

中等专业学校教学用书

建筑材料工业热工学和热工设备

上册

В. А. 基泰依采夫

Р. М. 古尔维奇

И. В. 柯罗尔柯夫 合著

建筑工程出版社

中等专业学校教学用书

建筑材料工业热工学和热工设备

(上册)

原重工业部建筑材料工业管理局編譯科 譯

建筑工程出版社出版

• 1961 •

原本說明

書 名 ТЕПЛОТЕХНИКА И ТЕПЛОВЫЕ УСТАНОВКИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

著 者 В.А. Китаицев
Р.М. Гурвич
И.В. Корольков

出 版 者 Промстройиздат

出版地点及年份 Москва—1954

**中等专业学校教学用书
建筑材料工业热工学和热工设备
(上册)**

原重工业部建筑材料工业管理局編譯科 譯

1957年11月第1版 1961年3月第3次印刷 3066—7,075册

850×1168 1/32 • 220千字 • 印張8¹⁴/32 • 插頁5 • 定价(10) 1.40元

化工出版社印刷厂印刷 新华書店发行 書号: 1929

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)
(北京市書刊出版业營業許可証出字第052号)

目 录(上册)

引 言.....	(9)
緒 論.....	(9)

第一篇 燃料的性能和种类

第一章 燃料的一般性能.....	(15)
------------------	--------

1. 对燃料的要求.....	(15)
2. 动力燃料和工艺燃料.....	(16)
3. 工业燃料的分类.....	(16)
4. 固体燃料和液体燃料的成分.....	(17)
5. 气体燃料的成分.....	(20)
6. 燃料的發热量.....	(20)
7. 燃料在加热时的分解.....	(25)

第二章 燃料的种类.....	(25)
----------------	--------

1. 木 柴.....	(25)
2. 泥 煤.....	(28)
3. 矿物煤.....	(30)
4. 可燃頁岩.....	(35)
5. 爐 渣.....	(35)
6. 液体燃料.....	(36)
7. 粉狀燃料.....	(39)
8. 燃料团.....	(46)
9. 气体燃料.....	(47)

第三章 燃料的貯存.....	(49)
----------------	--------

第一篇 習題.....	(51)
-------------	--------

第一篇 复習題.....	(52)
--------------	--------

第二篇 燃燒过程的計算

第一章 燃燒过程的物理-化学原理	(54)
第二章 燃燒过程的計算	(57)
1. 燃燒反应方程式	(57)
2. 燃料燃燒所需空气量的測定	(60)
3. 燃燒产物的成分的測定	(65)
4. 燃燒过程的物料平衡	(68)
5. 燃燒过程的近似計算	(69)
第三章 燃燒温度的計算	(72)
1. 燃燒温度	(72)
2. 理論燃燒温度的計算	(73)
3. 燃燒計算的典型例子	(76)
第二篇 習題	(79)
第二篇 复習題	(81)

第三篇 热工設備中气体的流动

第一章 基本概念和数值	(82)
第二章 气体流动的原因和种类	(86)
1. 压力的种类	(86)
2. 压头的轉变	(89)
3. 气体流动时的压力損失	(89)
4. 引起气体流动的力	(90)
5. 气体流动时的种类	(92)
6. 气体流动阻力的計算	(95)
第三章 使气体流动时的裝置和設備	(99)
1. 自然通風的抽風裝置	(100)
2. 人工通風的設備和裝置	(101)
3. 通風机的特性	(104)
第三篇 習題	(107)

第三篇 复习題	(107)
---------	---------

第四篇 傳 热 原 理

第一章 热傳导傳热	(109)
1. 稳定热流 的热傳导	(109)
2. 不稳定热流 的热傳导	(116)
第二章 对流传热	(118)
1. 对流传热的定律	(118)
2. 流动速度对給热系数的影响	(119)
3. 求 α 的公式	(121)
第三章 輻射傳热	(124)
1. 固体的輻射	(124)
2. 气体的輻射	(129)
3. 气体和固体間的傳热	(132)
4. 总的給热系数	(134)
5. 火焰的輻射	(134)
6. 由一介質穿过壁向另一介質的傳热	(135)
7. 在同流换热器和交流换热器中的傳热	(138)
第四篇 習題	(144)
第四篇 复习題	(145)

