拉莫维奇·勃里诺夫(生于1827年),后来的轮船机械师,不仅在1879年得到了“具有无穷轨道的特殊构造的车辆”的特许权,并且造成了现代的履带式蒸汽拖拉机的原型。勃里诺夫的拖拉机曾于1889年在萨拉托夫地方展览会上展出,而后在1896年于下诺夫哥罗德城的全俄工业和艺术展览会^①上展出。天才的俄罗斯发明家A. II. 考司契科夫-阿尔马佐夫制造了“用来当作小路以通过沼泽的链子”。发明者将这个链子于1889年展出于巴黎国际博览会上,而在1893年展出于芝加哥的哥伦布国际博览会上^②。

不妨在此指出,霍尔特公司(美国)只是在1912年才出产了第一台车轮-履带式拖拉机,也就是在勃里诺夫的拖拉机出现以后的32年

和A. II. 考司契科夫·阿尔马佐夫的“链轨”在芝加哥展览以后的19年。

上举事实已足够确证,创造第一台拖拉机和汽车的优先权是属于俄罗斯的。

最初的汽车和拖拉机安装着很巨大和很笨重的蒸汽动力装置。

因此,不论是拖拉机或是汽车都没有具备充分的机动性和通过性。

对于拖拉机、汽车,而尤其是航空机,要求有轻便的(与当时的蒸汽动力装置相比)发动机。

在上一世纪七十年代,俄国海军舰长И. С. 考思托维奇开始致力于轻便发动机的创造。

1879年8月,И. С. 考思托维奇创造了世界上第一台四冲程八气缸80马力汽油汽化器式发动机。在这台发动机中,破天荒第一次采用了用蓄电池(也是俄国发明的)产生电火花来点燃混合气。这台发动机具有:水冷却,油绳润滑,用磷青铜制造的活塞和气缸,以及曲柄-连杆机构的独创方案。这台发动机具有不平常的重量指标:它的总重量为240千克,即它的比重量等于3千克/马力。

为了适当地评价上举的功率和比重量的大小,必须注意下列各点。

达依姆列尔在考思托维奇以后六年(即1885年)所创造的发动机具有功率0.75马力。

达依姆列尔在1894年出产的发动机具有功率12马力,而比重量为25千克/马力。

达依姆列尔在1900年制造了两台16马力的发动机,每一台重420千克,即比重量为28千克/马力。

在1902年,潘那尔和列瓦索尔公司在飞艇上安装了40马力的发动机,其比重量为9.5千

① И. 达威道夫。俄罗斯——拖拉机的祖国。“真理”出版社,1949年。

② И. 罗得古兹-普罗科菲科等“奇异的链子”。鄂木斯克,1950年。

克/馬力,而在 1906 年,安裝了功率為 70 馬力,比重量為 9 千克/馬力的發動機。

只有到 1903 年在外國才創造了安裝于飛艇上的 110 馬力發動機,但這台發動機的比重量(4.2 千克/馬力)幾乎為考思托維奇發動機的比重量的 1.5 倍。

“飛行家”雜誌 1883 年第 16 號,和“田地”雜誌 1882 年第 2 號上刊載了有關 И.С. 考思托維奇發動機的材料。而該發動機則陳列于中央航空館。

幾乎與 И.С. 考思托維奇同時,尼熱哥羅得省高爾巴托夫縣的農民 И.И. 奧索金發明并製造了煤油發動機。

И.С. 考思托維奇和 И.И. 奧索金及其他等人的成就使得以普梯洛夫為首的一批俄羅斯工程師有可能在 1882 年製造出世界上第一輛具有內燃機的汽車,這輛汽車被他們稱為“摩托車”。

如所周知,達依姆列爾在 1885 年創造了兩輪的,而本茲在 1887 年創造了三輪的自動車。

所以,外國的設計師之制成汽車是大大落后于俄國的,并且也不是沒受到俄國的影響。

從事于創造具有內燃機的拖拉機的人是 Ф.А. 勃里諾夫的天才門生 Я.В. 馬明。

觀察了 Ф.А. 勃里諾夫所創造的第一台蒸汽履帶式拖拉機的性能,Я.В. 馬明得到了結論,要降低拖拉機的笨重程度和提高它的機動性,就必須減少它的重量而首先是它的動力裝置的重量。因此他在上世紀末葉就開始致力于拖拉機用的內燃機的創造。

