

苏 联

热处理工作者手册

A·A·施梅柯夫著

机械工业出版社译

中国工业出版社



77.18.75
369

苏 联 热 处 理 工 作 者 手 册

(增 訂 本)

A · A · 施 梅 柯 夫 著

机 械 工 业 出 版 社 译



中 国 工 业 出 版 社

4423



DT09/107

本书是根据苏联施梅柯夫著的“苏联热处理工作者手册”增订第三版本译出的。作者在新版本中对旧版本的内容作了很大地改动，删去了一些比较深奥的理论，增添了大量更实用的资料和最新的数据，所以内容更加丰富和实用。

书中用表格、公式和图表的形式引述了机器制造中所采用的各种牌号的钢材和机器零件同工具的热处理操作，以及炉子同热量检验仪表的资料。

本手册可供工厂工程师、技术人员和工长工作中的参考，也可供学校学生上设计课时查考。

А. А. Шмыков
СПРАВОЧНИК ТЕРМИСТА

Машгиз 1956

* * *

苏联热处理工作者手册

机械工业出版社译

(根据机械工业出版社纸型重印)

*

机械工业图书编辑部编辑 (北京苏州胡同 141 号)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路丙 10 号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第 110 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $350 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $12^{15/16}$ · 插页 3 · 字数 324,000

1955 年 6 月北京第一版

1963 年 7 月北京新一版·1963 年 7 月北京第一次印刷

印数 0,001—5,032 · 定价 2.55 元

*

统一书号: 15165 · 2606(一机-532)

目 次

序言	6
第一章 物理量和物理常数	11
基本符号	11
工程、物理和电学度量制中各种度量数字之间的关系	15
电的量和磁的量	17
温度的刻度	18
物質的热容量和热含量(焓)	21
燃烧反应的热效应, 导热率, 飽和水蒸汽的压力和 物質的其他物理化学常数	25
第二章 鋼和鑄鉄的主要工艺性質	32
“鉄-碳”平衡图	32
結構和它的性質	38
奥氏体的等温分解	41
合金元素对鋼性質的影响	47
鋼的晶粒度	53
鋼的淬透性	55
測定鋼的強度特性和塑性特性的公式	68
硬度檢驗	69
鋼的物理性質	74
鋼的切削加工性	84
第三章 热处理操作的特性	88
热处理时的热量計算	88
鋼件和工具热处理操作的特性	100
使加热零件(工件)整个体积內发生轉变的操作	100

再結晶退火	100
退火	101
淬火	103
淬火剂	132
回火	138
时效	139
化学热处理操作	143
渗碳	145
氰化	161
氮化	168
扩散渗金属过程的特性	174
控制气氛	177

第四章 制造机器零件和工具用的鋼和鑄鉄的成分、

机械性質和热处理规范	203
各种牌号鋼的化学成分、机械性質和用途	203
鋼的分类	203
普通碳鋼的化学成分、机械性質和用途	205
制造鉄路运输零件用的鋼及其热处理	211
优質碳鋼的化学成分、机械性質和用途	218
优質合金鋼的化学成分、机械性質和用途	222
推荐的鋼的热处理规范	240
碳結構鋼和合金結構鋼制的机器零件热处理规范的实例	246
大型鍛件的热处理特点	267
鋼鑄件的化学成分、机械性質和用途	276
弹簧鋼的化学成分、机械性質、用途和热处理规范	281
滾珠軸承鋼的化学成分、机械性質和热处理规范	285
高合金不銹鋼和耐热鋼的化学成分、机械性質、 用途和热处理规范	293
渦輪制造用鋼的化学成分、机械性質和热处理规范	305
工具鋼的化学成分、机械性質、用途和热处理规范	315
鑄鉄的化学成分、机械性質、用途和热处理规范	334

573

苏 联 热 处 理 工 作 者 手 册

(增 訂 本)

A · A · 施 梅 柯 夫 著

机 械 工 业 出 版 社 译

中 国 工 业 出 版 社

0709/107

本书是根据苏联施梅柯夫著的“苏联热处理工作者手册”增订第三版本译出的。作者在新版本中对旧版本的内容作了很大地改动，删去了一些比较深奥的理论，增添了大量更实用的资料和最新的数据，所以内容更加丰富和实用。