第五篇 窑和干燥器的燃燒室

第一章 燃燒塊狀固体燃料的燃燒室	(147)
1. 燃燒室的一般概念	(147)
2. 水平爐篦子的燃燒室	(149)
3. 傾斜爐篦子燃燒室	(151)
4. 豎式燃燒室	(152)
5. 燃燒室中半气化的过程	(153)
6. 机械化的燃燒室	(154)
7. 在燃燒室中送入空气	(157)

8. 固体燃料燃燒室的操作	(158)
第二章 燃燒气体燃料、液体燃料和粉狀燃料的裝置	(160)
1. 燃燒气体燃料的噴嘴	(160)
2. 燃燒液体燃料的噴嘴	(161)
3. 燃燒粉狀燃料的噴嘴	(163)
第三章 燃燒室的热工計算	(163)
1. 燃燒室效率的測定	(163)
2. 燃燒室大小的測定	(165)
3. 燒重油的低压噴嘴的計算	(169)
4. 气体噴嘴的計算	(169)
第五篇 复習題	(170)
 第六篇 固体燃料的气化和煤气發生爐	
第一章 固体燃料气化的概論	(171)
1. 發生爐煤气在建筑材料工業中的应用	(171)
2. 煤气發生过程的化学反应	(171)
3. 在吹入空气中加入水蒸汽	(174)
4. 蒸汽-空气發生爐煤气的成分	(175)
第二章 煤气發生爐的类型	(176)
1. 煤气發生爐的爐筒	(176)
2. 煤气發生爐的爐篦子	(178)
3. 煤气發生爐的裝料裝置和撥火裝置	(182)
4. 煤气發生爐的生产能力	(184)
第三章 煤气發生站	(186)
1. 生产流程圖	(186)
2. 發生爐煤气的粉塵、水分和焦油的清除	(188)
3. 煤气發生站的安全技术	(191)
第四章 煤气發生过程的計算	(193)
1. 气化的物料平衡	(193)
2. 气化的热平衡	(193)

3. 煤气發生爐的效率	(195)
4. 气化过程各个数值的計算	(196)
5. 煤气發生爐燃料的选择	(199)
6. 按規定的燃料消耗量計算發生爐煤气的数量和煤气發生爐的座数	(201)
第六篇 复習題	(202)

第七篇 干燥和干燥器

第一章 干燥过程的理論基础	(203)
1. 干燥的种类和干燥设备的总示意图	(203)
2. 潮湿空气和煙道气的性質	(205)
3. 潮湿空气的 $I-d$ 圖	(211)
4. 煙道气的 $I-d$ 圖	(215)
5. 物料中水分的种类	(216)
6. 干燥的理論基础	(217)
水分从自由表面的蒸發	(217)
物料中水分的內部扩散	(218)
干燥曲綫	(220)
干燥时制品的收縮	(222)
最好的干燥制度的測定	(223)
第二章 干燥过程的計算	(224)
1. 測定除去水分的数量	(224)
2. 干燥器中的理論过程	(227)
分析法	(227)
圖解法	(229)
3. 干燥器中的实际过程	(232)
4. 用圖解法測定煙道气干燥时煙道气和热的消耗量	(235)
5. 干燥过程的方案	(236)
第三章 干燥器的类型	(239)

1. 自然干燥棚	(239)
2. 人工干燥器	(240)
間歇作業的干燥器	(241)
連續作業的干燥器	(243)
3. 各种干燥器的比較	(253)
干燥的均匀性	(253)
干燥器热量的节约	(255)
干燥制度的調节	(255)
第四章 干燥器中送入帶热体和排出帶热体的裝置	(257)
1. 排气裝置	(258)
2. 干燥器在正压和負压下的操作	(258)
3. 干燥器的热源	(259)
第五章 干燥設備的計算	(263)
1. 所需干燥面积的測定	(263)
2. 輸送热和空气的裝置的选擇	(264)
第七篇 复習題	(269)