在 1893—1895 年,Я.В. 馬明制成了用內燃機驅動的“自走車”。

Я.В. 馬明創造拖拉機用內燃機和具有這種內燃機的拖拉機的工作得到了相當大的成

果。為了表明這種成就,下面摘引了紀念 Я.В. 馬明 75 周誕辰的科學技術會議的決議中的摘錄^①:

“Я.В. 馬明製造了不用壓縮機噴射燃料(噴入高壓氣缸內)的發動機,并完成了它的起動和運轉是在 1899—1908 年間。

在特許証和專利權下于 1903 和 1908 年制出的 Я.В. 馬明的無壓縮機的發動機曾展出于全俄羅斯的和國際的工業展覽會上,而特別是在 1911 年的鄂木斯克城第一屆西伯利亞展覽會上。在這個展覽會上對 Я.В. 馬明的無壓縮機的發動機曾作為獨創構造的發動機而作了技術鑒定,這一鑒定由 В.Л. 馬力夫發表于“西伯利亞工程師協會雜誌”,1911 年第 12 期上。

由上述可以斷言,無壓縮機的高壓壓縮發動機是首先在俄國制成的”。

此處不妨指出,Р. 狄賽爾在 1895 年製造的有壓縮機的固定式壓燃發動機是燃用較輕質燃料——煤油的。

1899 年,在彼得堡的諾貝爾工廠制成了世界上第一台 25 馬力的燃用重質燃料——石油原油的壓燃式發動機。

這個日子也可以認為是有壓縮機的壓燃式發動機(現在被叫做柴油機)的誕生日。

必須補充說明,第一台無壓縮機的、用氣力霧化燃料的固定式發動機是由俄羅斯工程師 Г.В. 特林克列爾(以後是高爾考夫斯克工業學院的教授)于 1898 年得到了特許權的。Г.В. 特林克列爾的發動機試驗樣品是在普梯洛夫工廠製造的,而後根據工程師 Г.В. 特林克列爾的專利權,這種發動機在德國的克爾丁公司開始製造。

總結上述各點如下:第一台在當時具有出眾的參數的汽油發動機是 И.С. 考思托維奇于

① “齊略賓斯克農業機械化和電氣化學院論文集”,第四期,齊略賓斯克,1950 年。

1879年在俄罗斯制成的。

第一台有压缩机的燃用重质燃料的固定式压燃发动机是于1899年在俄罗斯的诺贝儿工厂制成的。

第一台无压缩机的用气力雾化燃料的固定式发动机是工程师特林克列尔于1898年发明并于俄罗斯制成的。

第一台无压缩机的用油泵雾化燃料(靠燃料流柱的动能)的发动机是H. B. 馬明在1903—1908年发明并在俄罗斯制成的^①。

在1882年,普梯洛夫和其他等人在世界上破天荒第一次创造了“摩托車”,即具有内燃机的汽車。

H. B. 馬明在1893—1895年制成了“自走車”——即具有内燃机的車輪式拖拉机的原型,而在1910年创造了車輪式拖拉机,这台拖拉机具有他自己所发明的功率为25馬力的无压缩机式柴油机。

这就是祖国的发明家和设计师的成就。

与此同时,上列这些报道也表征了沙俄政府极端丑恶的一面,因为沙俄政府不仅不支持先进的俄罗斯发明家,反而连发明家的名字以及这些伟大发明的日期都给忘记了。

必须看到,所以产生这样的情况乃是因为,占有可耕地全部面积的绝大部分的沙俄地主,差不多都是利用雇农和缺地农民的几乎是无酬的劳动来完成农业工作的。在这种情况下采用机器种地对于地主是不利的。

现在来看一看我们在有关发动机的科学部门中有些怎样的成就。

应该很肯定地说,在创造内燃机的真正科学理论以及其次在创造汽车拖拉机发动机理论

的事业中,第一步是属于祖国学者的。

我们再一次面向事实。

十分明显,只有在有关热能的科学形成以后,现代的内燃机理论才有可能创造出来。

如所周知,在十八世纪中叶关于燃烧现象和热现象的著作中,都讲到所谓“燃素”和“热素”——不能衡量的液体,而用“燃素”和“热素”的流动来说明一切热现象。

这个有害的理论阻碍了科学和技术的发展,其影响直到上世纪中叶尚未消失。

例如,Φ. 恩格斯在研究了沙蒂·卡诺的卓越著作(1824年)以后写道:

“他差不多已经探究到了问题的本质;阻碍他彻底了解这个问题的,并不是事实材料的不是,而只是一个先入为主的错误理论”^②,那就是“热素”论。

热的学说的真正科学基础是俄罗斯科学的奠基者米哈依尔·华西里耶维奇·罗蒙诺索夫院士在1744—1747年创立的。

M. B. 罗蒙诺索夫以他自己研究出来的物质构造的原子-分子理论为基础而发展了热的学说。

M. B. 罗蒙诺索夫于1748年和1756年分别在理论上和实验上证明了物质不灭定律。M. B. 罗蒙诺索夫在他对科学院所做的报告中谈到了他自己所进行的实验“……在严密封闭的玻璃器皿中研究了金属是否由于纯粹的热而增加重量。由于这个试验,发现了有名的罗伯特·里齐亚(波义尔)的意见是不正确的,因为不放进外界的空气,被加热的金属的重量保持不变。”

拉瓦锡只是在1773年也就是过了17年以后才重复了这个试验。

① 这台称为“俄罗斯狄赛尔”的发动机于1914年8月5日试验时表现了下列各点:压缩终点压力 $p_c=32$ 千克/厘米²; 可见燃烧终点的压力 $p_2=46.5$ 千克/厘米²; 平均指示压力 $p_i=5.73$ 千克/厘米²。

② Φ. 恩格斯,“自然辩证法”中译本第85页,人民出版社1955年版。

M. B. 罗蒙諾索夫以他自己的發現証明了在理論与实际的紧密配合中包藏着何等的可能性。

M. B. 罗蒙諾索夫在其論文“对于冷和热的原因的思考”中写道：

“大家都知道，运动能引起热：手互相摩擦而發热，木材由于互相摩擦而起火，火石碰在鋼上飞出火花，打鉄时由于頻繁的敲打而使鉄灼热；当停止这些动作时，热量就减少；而發生的火就熄灭。

其次，当加热时，物体或者以感触不到的微粒状态而分散于空气中，或者轉变为灰燼，或者因微粒的凝聚被破坏而熔化。

其次，热促进身体、生命的生長，促进發芽，促进發酵、腐敗，冷則妨碍这些。

由所有这些情况看来，十分明显，热的充分根源是运动，而因为没有物質就不能發生任何的运动，所以，热的充分根源必須是某种物質的运动”。

M. B. 罗蒙諾索夫在科学史上首先創立了热的运动学理論基础，热是运动的一种形式，正如 Ф. 恩格斯所确定的是“物質存在的形式”。

M. B. 罗蒙諾索夫首先提出并証明了物質和能量不灭定律，給出了关于热的現代概念，即热是物体質点运动的結果，以及給出了質点的热度是它的运动强度的度量，給出了有关絕對零度的概念等。

M. B. 罗蒙諾索夫卓越地証明了关于燃素和热素“学說”的伪科学性。

M. B. 罗蒙諾索夫的唯物主义世界觀使得他能够超越外国科学一百多年而創造了热的学說。

不多談俄罗斯热力学学派的許多卓越著

作，但应当提到，对于發展罗蒙諾索夫热的学說有功的下列俄罗斯学者：Я. Д. 札哈罗夫，М. Ф. 涅卡托夫，Л. К. 波波夫，Ф. Ф. 彼特魯舍夫斯基，И. А. 維施涅格拉斯基，А. Г. 斯托列托夫，Ф. Е. 奥尔洛夫，Д. С. 捷尔諾夫，Д. И. 門德烈也夫，Б. Б. 葛里秦，Л. Н. 列別节夫，С. Я. 杰列深和其他許多人^①。

以这些学者的著作为基础，就創造了和改善了有关蒸汽鍋爐和蒸汽机以及有关內燃机的学說。

在內燃机方面，首先应指出莫斯科高等技术学校教授 В. И. 格林涅維茨基的工作，他首先提出了确定热过程参数以及發动机主要尺寸和工作指标的理論方法。

这个方法就是現在众所周知的所謂內燃机的“热計算”法，使这个方法进一步完善化的是格林涅維茨基教授的繼承者和門生—Е. К. 馬辛格教授，Н. Р. 布利林格教授，В. С. 斯杰赤金教授，В. А. 彼得罗夫教授和其他学者。