书中用表格、公式和图表的形式引述了机器制造中所采用的各种牌号的钢材和机器零件同工具的热处理操作，以及炉子同热量检验仪表的资料。

本手册可供工厂工程师、技术人员和工长工作中的参考，也可供学校学生上设计课时查考。

А. А. Шмыков
СПРАВОЧНИК ТЕРМИСТА

Машгиз 1956

* * *

苏联热处理工作者手册

机械工业出版社译

(根据机械工业出版社纸型重印)

*

机械工业图书编辑部编辑 (北京苏州胡同 141 号)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路丙 10 号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第 110 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $350 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $12^{15/16}$ · 插页 3 · 字数 324,000

1955 年 6 月北京第一版

1963 年 7 月北京新一版·1963 年 7 月北京第一次印刷

印数 0,001—5,032 · 定价 2.55 元

*

统一书号: 15165 · 2606(一机-532)

目 次

序言	6
第一章 物理量和物理常数	11
基本符号	11
工程、物理和电学度量制中各种度量数字之间的关系	15
电的量和磁的量	17
温度的刻度	18
物質的热容量和热含量(焓)	21
燃烧反应的热效应, 导热率, 飽和水蒸汽的压力和 物質的其他物理化学常数	25
第二章 鋼和鑄鉄的主要工艺性質	32
“鉄-碳”平衡图	32
結構和它的性質	38
奧氏体的等温分解	41
合金元素对鋼性質的影响	47
鋼的晶粒度	53
鋼的淬透性	55
測定鋼的強度特性和塑性特性的公式	68
硬度檢驗	69
鋼的物理性質	74
鋼的切削加工性	84
第三章 热处理操作的特性	88
热处理时的热量計算	88
鋼件和工具热处理操作的特性	100
使加热零件(工件)整个体积內发生轉变的操作	100

再結晶退火	100
退火	101
淬火	103
淬火剂	132
回火	138
时效	139
化学热处理操作	143
渗碳	145
氰化	161
氮化	168
扩散渗金属过程的特性	174
控制气氛	177

第四章 制造机器零件和工具用的鋼和鑄鉄的成分、

机械性質和热处理规范	203
各种牌号鋼的化学成分、机械性質和用途	203
鋼的分类	203
普通碳鋼的化学成分、机械性質和用途	205
制造鉄路运输零件用的鋼及其热处理	211
优質碳鋼的化学成分、机械性質和用途	218
优質合金鋼的化学成分、机械性質和用途	222
推荐的鋼的热处理规范	240
碳結構鋼和合金結構鋼制的机器零件热处理规范的实例	246
大型鍛件的热处理特点	267
鋼鑄件的化学成分、机械性質和用途	276
弹簧鋼的化学成分、机械性質、用途和热处理规范	281
滾珠軸承鋼的化学成分、机械性質和热处理规范	285
高合金不銹鋼和耐热鋼的化学成分、机械性質、 用途和热处理规范	293
渦輪制造用鋼的化学成分、机械性質和热处理规范	305
工具鋼的化学成分、机械性質、用途和热处理规范	315
鑄鉄的化学成分、机械性質、用途和热处理规范	334

第五章 爐子和热量檢驗仪表	347
爐子	347
燃料	375
筑爐用的材料	387
热量檢驗仪表	395
参考資料	405

序 言

在现代科学成就的基础上，伟大的俄国学者切尔诺夫 (Д. К. Чернов) 所創立的关于金属及其热处理的科学正在以飞快的步伐向前发展。

机器零件和工具的质量及其机械和物理化学的性质，在很大程度上是与各个生产阶段中所采用的热处理和化学热处理有关的。

现代金属热处理的操作可以分为与下有关的两种过程：

1) 加热到一定温度，在这温度保温并以一定速度冷却，使加工零件的整个体积内或仅在零件的表面层中发生同素异形转变、结构转变、碳化物转变 (退火、正火、淬火、回火、时效和零下处理)；

