

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

52.18.311/3-2
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
天津大学机械系内燃机教研室译

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。

拖拉机和汽車發动机

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

于莫斯科農業机械化和电气化学院。

1952 年 12 月。

本書所采用的符号

(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 —氣缸直徑。
- 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 —進氣終點時氣缸內的氣體重量,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。
- $T_a, T_c, T_z, T_b, T_r, T_0$ 和 T'_0 —進氣、壓縮、燃燒、膨脹終點時氣缸內的氣體溫度;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 —氣缸數。
- K —適應性系數。
- L_0 —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氣缸的工作容積。
- 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;由于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	ксеридин	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	發动机的懸置	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 汽車拖拉机發动机的特性	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 拖拉机和汽車发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 汽車发动机飞輪的計算	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 四冲程和二冲程发动机的配气

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

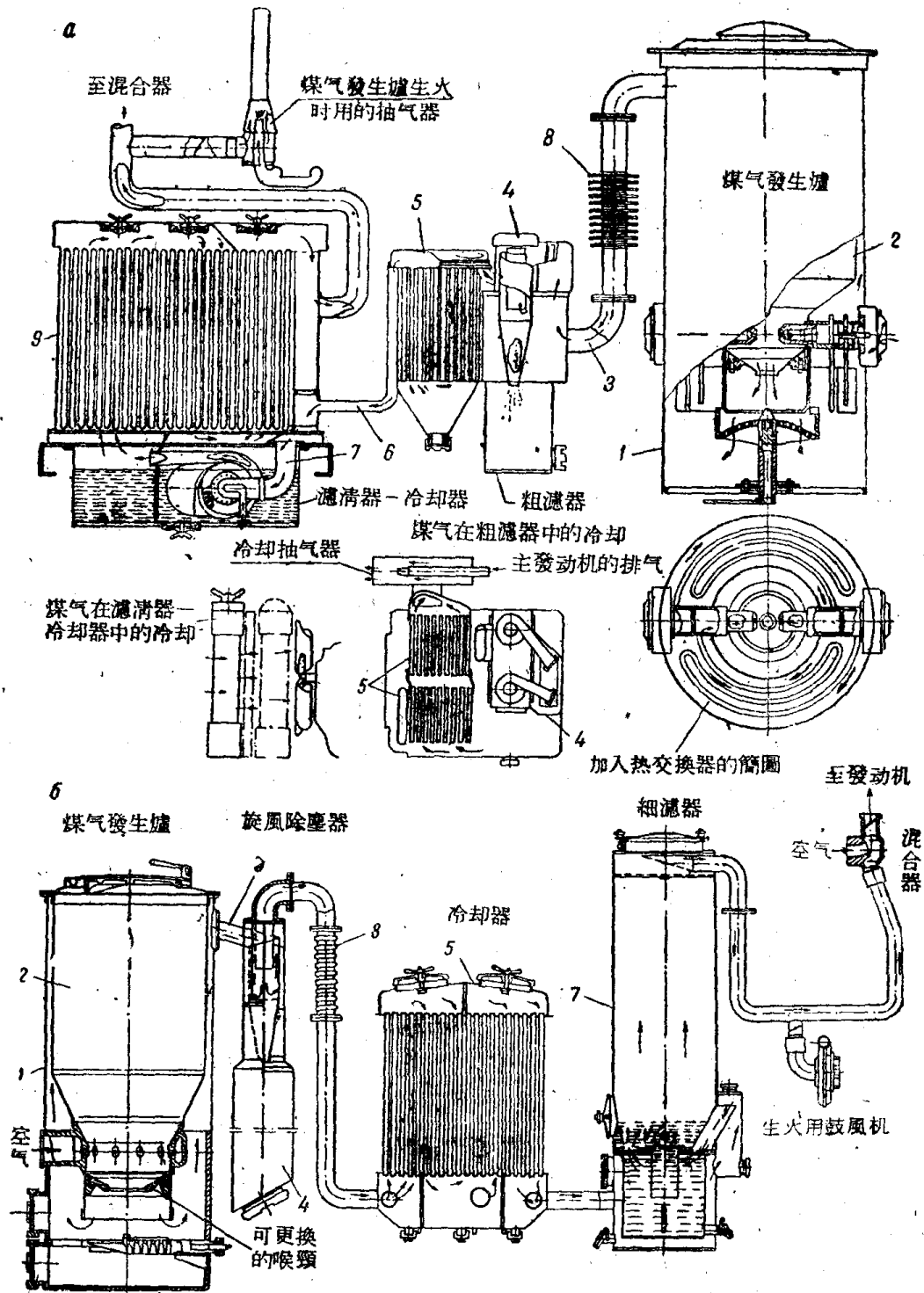


圖 225. 拖拉机用的煤气發生爐裝置簡圖:
CTM-80(a); TB-58(b)。

用富于树脂的燃料(木塊和泥煤磚等)于發生爐 1 中气化的結果所获得的煤气(圖 225, a)于加热燃料倉 2 之后沿气管 3 流向作粗滤之用的旋風式滤清器 4。煤气穿过两个并列的旋風除塵器 4 和两组冷却器 5 沿气管 6 流入离心式滤清-冷却器 7, 在这里被滤清并冷却之后流向混合器。

于 ГВ-58 型拖拉机的發生爐装置中(圖 225, б), 煤气于經過冷却器 5 之后流入作細滤之用的滤清器 7, 然后流向混合器。

汽車用煤气發生爐装置的布置与 ГВ-58 型發生爐装置的布置相似。

第四节 固体燃料的气化过程

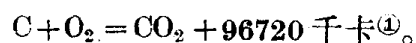
根据固体燃料的气化方法, 汽車拖拉机用煤气發生爐可以分成三种基本类型:

- 1) 具有上吸式气化过程的煤气發生爐;
- 2) 具有逆吸式或下吸式气化过程的煤气

發生爐;

- 3) 具有平吸式气化过程的煤气發生爐。

上吸式气化过程 圖 226, a 是具有上吸式气化过程的煤气發生爐的簡圖, 在發生爐的底部有爐篦, 煤气被工作着的發动机由煤气發生爐的上部抽出。燃料气化所必需的空气与水蒸汽一起經由爐篦流入。空气中的氧参与放热反应:



此处 C、H₂ 及 O₂ 取千克分子量。煤气發生爐的这个部分, 即燃料中的碳在該处进行氧化(燃燒)的部分, 謂之氧化区或燃燒区。由于放出大量的热的原故, 燃燒区的温度达到 1100—1300°C。因此在燃燒区上面的燃料層就被强烈的加热, 其温度达到 900—1000°C。二氧化碳經過熾热的碳層并按下式进行吸热反应:

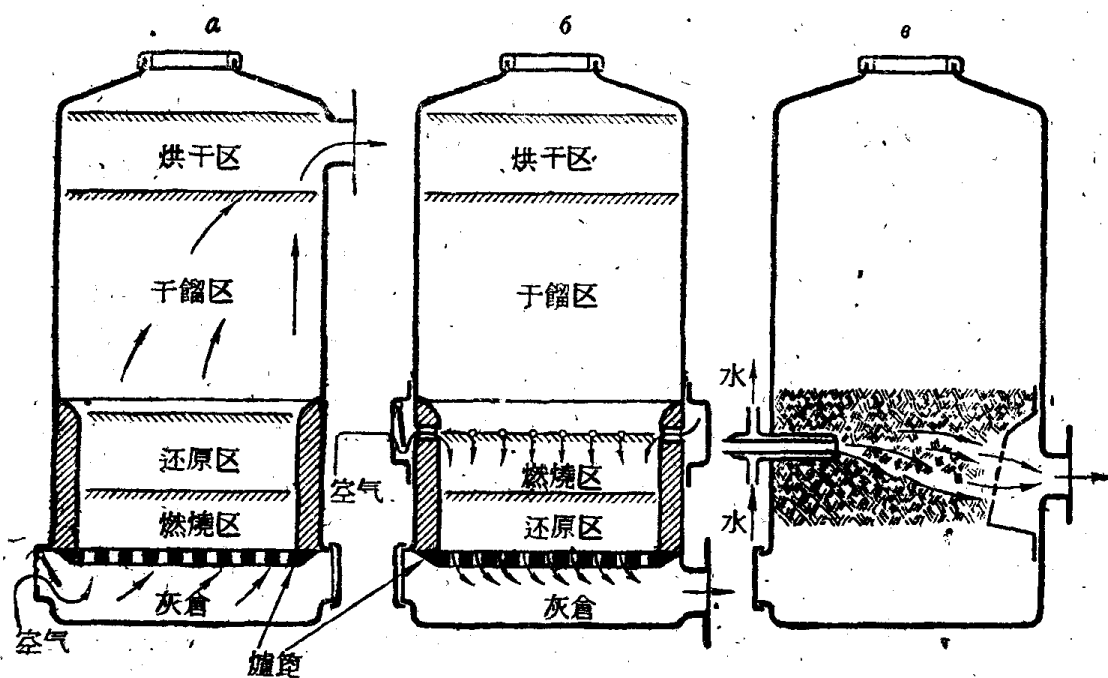
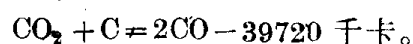
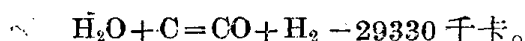