在燃料-空气混合气燃烧过程方面做研究工作的 Н. Н. 謝苗諾夫院士研究出了新的混合气燃烧理論，这个理論最全面地說明了伴随着燃烧过程的那些現象。

化学博士 А. С. 索柯里克，В. И. 索罗柯-諾維茲基教授等都致力于工作混合气在汽化器式發动机中燃烧时的物理-化学現象方面的研究。

Н. В. 依諾齐姆切夫教授，В. К. 考史金教授，В. И. 卡拉宾教授等研究了燃料在柴油机中燃烧时的物理-化学过程，他們的工作丰富了柴油机的理論。

如所周知，当發动机工作时，在气体和發动机的机件間不断地發生热交换。

在許多情形下，發动机的效率和指标决定

① С. С. 庫塔其拉德則和 Р. В. 促可尔曼，“十八和十九世紀俄罗斯学者的著作中热的理論的發展概論”。苏联国立动力出版社，1949。

于这种热交换的强度。

在功勋科学技术工作者、技术科学博士 H. P. 布利林格教授的巨著中进行了这个问题的研究。

И. М. 李宁教授的理论工作和实验工作是研究汽化问题、节流时的工作过程的进程和汽车发动机的特性。

A. C. 奥尔林教授在排气和扫气过程的理论和计算方面进行了大量的研究。

Г. Г. 卡里士教授则从事于柴油机燃料供应系统中的流体动力学过程的研究。评价汽车拖拉机发动机的动力指标和经济指标时根据其特性曲线。在祖国学者的著作中，对于这些曲线的分析给予了很大的注意，并对修正这些曲线的方法提供了理论的根据。

所以必须指出这一点是因为在外国学者的著作中，或者没有给予任何的注意，或者根据特性曲线而做出了不正确的结论。

农业机械学的奠基者 B. И. 高里雅赤金院士的著作对于拖拉机及其发动机的科学的发展发生了无上的影响。

我们同时代的人，最初的苏联拖拉机的设计者和制造者，技术科学博士 E. Л. 李沃夫教授最先发表了(1927年)拖拉机发动机的理论、构造与计算方面的巨著。

Л. К. 卡列尔斯基教授和 Я. И. 列德金所研究出来并付诸实用的拖拉机发动机试验方法及拖拉机试验方法对于苏联设计的拖拉机的发展起了很大的作用。

M. И. 梅特维杰夫教授在自己的许多研究工作中都致力于运用因素对拖拉机发动机工作指标的影响的研究。

可以继续举出我国学者们所完成的致力于研究燃烧过程、发动机动力学、调节理论、润滑理论等等的理论和实验工作。

祖国的设计者和发明家以及学者们在上述各方面的成就将在讲述本课程的各个主题时阐明。

此处必须着重指出，为了保证苏联学者们的富有成果的活动，根据党和政府的指示，在苏联创立了许多属于本部门科学和技术部门的、用以充实理论和实践的科学研究所和实验室。

这里应该举出汽车科学的奠基者 E. A. 楚达可夫院士领导的苏联科学院汽车实验室，苏联科学院的物理-化学问题实验室以及下列的科学研究所：НАТИ, НАМИ, НИДИ, ЦИАМ 以及高等工业学校的许多实验室。

在本概述的最后值得指出，在卓越的德国著者(开尔纳尔，哥尤里纳尔，都别尔，札司，奇曼等)、英国著者(李嘉图，道奇)和美国著者(帕伊，莫里遜，海尔特)的著作中，所有的理论问题都不利用数学工具阐明，而是具有经验性质的。

当这样来阐明理论时，就不能对发动机中所发生的复杂的热现象和物理-化学现象建立起明显的关系来。

所有以上列举的事实证明，在创造内燃机的最初构造方面，以及在内燃机的科学基础和实验研究方面，祖国的设计师和学者们做出了外国专家们所不能比拟的巨大贡献。

此处不妨再一次强调指出，在革命以前，俄罗斯设计师和学者们的成就丝毫没有得到沙皇政府方面的支持。

在我们苏维埃时代，在任何技术部门中工作的设计师和学者们的活动都成了党和政府的注意中心。

在创造拖拉机和汽车的新型构造方面以及在根本改进它们的生产和工艺过程方面，大批的专家们曾荣获了斯大林奖金获得者的称号。

与拖拉机制造业，农业机械制造业和汽车制造业的发展的同时，机器拖拉机站、修理场和

修理厂網增多了，社会主义农業中的机械化工作者——拖拉机手，拖拉机工作队隊長，汽車駕駛員，机械士，技術員和工程師的强大队伍也壯大起来了。

积累了經驗和增进了學識以后，苏維埃农業中的机械化工作者由自己队伍中間选拔了許多生产革新者，其中有下列杰出的精通本身業務的能手，如斯大林獎金获得者社会主义劳动英雄 И. И. 安格林娜，社会主义劳动英雄 И. А. 布涅也夫，社会主义劳动英雄 А. В. 吉塔洛夫，他們不仅不愧在苏联享有盛名而且也不愧在苏联国境以外享有盛名。