引 言

这本教科书供培养从事水泥和其他胶凝物质、建筑陶瓷和玻璃制品生产的工艺人员教学之用。

书中各章在第三版中都曾加以修订，并补充了新的资料。修订的主要目的是在于更充分地反映目前在工业中已广泛运用的有关建筑材料热处理方面的新技术和先进经验。

本书第二版出版以后关于教学计划及教学大纲的修改，以及教员和学生们对本书中个别问题的意见，作者曾一一加以考虑。

鉴于中等技术学校的学生缺乏专门的有关热工计算方面的参考书，因此本书中增加了一些例子和典型计算，在附录中列举了课程设计和毕业设计时计算热工装置所必需的参考数据。

本书的绪论，第一、二、五、六、十、十一和十二篇由技术科学硕士B.A.基泰依采夫讲师执笔。本书的附录及全书的校对工作也是由他担任的，第三、四、七、八篇和第九篇的一、二两章由技术科学硕士P.M.古尔维奇执笔，第九篇其他各章由工程师H.B.柯罗尔柯夫执笔。

技术科学博士Л.Б.金兹布尔格教授、斯大林奖金获得者A.H.伊万诺夫讲师和M.Ю.鲁里叶教授在审阅本书中给了许多宝贵的指示，作者对他们表示感谢。

緒 論

“建筑材料工业的热工学”这门课程，是研究建筑材料热处理过程及设备的一门学科。

建筑材料工业中采用各种各样的热工设备：窑、干燥机、压蒸釜及其他等。生产所需之热绝大多数由燃料的燃烧而得。只有在极少数的情况下才采用电力加热。

作为热源的燃料对发展整个现代工业来讲，有着很大的意

义。符·伊·列宁说过，燃料是工业的粮食*。

建筑材料工业是苏联国民经济中燃料的一大用户。除了各种天然的燃料（木柴，泥煤，矿物煤）之外，这里还广泛地采用粉状燃料和气体燃料。

建筑材料工业中的窑炉和其他热工设备所需的热量是非常大的。例如，玻璃池窑所需的热量换算成燃料的话，每小时为4吨煤。煅烧水泥熟料用的产量高的迴转窑每小时需要5—6吨煤。

用于建筑材料热处理方面的燃料及其他消耗的费用，佔建筑材料全部生产费用的很大一部分。例如，煅烧水泥对这些费用佔产品成本的25—30%。

热处理的结果使物料本身的物质发生变化，因而使物料具有新的物理、化学性质。在大多数建筑材料的生产中，一般采用下列几种热处理：干燥，煅烧（或焙烧），熔化和蒸压。

干燥就是把物料中的水分蒸发掉。几乎在所有各种建筑材料的生产中都采用干燥，并且不论是散碎的和块状的物料（砂、粘土及其他等），或者是成型后的制品（陶瓷制品，石膏制品及其他等）都要进行干燥。

煅烧（或焙烧）就是把物料加热到使其具有新的性能的温度，以便使其能用于建筑中。

煅烧（或焙烧）是建筑陶瓷和胶凝物质工艺过程中的一个最重要的阶段。在焙烧时，由于高温的影响，陶瓷制品中发生复杂的物理、化学变化：产生脱水反应；易熔的组成部分发生熔融，并形成复杂的化合物；在未熔化的固体颗粒中，结晶格子的结构发生变化。由于这些过程的结果，使焙烧后的制品具有强度，抗水性、抗冻性及其他性能。

在胶凝物质的生产中，煅烧的任务就是要改变原料的化学成分，以便得到具有新性质的产品。例如，在煅烧没有胶凝性能的石灰石时，石灰石便分解成二氧化碳和氧化钙，氧化钙就是一种

* 列宁全集第33卷139页。

膠凝物質——生石灰。

把石灰石和粘土混合起来一同进行煅燒的結果，便得到 CaO 和 SiO_2 , Al_2O_3 及 Fe_2O_3 的化学化合物；最重要的膠凝材料——波特蘭水泥就是由这些化合物所組成的。

在膠凝物質的生产中，煅燒后材料的性質与其热处理条件之間的关系，主要是与煅燒温度間的关系，表现得尤其突出。例如，只有把原料在 $1400-1500^\circ$ 的温度下煅燒到燒結，才能使波特蘭水泥具有高的膠凝性。