圖 226. 煤气發生爐簡圖:
上吸式(a); 下吸式(б); 平吸式(в)。

① 除此反应之外, 并發生: $2C + O_2 = 2CO$ 的反应。

燃料燃燒時所放出的及隨空氣一同進入的水蒸汽與熾熱的碳相接觸，也參與吸熱反應：



將水蒸汽與空氣一起送到煤氣發生爐中，可將煤氣的热值提高 11—13%。

由於在熾熱碳區內二氧化碳還原成一氧化碳的緣故，發生爐的这个部分稱為還原區。

為了使二氧化碳的還原反應以及 H_2O 的分解反應能夠順利地進行，那麼還原區內的溫度就必須不低於 900°C 。

位於還原區之上的燃料層被輻射熱及上升的煤氣 (CO 、 CO_2 、 H_2) 加熱。在高溫的作用下及無氧的情況下發生燃料的干餾。煤氣發生爐的这个部分(在還原區之上)——該處燃料在熱的作用下被干餾——謂之干餾區。發生爐中溫度低於 180°C 的部分名之為干燥區。由於燃料氣化、干餾及干燥的結果，在發生爐的上部將獲得由 CO 、 CO_2 、 H_2 、 CH_4 、 C_nH_m 、水蒸汽、樹脂、醇及其他生成物所組成的煤氣，這煤氣將被發動機吸去。

上吸式過程僅於氣化含有少量樹脂的燃料時採用（例如在 IT-58 型煤氣發生爐中氣化木炭、焦煤和其他樹脂少的燃料）。

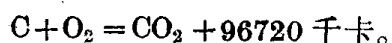
這是因為當富樹脂的燃料氣化時，干餾區的生成物（主要是樹脂）落在發動機氣缸里面，會將氣門表面、燃燒室、活塞及活塞環弄髒到這樣的程度，以致使發動機停止運轉。

下吸式氣化過程 在採用含有樹脂的燃料（例如木頭、泥煤磚等）的情況下使用下吸式過程，其與上吸式過程的區別就在於煤氣的收集是由下面進行的，因此干餾區內所積聚着的生成物，包括水蒸汽被吸經高溫（ $1100—1300^\circ\text{C}$ ）燃料層，因而樹脂物質在高溫作用下被分解。

為了使我們了解在具有下吸式過程的發生爐中煤氣的形成，在圖 226, 6 上繪出了它的簡

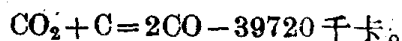
圖。煤氣由發生爐的底部被工作着的發動機吸出。為燃料氣化所必需的空氣經由風口或經由特殊的開口流入燃燒區。由 C 、 H_2 、 O_2 及 N_2 組成的固體燃料，以及燃料中的水分 H_2O 和空氣（ N_2 及 O_2 ）參與氣化過程。

空氣中的氧和燃料中的碳參與放熱反應：

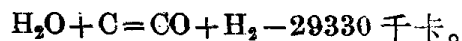


此處及以後 C 、 H_2 及 O_2 取千克分子量。

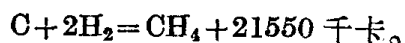
由於放出了大量的熱的緣故，燃燒區的溫度達到 $1100—1300^\circ\text{C}$ ，因此處於還原區內的燃料層就被強烈的加熱。二氧化碳經下面的熾熱碳層的時候就與之參與按下式進行的吸熱反應：