2) 使加工零件表面层的化学成分变化，并随后再用化学热处理的方法使零件表面强化 (或不经过强化) (渗碳、氰化、渗铝、渗铬、渗硅、渗硼等等)。

根据苏共第 20 次代表大会关于发展重工业，特别是机器制造工业的指示，在金相热处理工作者的面前有以下任务：

1. 建立各种新牌号的钢和合金，其质量指标要满足水轮机、汽轮机、蒸汽锅炉、内燃机的零件，以及类似的在腐蚀性介质、高压、高温、静应力和动应力条件下工作的机组中的零件的使用要求。

2. 创立钢和合金的合金理论并确定化学成分、结构和性质之间的定性的和定量的关系。

俄国学者库尔纳科夫 (Н. С. Курнаков) 院士是关于平衡图类型和合金性质之间关系的学说的創始者；这个学说在鲍奇瓦尔 (А. А. Бочвар) 院士的著作中得到了进一步的发展。

依靠苏联金属学家、金属物理学家和工厂的工程技术人员劳动，关于金属的科学在苏联正在顺利地解决新技术发展中的许多最重要的理论和实践问题。

许多科学研究院和工厂实验室都在从事于金属学问题和发展新的

先进的金屬热处理方法的研究工作。

創立新牌号的鋼和合金，不仅在金屬加工工业、采矿工业和石油开采工业中用的机器零件的应用中，而且在这些工业中用的工具的应用上都是一个迫切的問題。

鋼和合金的合金理論是现代金屬学的一个主要問題。

3. 进一步研究并发展在加热和冷却时鋼和合金中所发生的相变的理論。

研究相变过程，能找出强化热加工工艺过程和改善金屬和合金性質的途径。

就鋼而言，发展相变理論的方向應該是进一步研究加热时，特别是快速火焰加热时、电流作用加热时，以及冷却时金屬中所发生的轉变——馬氏体轉变和奧氏体等温轉变，特别是在奧氏体等温分解温度的低温区的等温轉变。

4. 創立强度的物理理論并确定机器零件机械試驗的結果与結構强度之間的关系。为了減輕机器的重量和改进机器的質量，金屬学家和設計家的任务是进一步建立强度理論的物理原理。机器零件在其使用条件下的强度就是合金及其加工工艺正确选择的最終总结。实践提出了一个任务，就是創造用机器零件的成品作試驗的方法，以便考虑零件的輪廓尺寸、外形和使用条件（温度、压力、腐蝕性介質等）。創立机器零件結構强度試驗方法的任务也要完成。

5. 創造新的、更先进的热处理和化学热处理的工艺过程，并强化現行的热处理和化学热处理的工艺过程，其目的是保証制件有高的質量和減輕机器零件的重量。

在我国現代化机器制造工厂里，已經采用了高频电流加热、电解液中加热，以及气体火焰加热的方法来进行机器零件和工具的表面淬火；設計出了新式而完善的加热装置，在高频电流加热方面，进行了作为制定表面淬火工艺的基础的重要理論研究，明了了这种淬火对疲劳强度的影响、原始組織对淬火后鋼的性質的影响，确定了合理的加热规范。

施捷因貝爾格 (С. С. Штейнберг) 及其學生所進行的對奧氏體等溫分解過程的詳細研究，以及庫爾裘莫夫 (Г. В. Курдюмов) 及其學生所進行的對馬氏體轉變過程的研究，使合金鋼和高速鋼坯料的等溫退火操作得以能運用到生產中去，縮短退火時間 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ ；並且使機器零件和工具的等溫淬火操作也能運用到生產中去，而縮短了淬火時間和提高了零件質量——在硬度高和變形最小的條件下提高了韌性。

各種等溫淬火和分段淬火的操作在許多場合下能提高機器零件和工具的結構強度。在光亮分段淬火和光亮等溫淬火時，採用鹽和礆作為冷卻劑可以提高零件的質量，節約材料，特別是可以用鉛。為了進一步的發展這種先進的熱處理方法，要求更深入的研究在熱介質中淬火的零件的結構強度，研究鋼中過冷奧氏體的轉變過程，各種介質（熔鹽、礆等）的淬火能力，研究有冷卻介質循環的溶槽成批生產的結構和組織，以及創造在淬火時自動控制冷卻介質溫度的裝置。