煅燒后成品的性質与煅燒温度間的关系，在煅燒石膏时表現得很明显。在 $130-200^\circ$ 的範圍內加熱石膏石，其中析出部分化合物水，生成雪花石膏。

在 200° 以上的温度下煅燒石膏石，所得石膏主要由粉碎并以水混和后不会硬化的不溶性無水硫酸鈣所組成。如果在 $450-750^\circ$ 的範圍內煅燒石膏，并向煅燒后的成品中加入催化劑（高爐矿渣，煅燒过的白云石），則石膏又成为膠凝物質——無水石膏水泥。把煅燒温度提高到 $800-1000^\circ$ ，得到另一种膠凝物質——緩凝石膏。由此可見，石膏煅燒后成品的成分与性質完全决定于煅燒温度。

熔化是玻璃生产中一种主要的热处理。在大多数情况下由石英砂、石灰石、純碱和芒硝組成的玻璃配合料，在 $1400-1500^\circ$ 的温度下熔化成玻璃熔体，然后用这种熔体制作平板玻璃和其他玻璃制品。

蒸压或水热处理，用于矽酸鹽磚、粘土石灰磚、矿渣水泥砌塊、鋼筋混凝土制品和其他建筑制件的生产中。蒸压就是在蒸压釜或蒸压室中用水蒸汽处理被加工的材料。

苏联共产党第十九次代表大会关于1951—1955年發展苏联的第五个五年計劃的決議，規定要迅速增加主要建筑材料的生产。

要完成这项任务，必須提高現有窯爐和干燥器的生产率，并使新的产量高的热工設備投入生产。

“研究”建筑材料工業的热工学”这一門課程，就能以热工知識武装青年專家，并培养他們去設計和管理建筑材料工厂的复杂

的热工设备。

建筑材料的热处理一向有着很大的意义。

莫斯科、基輔、諾夫哥羅德、弗拉基米尔和苏联其他城市中的古代俄罗斯建筑的古蹟，說明了我們古代技師們的技艺，說明了他們会焙燒磚和煨燒石灰，这些磚和石灰經過許多世紀，仍保持很高的建筑質量。

考古学的發掘証明古代（为煨燒上述物料）所采用的煨燒窯結構是完全合理的*。

但是从科学方面来研究建筑材料的热处理，那只是在十八世紀現代物理、化学科学奠基后才开始的。

偉大的俄罗斯科学家 M.B. 罗蒙諾索夫首先确立了对热的性能的正确观点，指出热具有动力的性能。他以这个观点駁斥了当时某些科学家的唯心观念，这些科学家們認為有某种特殊物質的“热素”存在——这就是一切热现象的原因。

M.B. 罗蒙諾索夫在“热冷原因之探索”一書(1750年)中写道，由于分子的旋轉运动發出热**。

罗蒙諾索夫論証了在他以前佔优势的热素理論是毫無根据的，并科学地解釋了氧化过程和燃燒过程的實質。

M.B. 罗蒙諾索夫在他的學位論文“論矿坑中所見到的空气的自由运动”(1742年)中，闡明了矿坑中热空气和窯爐中热烟氣發生运动的原因，从而为窯爐理論的科学研究奠定了基础。

M.B. 罗蒙諾索夫不仅为进一步發展热工学奠定了科学的基础，而且曾亲自研究过矽酸鹽的热处理——在他亲自建的玻璃厂中熔化过玻璃。

俄罗斯教授 B.E. 葛里姆-葛日馬依洛，根据 M.B. 罗蒙諾索夫对热气体运动原因的研究，在本世紀初創立了解釋工厂窯爐和干

* B.A. 雷伯柯夫。古代俄罗斯的技艺。苏联科学院出版。1948。

** M.B. 罗蒙諾索夫全集第二卷。苏联科学院出版。1951年。

燥器工作的第一个科学理論，这个理論在当时对發展窯爐热工学起了进步作用。

天才的俄罗斯化学家Д. И. 門捷列夫在燃料的研究方面提出了許多見解和建議。特別是在 1877 年創立了石油成因的假說；1882 年在世界上首先發表了矿物煤在地下气化的可能性的見解；1897 年又創立了計算燃料發熱量的公式。

Д. И. 門捷列夫对俄国燃料工業特別是石油工業的發展，作了很大的貢獻。他認為科学对于实际是有重大意义的。Д. И. 門捷列夫的科学遺訓是在苏維埃政权建立后才實現的*。