一部分隨燃料一同被帶進去的水蒸汽及燃料燃燒的結果所形成的水蒸汽在還原區與熾熱的碳相接觸，並與之參與吸熱反應（水煤氣反應）：



一部分氫氣，與燃料中的碳參與放熱反應（主要是在還原區的底層），形成甲烷：



在輻射熱的作用下，將使在燃燒區上面的燃料被干餾。

干餾的生成物，當經過燃燒區及還原區時，也參與形成 H_2O 、 CO 、 CO_2 以及 H_2 與 CH_4 的過程。

一部分水蒸汽、二氧化碳及氧，以及所有燃料中的和空氣中的氮於流過還原區時並不發生任何化學變化，因而將使每立方米煤氣的热值降低。

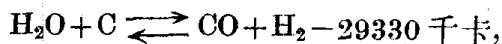
CO 及 H_2 是決定煤氣質量的基本成分，因此於設計煤氣發生爐時要採用一切辦法使得經過還原區的 CO_2 及 H_2O 能夠尽可能多的與熾熱的碳參與反應。為要達到這個目的，必須創

造这样的一些条件(温度,压力,物質的濃度),在这样的条件下,当达到平衡状态之前,即有尽可能多的 CO_2 及 H_2O 轉变为 CO 及 H_2 。

保証約有 99% 的 CO_2 及 H_2O 轉变为 CO 及 H_2 的平衡状态是当还原区的温度在 1000°C 左右时得到的。为了达到这样的温度必須耗費很多的热量,这样归根結底不但要影响到燃料的消耗量,也要影响到發生爐的处于高温作用下的部分的寿命。应该注意, CO_2 还原成 CO 的反应或 H_2O 的分解反应,需要一定的時間来进行。

当还原区的温度提高时,这些反应的进行速度急剧的增高。

为了减少热消耗量,于設計煤气發生爐时,要采取一系列的减少热消耗量的措施(如遮热板、絕热、利用煤气的热預热进入發生爐的空气、利用煤气的热預热燃料等等)。試驗証明,二氧化碳还原成 CO 的速度也决定于燃料的品質;从这个观点看来,木炭具有較好的指标。必須順便指出,反应

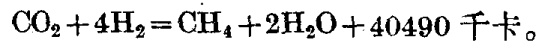
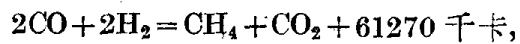
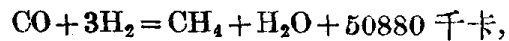


是可逆反应,例如当温度降低或压力增加时,吸热反应将向相反的方向进行^①,并分出 CO_2 、 H_2O 及 C 。这是很重要的,因为这种反应的存在可能会大大降低煤气的热值,因而降低发动机的功率。研究証明,当温度低于 $450-400^\circ\text{C}$ (煤气的“激冷”温度)时,这反应即不可能进行。上面曾經指出,氢气主要是在还原区的底層与还原区中燃料的碳相化合,形成甲烷。

当还原区的温度为 900°C 时,这样所得的甲烷的数量是極少的,靠还原区的碳所得到的甲烷可稍稍提高混合气的热值,因为甲烷混合

气的热值較氫混合气的热值为高。

除了上述的还原区内形成甲烷的反应之外,甲烷还可以于煤气由还原区前往发动机的路途中被形成。在这种場合下,甲烷的形成,可以下列的方式进行:

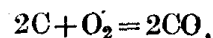


这些反应的出現是絕非我們所希望的,因为煤气的热量将大量的損失掉(全是放热反应)。含有 6% 以上甲烷的煤气的出現,就預告了这些反应的出現。

研究温度对于这些反应的进程的影响指出,当煤气的温度降低至 $300-250^\circ\text{C}$ 以下时,这些反应就不可能發生了。所以設計者應該采取一切的办法来加速煤气的冷却,使达到这样的温度,在这温度下,煤气在由煤气發生爐前往发动机的途中将不致形成甲烷、二氧化碳及水。