蘇聯科學研究工作所創立的淬火鋼件的冷處理的方法在工業中得到愈來愈廣泛的應用。運用這種方法，就能縮短熱處理的周期，提高高合金鋼制件，首先是高速鋼工具的質量。

1933 年明克維奇 (Н. А. Минкович) 及其學生在鋼制件用油蒸汽滲碳方面所進行的工作，為我國工廠運用氣體滲碳操作以及後來採用的機器零件氣體氰化操作奠定了基礎。金相熱處理工作者的任務是要更廣泛地運用這些先進的化學熱處理方法。

高溫氰化操作是最有效的，研究和運用這種方法是金相熱處理工作者的首要任務。

白鑄鐵退火或可鍛鑄鐵的過程包括兩個石墨化的階段，全部過程需要的時間為 80~100 小時。因此要廣泛地運用鑄鐵鑄件預先淬火或正火的快速退火方法，這能使退火時間縮短到 15~30 小時，同時能提高鑄件的質量。

採用保護氣氛的光亮退火和光亮淬火能在熱處理後得到不氧化和不脫碳的制件，這就提高了制件的質量，降低了以後加工的勞動量（減少了機械加工的余量，取消了清除氧化皮的工序），而且也節省了

由于烧損而造成的金屬損失(約2~15%或更多)。在机器制造厂和冶金工厂中,对碳鋼可采用光亮退火和光亮淬火,但是在高合金鋼,特別是不銹鋼的不氧化加热的研究和运用上,还要求研究工作者和生产工作者作更大的努力。

6. 創造和运用大型鋼錠和鍛件的合理的热处理方法。

这个复杂的任务,在新克拉馬托尔斯克斯大林机器制造厂和烏拉尔奥尔忠尼启則重型机器制造厂以及其他工厂全体工程师們的努力下,成功地得到了解决。

7. 机器零件和工具最少挠曲的热处理。

生产工作者的任务是要得到变形最小的机器零件和工具;解决了这个任务,制件的質量就能得到改进,生产的废品就能减少。这个问题实际上由于采用了淬火机和淬火压床而获得解决。

8. 在生产中創造和运用新的物理研究方法和生产檢驗方法,例如X射綫法、磁性法、超音波法、真空金相法、电子显微鏡法等等。

在生产中广泛运用上述各种研究方法,就能提高制件的質量。

9. 由于金屬高速切削加工过程的广泛发展,在金相热处理工作者面前的任务是,創造保証鋼料最好切削加工性的热处理操作。

10. 热处理工艺过程的自动化和机械化是社会主义生产組織的主要問題之一。

这个问题的解决在于在生产中創造和运用:

a) 多工序自动化的組合設備,它包括爐子(或浴爐)、淬火槽(或淬火机)、冷却輸送带等;

б) 热处理任何尺寸和重量(小型和大型)的机器零件和工具用的机械化和自动化的热力組合設備;

в) 进行快速热处理用的自动化装置;

г) 制备制件化学热处理和不氧化加热用的各种气体介質的自动化装置;

д) 清除零件氧化皮、矫正零件等用的机械化設備;

е) 淬火机和淬火压床;

ж) 爐溫規範和气体規範的检查測量仪器;