在我們国家中，致力于解决农業机械化和电气化問題的机关有荣获列宁勛章的列宁农業科学院，各个科学研究所（ВИМ, ВИЭСХ 和其他）。許多的机器試驗站和其他的科学机关。

农業方面的科学家——机械化工作人員以其自己的成就充实了本部門的科学。例如，拖拉机及其發动机运用方面的科学原理是在斯大林獎金获得者 ВАСХНИЛ 院士 В. С. 斯維尔舍

夫斯基的著作中拟定的。

为了培养大批熟練的工程師，技術員和專家，創立了許多高等学校，中等技术学校，机械化学学校和訓練班，这些学校網正在致力于培养工作。

共产党和苏維埃政府規定了刻不容緩的任务——在兩、三年內用糧食和工業品迅速提高我国居民的富裕生活。为了完成这个任务，必須使农業掀起新的强有力的高漲，以供給居民以糧食，和供給輕工業以原料。为了保証农業的强有力的高漲，党和政府拟定了大規模的措施，其中有在机器拖拉机站中設置經常的拖拉机手、机械士和其他專業工作的幹部，以机器和拖拉机特別是耕作用的机器和拖拉机来加强农業的装备，并固定机器拖拉机站的修理基地等等。

农業方面的無數的机械化工作者的队伍必須光荣地执行党和政府的指示以便更进一步增强我們偉大祖國的實力。

第一篇 汽車拖拉机發動机的原理

第一章 汽車拖拉机發動机內的过程

第一节 总論

現代众所周知的“內燃机原理”这一門科学的奠基者乃是莫斯科高等技术学校的教授 B. II. 格林涅維茨基。

在 1907 年, B. II. 格林涅維茨基教授發表了內燃机中实际过程在变比热情况下的热計算方法。B. II. 格林涅維茨基教授在其論文中考虑了气体比热与溫度的关系, 在实际計算中定出和引用了許多系数, 这些系数反映發動机气缸中所进行的各种物理-化学現象。

例如, 注意到了發動机吸入新鮮进气时阻力的影响, B. II. 格林涅維茨基引用了进气系数的概念, 并給出計算它的式子; 考虑了殘余廢气对于过程进行的影响并提出殘余廢气系数的定义; 确立了分子变更系数和放热(热利用)系数的概念; 为了計算簡單, 提出了計算气体量时用千克分子为單位等等。

以后, 学者們和 B. II. 格林涅維茨基教授的門生們把“热計算”更为准确化并把它轉变为理論的研究方法用以研究發動机气缸中所进行的过程, 他們并查明了各种因素对于这些过程的影响, 以及归根結底对于發動机的工作經濟性及效率的影响。

活塞式內燃机的有效功率 N_e 可用下式表示:

$$N_e = \frac{p_i \eta_m V_h n i}{450 \tau} \text{ 馬力。} \quad (1)$$

在上列公式中:

p_i ——实际的平均指示压力, 千克/厘米²;

η_m ——發動机的机械效率;

V_h ——發動机气缸的工作容积, 公升;

n ——發動机曲軸每分鐘的轉数;

i ——發動机的气缸数;

τ ——冲程系数; 四冲程發動机的 $\tau = 2$,
二冲程的 $\tau = 1$ 。

当設計拖拉机或汽車發動机时, 有效功率是給与設計师的, 否則可由牽引力計算的方法来确定。在計算有效功率时, 要考虑到当所設計的發動机安装于机器(拖拉机或汽車)的底盤上时, 对該机器所要求的性能。

假如發動机的型式(轉速、循环、气缸数)已选定, 且已知 p_i 的值, 則根据指定的(或用牽引力計算法确定的)功率 N_e , 亦即所謂額定功率, 可由上述公式求出 V_h (因此即可定出發動机的基本尺寸)。至于基于何种考虑選擇气缸数、轉数和循环, 將在后面予以說明。

对于所要設計的發動机, p_i 值可由取作原型發動机的示功圖来确定; 或是就該种类型的發動机, 用一系列的計算和繪圖的方法, 作出示功圖, 然后根据此圖确定 p_i 值。

在进行計算时, 我們得到在某种程度內熟習發動机气缸中所进行的过程和現象的可能性。所以, 为了达到我們的目的, 我們采取第二种方法。

因为發動机气缸內所發生的物理-化学現象很复杂, 在許多情况下, 我們对于这些現象知道的还很少。所以为了能够应用一般的热力学方程式来表达和分析任一过程, 我們就不得不