在 CTA-80 和 TA-58 等型式的拖拉机的煤气發生爐采用下吸式气化过程。

平吸式气化过程 具有平吸式气化过程的煤气發生爐与具有上吸式和下吸式气化过程的煤气發生爐根本不同。这种煤气發生爐的簡圖示于圖 226, 6 上。与以上所討論的上吸式及下吸式煤气發生爐不同,在这种煤气發生爐中不可以設想有以尋常的順序(即在还原区中)形成 CO 的可能性,因为这种煤气發生爐的整个起作用的区域仅有很小的容积,因而煤气穿越这个区域的时间将不足以使 CO_2 还原成 CO 。在这种煤气發生爐中沒有还原区, CO 的形成按下列反应进行:



各种气化过程的比較 比較上吸式及下吸

① 原文为“当温度或压力降低时,放热反应将向相反的方向进行”——譯者注。

式气化过程,可以得出下列几点意見:

1. 具有下吸式气化过程的煤气發生爐由于可以采用各种种类的燃料,而不致將發动机弄髒所以是更通用一些。

2. 在具有下吸式气化过程的煤气發生爐中可以較比具有上吸式气化过程的煤气發生爐有更高的燃料化学能的利用率。这是由于在下吸式煤气發生爐中,树脂化合物参与气化过程,而于上吸式煤气發生爐中树脂化合物損失掉了(由濾清器濾去)。

3. 在下吸式煤气發生爐中形成 CO 及 H_2 的条件是比較有利,因为在这种煤气發生爐的还原区中,永远充滿着具有較高含碳百分率的炭。

4. 可以不必停止發动机而装添燃料是具有下吸式气化过程的煤气發生爐的重要特長(提高車輛的利用效率并减少在發动机启动时的汽油消耗)。

5. 当采用下吸式气化过程时,煤气發生爐裝置的构造較簡單,在这种型式的裝置中,燃料的濾清簡易化了;积聚于干餾区的水气吸經燃燒区及还原区,免去了人工給水,这就大大簡化了裝置的构造。

6. 應該指出,对于在变动的工作情况下工作的汽車拖拉机發动机來說,具有下吸式气化过程的煤气發生爐所产生煤气的平稳性較大是其特別重要的优点。这是由于参加气化过程的燃料量是几乎不变的,而对于具有上吸式气化过程的煤气發生爐來說,就談不到这一点。

上面所指出的,說明了具有下吸式气化过程的煤气發生爐得到广泛流行的原因。

最后應該指出对气化过程的进程發生影响的因素。

煤气的成分因燃料的种类、燃料的湿度、煤气發生爐中的燃料量而改变。坚硬类的木料

(櫟木、樺木、白樺)产生較結实的炭及較少的灰燼,由于这个緣故,用这种燃料的煤气發生爐的特点是平稳性較大及阻力較小。木塊的尺寸主要是对穹窿的形成(燃料下不去)有影响。由燃料(当无穹窿时)尺寸上的变化所引起的煤气發熱量的变化是不显著的。当木塊的尺寸加大时,增加了在煤气中带有树脂的危險,这是因为大塊的木塊,較难除去树脂的緣故。当木塊的尺寸減小时,則出現了木炭变碎并大量損失的危險。

在將煤气發生爐生火及發动机換用煤气之后,是不能够立刻从煤气發生爐中得到正常的煤气的,因为气化过程尚沒有来得及建立起来。

在这期間里不宜于强使發动机在低轉速下工作,因为当燃燒室內的溫度低时,將因不能使树脂化合物分解而把發动机弄髒。

气化过程被建立起来所需時間的久暫,决定于許多的因素。例如:在夏天的情况下用干燥木塊时,气化过程于使用煤气 15—20 分鐘之后,就被建立起来了;在寒冷的冬天,用潮湿的木塊时,則需經過 30—40 分鐘或更多的時間。

在煤气發生爐中,燃料面不得低于風口以上 200 毫米。

燃料面过低將引致燃料倉强烈的过热并使之过早的損坏。

應該指出,經由倉口、接头等处吸入空气,对煤气發生爐的工作有巨大的影响。尤其是象在灰倉口这些处所,也就是說在煤气具有很高的溫度之处吸入空气,对煤气發生爐的工作有严重的影响。从这些处所吸入空气,不可避免地会引起煤气的局部燃燒、發生爐过热等現象。