з) 检查热处理結果用的自动仪表。

本手册是利用最可靠的文献資料、工厂和研究院的材料以及作者著作中的一部分材料而編制的。

在本版中編进了各种牌号的結構鋼和工具鋼以及鑄鉄的热处理材料。但是，由于篇幅的限制，关于有色金屬和某些牌号的特殊鋼的热处理資料，在这里沒有編进来。

第一章 物理量和物理常数

本章是介绍常用到的一些物理量与物理常数。

基本符号

量的符号与单位

符号	名 称	单 位	英 美 制 单 位	换 算 因 数
L, l	长度	公厘 公尺	英吋 英尺	25.4 0.305
F, f	面积	公分 ² 公尺 ²	英吋 ² 英尺 ²	6.45 0.0929
V, v	体积	公分 ³ 公尺 ³	英吋 ³ 英尺 ³	16.387 0.0283
$\bar{v}$	比容	公尺 ³ /公斤	美制加仑 英尺 ³ /磅	0.00378 0.0624
G, g	重量	克 公斤	唎 磅	28.35 0.4536
α, ρ	单位体积重量	公斤/公尺 ³	长吨	1016.05
γ	比重		唎/英尺 ³ 磅/英尺 ³	1.0 16.0
A	原子量	—	—	—
M	分子量	—	—	—
P, p	压力	公厘水柱 公斤/公尺 ² 公厘水银柱 公斤/公尺 ² 公斤/公分 ²	唎/英尺 ² 吋水柱 吋水银柱 磅/英尺 ² 磅/英尺 ² 磅/英尺 ² 吨/英尺 ²	44.0 25.4 345.5 51.712 4.88 0.0703 157.5
Q, q	热量	仟卡	B.T.U.—英制单位	0.252
Q_H	低发热值	仟卡/公斤 仟卡/公尺 ³	B.T.U./磅	0.555
Q_S	高发热值		B.T.U./英尺 ³	8.899~8.9
q_v	单位体积耗热量	仟卡/公尺 ³	B.T.U./英尺 ² B.T.U./英尺	2.712 0.825
q_f	单位面积耗热量	仟卡/公尺 ²		
q_l	单位长度耗热量	仟卡/公尺		

(續)

符号	名 称	单 位	英 美 制 单 位	换 算 因 数
I, i	热含量(焓)	仟卡/公斤	B.T.U./磅	0.555
c	热容量(比热)	仟卡/公斤 $^{\circ}\text{C}$	B.T.U./磅 $^{\circ}\text{F}$	1.0
λ	导热系数	$\frac{\text{仟卡}}{\text{公尺时 } ^{\circ}\text{C}}$	$\frac{\text{B.T.U.}}{\text{英呎时 } ^{\circ}\text{F}}$	1.488
λ	导热系数	$\frac{\text{仟卡}}{\text{公尺时 } ^{\circ}\text{C}}$	$\frac{\text{B.T.U.}}{\text{英吋时 } ^{\circ}\text{F}}$	17.88
a	温度传导系数	公尺 2 /时	英呎 2 /时	0.0929
α	散热系数(放热系数) . . .	$\frac{\text{仟卡}}{\text{公尺}^2\text{时 } ^{\circ}\text{C}}$	$\frac{\text{B.T.U.}}{\text{英呎}^2\text{时 } ^{\circ}\text{F}}$	4.88
K	总传热系数			
C_s	绝对黑体的辐射系数 . . .	$\frac{\text{仟卡}}{\text{公尺}^2\text{时}}$ (绝对温度) 4	—	—
μ	动力粘度系数	$\frac{\text{公斤秒}}{\text{公尺}^2}$	$\frac{\text{磅秒}}{\text{英呎}^2}$	4.9
ν	运动粘度系数	公尺 2 /秒	英呎 2 /秒	0.0929
P	爐子、机床、机器的生产能力	公斤/时	磅/时	0.4536
P_f	爐子单位面积的生产能力 .	公斤/公尺 2 时	磅/英呎 2 时	4.88
P_v	爐子单位体积的生产能力 .	公斤/公尺 3 时	磅/英呎 3 时	16.0
B	燃料消耗量	公斤/时	磅/时	0.4536
		公尺 3 /时	英呎 3 /时	0.0283
b	燃料单位消耗量	公斤/公斤	磅/磅	1.0
		公尺 3 /公斤	英呎 3 /磅	0.0625
W	电能消耗量	仟瓦时	仟瓦时	—
b, w	电能单位消耗量	$\frac{\text{仟瓦时}}{\text{公斤}}$	$\frac{\text{仟瓦时}}{\text{磅}}$	2.2
η	效率	%	—	—
η_m	燃料的利用率	%	—	—
D	扩散系数	公分 2 /秒	英吋 2 /秒	6.45
		公分 2 /时	英吋 2 /时	1.791×10^{-3}
A	功	公斤公尺	磅呎	0.138
			B.T.U.	107.6
N, W	功率, 生产能力	公斤公尺/秒	$\frac{\text{磅呎}}{\text{秒}}$	0.138