

犁鏡与犁鏵 热处理新方法

貝科夫斯基著

机械工业出版社

犁鏡与犁鐮热处理新方法

貝科夫斯基著

克恒譯

出版者的話

本書簡要地敘述了犁鏡与犁鏵各种現行热处理方法，詳細地介紹了犁鏡的气体滲碳和犁鏵的高頻电流淬火新方法，以及采用新方法的技术經濟指标。

本書由克恒同志翻譯，并承弋瑞堂、后之明、董国华、陈景嵐、曲善田、丁紹成、蔡美祿等同志协助譯成。

本書可供农業机械制造厂的工程技术人员参考。

苏联 А. Д. Быковский 著 'Новые методы термической обработки отвалов и лемехов' (Машгиз 1948 年第一版)

*

*

*

NO. 1430

1957 年 5 月第一版 1957 年 5 月第一版第一次印刷

787×1092^{1/32} 字数 36 千字 印張 1^{7/8} 插頁 6 0,001—1,300 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(10) 0.42 元

目 次

原序	4
犁鏡的气体渗碳及淬火	5
对犁鏡的要求	5
犁鏡热处理的各种現行方法	6
气体渗碳	8
气体渗碳的设备	11
气体渗碳的直通烘爐	13
犁鏡的气体渗碳和淬火的工艺	23
技术經济指标	29
犁鐮的高頻电流淬火	32
对犁鐮的要求	32
犁鐮淬火的各种現行方法	33
用氧炔焰加热制件	36
表面接触电淬火	36
高頻电流表面淬火	37
高頻电流联动机	42
淬火犁鐮的實驗室研究結果	53
技术經济指标	56
参考文献	57

原 序

苏联农具制造工业大量生产各种结构的犁。犁的主要工作机构是磨耗得比较快的犁铧和犁镜。

每年供给于农业的犁铧和犁镜，单是作储备零件用的就是几百万个，因此提高它们的耐磨性和降低它们的制造成本具有重大意义。在犁镜和犁铧的制造工艺中，热处理乃是决定性的环节，既决定它们的耐磨性又决定它们的成本。

因此，阐述在农具零件特别是犁镜犁铧热处理上采用进步工艺的试验工作的这一本小书有很大的用处。

著者在斯大林汽车工厂进行的试验表明，犁镜的气体渗碳比固体渗碳剂渗碳不论在技术上和经济上都有优越之点。现今正在试行不用渗碳来制造三层钢犁镜，然而这本书所发表的材料，对于单层钢犁镜的现有制造方法的改善以及其他农具零件气体渗碳的采用，都可能是有益处的。

对许多农具零件，特别是犁铧的热处理，采用高频率装置乃是十分迫切的技术经济措施。本书发表的实验材料证实了高频电流应该在不久的将来，在犁铧的热处理中占有稳固的位置。

犁鏡的气体滲碳及淬火

对犁鏡的要求

犁鏡用 Cr.1 或 Cr.2 号鋼制造, 其化学成分如下表:

表 1

鋼 号	鋼的化学成分百分数				
	碳 C	錳 Mn	硅 Si	磷 P (不多于)	硫 S (不多于)
Cr.1	0.07~0.12	0.35~0.50	微 量	0.05	0.055
Cr.2	0.09~0.15	0.35~0.60	微 量	0.05	0.055

按照技术条件 (ГОСТ 41-40), 犁鏡应该經過热处理(滲碳及淬火) 以保証硬度在洛氏 (C 标度) 50 或 布氏 450 度以上。

犁鏡工作表面滲碳層的厚度应当是:

拖拉机犁和灭茬犁犁鏡——1.5~2.2 公厘;

馬拉犁犁鏡——1.2~1.8 公厘;

小鐮犁鏡——1.0~1.5 公厘。

犁鏡中間軟層厚度应不小于犁鏡厚度的1/3。

犁鏡淬火層的显微組織, 应是在分解阶段的小針狀馬氏体, 不容許有滲碳体的網出現。中間軟層的組織应是鉄素体和索氏体。

耕地时犁鏡經常磨耗, 且时遇冲击負荷, 特別是在荒地

的硬土上。因此，犁鏡的滲碳乃成為增強耐用性的因素。

犁鏡熱處理的各種現行方法

在現行熱處理方法中，用固體滲碳劑滲碳乃是目前犁壁熱處理的唯一方法，而這一方法的工藝過程，尚無固定的規範。

在羅斯多夫農具廠，犁鏡是雙面滲碳。他們那里是采用90%木炭和10%蘇打的混和物作為滲碳劑。要滲碳的犁壁裝在用耐火鋼制成的一些箱子里，犁鏡之間各留有5公厘的間隙，這些間隙都用滲碳劑塞滿。箱子包裝好了，嚴密地抹上耐火泥，放到通過式爐里，爐子的燃料是發生爐的煤氣。箱子被加熱到 $950\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ，加熱時間是14小時，可得滲碳層達 $1.5\sim 1.6$ 公厘。滲碳以後將箱子和犁鏡冷卻，然後卸出。

犁鏡淬火前的加熱，在具有旋轉爐底的旋轉爐內進行，也是用發生爐煤氣作燃料。加熱的溫度要達到 $840\sim 860^{\circ}\text{C}$ ，在爐底轉一周的時間（15~18分鐘）就可以達到這個溫度。犁鏡一出爐就送到摩擦彎曲壓力機上，壓成適當的形式。犁鏡從彎曲機下以 $780\sim 800^{\circ}\text{C}$ 的溫度投到水池里淬火。