煤气發生爐的热計算 当供給某一發动机以煤气时,煤气發生爐裝置各部件的基本尺寸隨該發动机的燃料和空气的消耗量而定。所以煤气發生爐裝置的設計工作是由热計算开始的。热計算使得有可能确定燃料消耗量、空气消耗量以及一系列用以表征煤气發生爐热特性的参数。

于进行下吸式汽車拖拉机用煤气發生爐的热計算时,以指定的燃料气化时所可能获得的煤气成分为出发点。为了方便起见,以每获得 100 千克分子的煤气为單位来计算燃料消耗量及空气消耗量。設 100 千克分子的煤气有下列所希望的成分:

一氧化碳	CO	} 共 100 千克分子
二氧化碳	CO ₂	
甲烷	CH ₄	
氢	H ₂	
氮	N ₂	

假設用气化的方法可获得上述煤气的燃料具有下列的重量組成:

碳	C	} 共 1 千克
氢	H ₂ ^T	
氧	O ₂	
氮	N ₂ ^T	
水(W _{相对})	H ₂ O	
灰	A	

按上列所假設的組成,不难算出为了获得 100 千克分子的煤气所必需的燃料量。

必須記得,于获得一分子的二氧化碳时,1 分子的碳及半分子的氧参与反应;因而,在全部煤气(100 千克分子)的一氧化碳中将有 CO 千克分子的碳及 0.5CO 千克分子的氧。

于碳燃烧成二氧化碳时,一分子的碳及一分子的氧参与反应;因而,在全部煤气的二氧化碳中将包含 CO₂ 千克分子的碳及 CO₂ 千克分子的氧。于形成甲烷时,1 分子的碳及 2 分子的氢参与反应,而在全部煤气中将有 CH₄ 千克分子的碳及 2CH₄ 千克分子的氢。根据所指出的,則包含于煤气中的碳(C)氢(H₂)氧(O₂)及氮(N₂)的数量将等于:

$$\begin{aligned} C' &= CO + CO_2 + CH_4 \text{ 千克分子,} \\ H_2' &= H_2 + 2CH_4 \text{ 千克分子,} \\ O_2' &= 0.5CO + CO_2 + O_2 \text{ 千克分子,} \\ N_2' &= N_2 \text{ 千克分子.} \end{aligned}$$

在燃料气化的过程中,不是所有燃料中的碳都能轉化成煤气的;一部分燃料中的碳将以灰渣形式由爐篦漏走而損失掉;一部分碳将以炭渣的形式被带走并沉积于管路、滤清器等处之内;此外某些碳可能由于煤气的緩慢冷却而損失掉。

每千克燃料中所損失的碳量依被气化的燃料的性質(例如,不同的湿度,被过分弄碎了的炭或泥炭)、煤气發生爐构造上的品質(例如,爐篦間隙的大小)及热品質(煤气的冷却不够快)而定。

根据窩茲乃辛斯基工程师的試驗,在使用木塊的煤气發生爐中,每千克燃料的碳損失,按重量計为 1.25—1.56%,

而按道路运输总局(Гидротранс)的数据——1.6—1.7%。

把上述的碳損失考虑在内,为获得 100 千克分子的煤气所必需的燃料量等于:

$$G_T = \frac{12C'}{O - O_n} = \frac{12(CO + CO_2 + CH_4)}{O - O_n} \text{ 千克.}$$

此处 C'——煤气中的碳量,千克分子;

O——每千克燃料中的碳量,千克;

O_n——每千克燃料的碳損失,千克。

由 1 千克燃料所得到的煤气的体积(煤气的出量),由下式計算:

$$V_2 = \frac{22.4 \times 100}{G_T} \text{ 米}^3/\text{千克} \text{ ①.}$$

G_T 千克燃料气化时所必需的空气量可以这样来计算:

煤气中所有的氮量等于 N₂' = N₂ 千克分子;随燃料一同被携入的氮的千克分子数等于:

$$\frac{N_2^T \cdot G_T}{28}$$

随空气携入的氮的千克分子数为两数之差:

$$N_2^B = N_2 - \frac{N_2^T \cdot G_T}{28} \text{ 千克分子.}$$

全部燃料气化时所必需的空气量的千克分子数(L)及千克数(L')将等于:

$$L = \frac{N_2^B}{0.79} \text{ 千克分子和 } L' = 28.95L \text{ 千克.}$$

每千克燃料气化所必需的空气量的千克数及米³数将等于:

$$L_0 = \frac{L'}{G_T} \text{ 千克/千克和 } L'_0 = \frac{22.4L}{G_T} \text{ 米}^3/\text{千克.}$$

煤气的湿度可以这样計算,随燃料一同携入的及由于燃料所生成的全部水分将等于②:

$$W_{总} = \frac{W_{相对} \cdot G_T}{18} + \frac{H_2^T \cdot G_T}{2} \text{ 千克分子.}$$

这水分的一部分将用来形成水煤气及甲烷;剩余的水将使煤气湿润。以蒸汽状态存在于煤气之中的水分量将等于:

$$W_{蒸} = W_{总} - H_2', \text{ 千克分子和 } W_{蒸}' = 18W_{蒸} \text{ 千克.}$$

單位为千克/米³的水蒸汽之量,由下式計算:

$$W_{蒸} = \frac{W_{蒸}' \cdot 18}{22.4(100 + W_{蒸})}.$$

由 1 千克燃料所發生的湿煤气的出量将等于:

$$V_2' = \frac{22.4(100 + W_{蒸})}{G_T} \text{ 米}^3/\text{千克.}$$

在煤气由煤气發生爐前往发动机的途中,煤气中的一部分水分被凝結出来;被凝結出来的水分的数量将依發生爐的构造及工作情况而定。由 G_T 千克燃料气化所得到的干燥煤气的重量等于:

① 于 0°C 及 760 毫米水銀柱时,1 千克分子的体积等于 22.4 米³。

② 被空气携入的水分由于相对的数量是很微少的,故忽略不計。

$$G_s = 28\text{CO} + 44\text{CO}_2 + 32\text{O}_2 + 2\text{H}_2 + 16\text{CH}_4 + 28\text{N}_2 \text{ 千克。}$$

每米³煤气的低热值可按式計算：

$$H_{HH} = 25.7\text{H}_2 + 30.35\text{CO} + 85.7\text{CH}_4 \text{ 千卡/米}^3。$$

若作气化之用的燃料是按照所希望的煤气組成而选出的，則應該有下列的平衡：

$$G_T + L' = G_s + W_{\text{蒸}} + AG_T + G_T C_n \text{ 千克。}$$

此处 G_T ——为获得 100 千克分子的煤气所必需的潮湿燃料的重量，千克；

L' ——参与气化过程的空气重量；

G_s ——100 千克分子的干燥煤气的重量，千克；

AG_T —— G_T 千克燃料燃烧后所剩灰渣的重量；

$C_n G_T$ —— G_T 千克燃料气化时，所损失的碳的重量。

發生爐的热平衡 在煤气發生爐工作时，所获得的热是由燃料的热和空气的热所积成的。由 G_T 千克的燃料所携进的热，按高热值計算将等于：

$$Q_T = G_T H_{HT} + c_T G_T t_T = G_T [8100\text{O} + 30000\text{H}_2 - 2600(\text{O}_2 - \text{S})] + c_T G_T t_T。$$