偉大的十月社会主义革命后，热工学在建筑材料工業中开始快速發展。生产企業装备了最新型的窯爐、干燥器、煤气發生爐、蒸汽釜和其他热工設備。

这些成果是在我国科学成就的前提下获得的。

由于苏联共产党和政府关怀科学的發展，許多科学研究院和科学家創立了最先进的計算热工过程和設計热工設備的方法。

М. В. 基尔比契夫院士对热工学的发展作出了很大的貢獻，他在 1923 年提出了热工过程模型化的方法。在全苏 Ф. Э. 德捷尔任斯基热工学院中以及 Н. Н. 道勃洛郝托夫，А. В. 雷柯夫兩位教授和其他科学家对于干燥問題进行了重要的研究。設計部門（俄罗斯建筑材料設計院，国立水泥設計院，玻璃設計院）設計出了許多产量高的热工設備，这些設備已在工厂中普遍采用。

科学家和生产革新者的成就正在建筑材料工業中推广着。

革新者和先进的工人們在工厂中采用新的方法来煅燒和干燥建筑材料。例如沃龙涅日磚厂的技师 Л. А. 杜万諾夫创造并运用了快速燒磚法，大大地提高了輪窯的产量。克拉斯諾达尔磚厂的技师 И. Г. 喀尔答夫节夫提出了在干燥棚中干燥磚的方法，增加了磚的产量。水泥厂迴轉窯的看火技师們創造了水泥熟料的快速

* Д. И. 門捷列夫全集第十一卷——燃料。苏联科学院出版，莫斯科，1949年。

假燒法。

科学應該敏感地听取試驗和实践中的意見，并勇敢地在生产中开辟新的道路。在完成共产主义建設的任务中，科学和实践是互相不可分的。

第一篇

燃料的性能和种类

第一章 燃料的一般性能

1. 对燃料的要求

对各种燃料的共同要求如下:

1. 每一单位重量或单位体积的燃料在燃烧时应该产生大量的热;
2. 燃料在燃烧时不应产生有害于人体健康以及燃烧室和窑爐材料(主要是金属部分)的气体;
3. 燃料应该尽可能易于开采和便宜;
4. 燃料应该能长期贮存于仓库中, 而其性能不发生重大的变化。

在一定程度上符合这些要求的可燃物质就是各种工业燃料。

并不是所有可燃物质或发热物质都能作为工业燃料之用。例如酒精、苯、丙酮和其他类似的液体虽然也是可燃物质, 但是由于它们的价值高昂, 所以不能算是工业燃料。根据这个原因, 焊接金属时所用的能产生高温的铝热混合物也不能算是燃料。硫及硫化物(黄铁矿、白铁矿等)燃烧时能产生热, 但是不作为燃料使用, 因为它们燃烧时所生成的二氧化硫有害于人体的健康, 对热工设备的金属部件起破坏作用。

2. 动力燃料和工艺燃料

工业燃料按其专门用途可分为动力燃料和工艺燃料。这个区分是假定的，因为它只是部分地以燃料的技术性质为基础。

在热力装置中燃烧以得到动力的燃料谓之动力燃料。

在工厂窑炉、干燥机燃烧室及其他设备中燃烧以便将热利用于生产工艺过程(熔化玻璃、煅烧石灰、干燥砖等)中的燃料谓之工艺燃料。

为某种生产所需的工艺燃料应根据工艺过程的特点，主要是根据热工设备的结构来选择。例如，适合于迴转窑煅烧水泥熟料的燃料，不一定适合于立窑煅烧水泥熟料。

建筑材料工业中所用的工艺燃料主要是地方性的燃料，也就是按其性能来说作远距离输送是不经济的燃料。地方性的燃料为：木柴、泥煤、褐煤和可燃页岩。

大力发展地方性燃料的开采及将其用于工业中是国家的一项重要任务，因为这样能缩短燃料的运输距离，并能使比较贵重的燃料埋藏量(特别是质量高的烟煤和石油)耗用得更有效。

3. 工业燃料的分类

按物理状态燃料可分为固体的、液体的和气体的。

按成因燃料可分为天然的和人造的，后者系将天然燃料经工艺加工而得。同时燃料的成分和形状是可以改变的，有时候就是物理状态也是可以改变的；例如由固态变为气态。几种主要工业燃料的分类列于表1中。

工业燃料的分类

表 1

燃料的成因	燃料的物理状态		
	固 体	液 体	气 体
天 然	木 柴	石 油	天然煤气