此处 H_{HT} ——每千克燃料的高热值，千卡/千克；

c_T ——千克燃料的比热；可假定等于 0.6 千卡/千克 1° ；

t_T ——被填入煤气發生爐的燃料的温度，可假定为 15°O 。

$c_T G_T t_T$ 项是燃料的物理热。由空气所携入的热量将等于：

$$Q_a = c_p L t_a。$$

此处 c_p ——空气的等压分子比热，等于：

$$c_p = 6.985 + 3.5876 \times 10^{-4} t_a；$$

L —— G_T 千克的燃料气化所必需的空气量，千克分子。

t_a ——空气进入發生爐时的温度。

由燃料和空气携入的全部热量将等于：

$$Q_n = Q_T + Q_a。$$

热消耗量 在燃料气化的过程中，由 G_T 千克的燃料及 L 千克的空气所携入的热量 Q_n ，被分配为下列几个部分：

$$Q_n = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5。$$

此处 Q_1 ——100 千克分子煤气的潜热能，千卡；

Q_2 ——干燥煤气的含热量，千卡；

Q_3 ——煤气中水分的含热量，千卡；

Q_4 ——由于残渣及煤烟等等而损失的热，千卡；

Q_5 ——热的对流损失及辐射损失，千卡。

在 100 千克分子的干燥煤气中所含的有效热，可根据煤气的高热值計算：

$$Q_1 = 100 \times 22.4 H_{HT} = 100 \times 22.4 (30.5\text{H}_2 + 30.35\text{CO} + 95.3\text{CH}_4) \text{ 千卡。}$$

100 千克分子干燥煤气的含热量将等于：

$$Q_2 = c_{p2} t。$$

在这个式子中， t ——煤气于离开煤气發生爐时的温度， $^\circ\text{O}$ ；

c_{p2} ——100 千克分子煤气的等压比热。

100 千克分子煤气的比热，可由下式計算：

$$c_{p2} = c_{v2} + 198.5。$$

此处 c_{v2} ——100 千克分子煤气的容比热。

每 100 千克分子煤气的等容比热可由下式計算：

$$c_{v2} = (5 + 3.5876 \times 10^{-4} t) (\text{CO} + \text{CH}_4 + \text{H}_2 + \text{N}_2 + \text{O}_2) + (7.1 + 0.003 t) \text{CO}_2。$$

在煤气于出口处的温度所可能有的变化范围内，可以采用这个式子，而具有足够的准确度。

于計算甲烷的比热 c_{v2} 时，算作与二原子气体的比热一样；当甲烷在煤气中的百分数不大时，这假设不致引起重大的錯誤。

煤气在出口处的温度是一未知数；因此在 Q_2 的公式中将 c_{p2} 的值代入，得到以下的式子：

$$Q_2 = [B(5 + 3.5876 \times 10^{-4} t) + (7.1 + 0.003 t) \text{CO}_2 + 198.5] t；$$

此处 $B = (\text{CO} + \text{CH}_4 + \text{H}_2 + \text{N}_2 + \text{O}_2)。$

在 100 千克分子的煤气中，水分的含热量由下式計算：

$$Q_3 = (18r + c_p t) W_{\text{蒸}}。$$

此处 $W_{\text{蒸}}$ ——在 100 千克分子煤气中的水蒸汽量，千克分子；

r ——蒸发潜热，等于 600 千卡/千克，

c_p ——水蒸汽的等压分子比热，等于：

$$c_p = 8.165 + 9 \times 10^{-4} t。$$

t ——煤气离开發生爐时的温度。

于 Q_3 的式子中将 c_p 及 r 的值代入，得：

$$Q_3 = [10800 + (8.165 + 9 \times 10^{-4} t) t] W_{\text{蒸}}。$$

被煤烟等所携走而损失的热，可約略的由下式計算：

$$Q_4 = H_C G_T C_n。$$

此处 H_C ——碳的热值，等于 8100 千卡/千克；

C_n ——因残渣、煤烟等所损失的碳，单位为千克。

由于热傳导及辐射的热损失，可以用和的形式表示出：

$$Q_5 = Q_K + Q_A；$$

此处 Q_K ——經由煤气發生爐的外表面，由于热傳导的热损失；

Q_A ——由于辐射的热损失。

由于热傳导的热损失，可按式極近似地計算出来：

$$Q_K = [k_1 F_1 (t_1 - t_a) + k_2 F_2 (t_2 - t_a) + k_3 F_3 (t_3 - t_a)] \times \text{千卡；}$$

在这个式子中： k_1 、 k_2 及 k_3 ——由側壁、底及上盖到空气的傳热系数，千卡/米²·小时， 1° ；

F_1 、 F_2 及 F_3 ——煤气發生爐的側表面积及底和盖的面积，米²；

t_1 、 t_2 及 t_3 ——該表面的平均温度；

t_a ——周圍大气的温度；