在十月革命工廠，犁鏡裝入滲碳箱，在石油爐內進行滲碳。滲碳用劑是80%泥煤滲碳劑和20%蘇打。滲碳層的深度，根據試樣來檢查。試樣是用與造犁鏡同樣的鋼制成的，和犁鏡一同裝箱。冷卻之後，把犁鏡從滲碳箱取出，重新放入石油爐中加熱，再放到摩擦壓力機上，用模型壓成所要的形式。此後，犁鏡以 $780\sim 800^{\circ}\text{C}$ 的溫度投入水中淬火，並試驗硬度。

在克留沁科工廠，犁鏡的滲碳在特制的爐子內進行，這種

爐子同時可裝 8 只箱子，每箱 20 只犁鏡。用煤作燃料。犁鏡裝箱每隔 8 公厘間隙一片，間隙內滿填滲碳劑。滲碳箱用鑄鋼制成，可以用 30 次。犁鏡裝箱時一同放入一只檢查用的試樣，這試樣也是用造犁鏡的鋼制造的。用木炭與蘇打的混合物作為滲碳劑，其摻和的百分比隨木炭與蘇打的質量而變更。犁鏡和側面箱板之間裝滿碎焦炭。每箱約用滲碳劑 10 公斤。

裝好犁鏡後，把箱子用粘泥封好，裝上狹軌小車，送入爐子內。滲碳時間在 9~15 小時之間。爐內溫度，在 4 小時的過程中，從 600°C 升到 1050°C。在 1050°C 保溫 5 小時。

箱子出爐後，冷卻，卸空。接着，把犁鏡放入水中充分冷卻。此後，犁鏡重新送入石油爐中加熱，出爐後加以模壓，隨後投入水中淬火。用來模壓犁鏡的摩擦壓力機的能力是 46 噸。

犁鏡用固體滲碳劑滲碳的缺點，首先就是工藝過程的調節複雜，難以在犁鏡的表層中得到所要求的碳的濃度。此外，傳熱性很低的滲碳劑的燒透，在滲碳過程中占去了很長的時間，因而拖長了滲碳過程。滲碳後，為了彎曲和淬火，又要、把犁鏡放入加熱爐內再次加熱，這樣就增加了熱處理的費用，降低了爐底面積和爐內有效容積的利用系數，這在把制件裝入特制的箱子進行滲碳的辦法中特別顯著。若再加上預備工序（犁鏡的手工裝箱，滲碳劑的調制及撒布）的費用以及衛生保安條件低劣等等，那末，很明顯，犁鏡的固體滲碳劑滲碳是不夠完善的。

上述那些缺點，如犁鏡用氣體滲碳劑來滲碳，就可以全部消除。

气体渗碳的目的，也像固体渗碳剂渗碳一样，是提高軟鋼所造犁鏡的表層的含碳量，使犁鏡在淬火以后表層硬而中心軟。

气 体 渗 碳

气体渗碳是用制件在含碳气体介質（一氧化碳 CO ，飽和烴 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 和不飽和烴 C_nH_{2n} 或上述气体的混合物）內加热的办法来进行的。

气体渗碳的过程，也像固体渗碳剂渗碳一样，分成三个阶段：

1. 碳原子在热作用下从气体中分出来。主要的渗碳气体乃是一氧化碳 CO 。在这种情况下碳原子的分出，其化学反应是 $2\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$ 。

2. 分出来的碳原子与鋼互相作用和形成含碳量高的表面薄層。

3. 碳从飽含碳的表面薄層緩慢地散布（扩散）到制件的內部。

用来渗碳的气体可以分为天然煤气和人造煤气。

从地下出来的天然煤气含沼气（甲烷）頗多。例如沿亞速海一帶的煤气含沼气86~87%，余者是氫和氮。薩拉托夫的煤气含沼气尤多，达90~95%。

最常用的煤气有：

1. 發生爐煤气。在特制發生器（發生爐）內盛燃木炭、煤等等，用純空气或含有水蒸汽的空气吹过它，即可得这种煤气。这种含沼气不多的貧煤气，可以用来稀釋富含碳的煤气。

2. 从某些石油田逸出的天然煤气，或蒸馏石油和澄清汽油时所得的煤气。这些煤气的最主要组成部分是丙烷和丁烷。这些煤气富含碳氢化合物，可用较贫的煤气稀释。

3. 在 $600\sim 1150^{\circ}\text{C}$ 温度干馏煤、石油、煤油、各种油脂等等所得的煤气。

由于所取来干馏的燃料不同而分为：石油煤气，煤油煤气，焦炭煤气，酒精煤气等等。

液体燃料（石油、煤油）的分解在 $600\sim 900^{\circ}\text{C}$ 温度进行。这一过程叫做热分解，从分解过程的结果中所得到的煤气叫作热分解煤气。热分解煤气富含碳氢化合物（烃）。

有许多企业，限于条件，没有利用天然煤气来渗碳的可能性。在这种情形下，可采用中央重型机器制造科学研究所1933年所创造的热分解煤油制造煤气法。这一方法业经在斯大林汽车工厂试用有效。

犁镜的气体渗碳，把全部过程集中于由渗碳炉和弯曲及淬火压力机组成的一台联动机上，使犁镜热处理工艺得到决定性的改革。

气体渗碳比固体渗碳剂渗碳的主要优点是：

1. 缩短热处理工作时间，缩减了50~60%；
2. 防止制件中心层的金属晶粒长大；
3. 渗碳过程的进度可能控制；
4. 犁镜出渗碳炉立即可以进行淬火；
5. 减少车间内犁镜的在制品留滞量，减少了2/3。

此外，煤气渗碳比固体渗碳剂渗碳大大降低了成本。

例如，在连续作业的石油炉内，以每昼夜3吨的生产率，进行深度1.5公厘的固体渗碳剂渗碳，其成本为（每吨

制件，以盧布为單位):

滲碳剂 (每公斤价格 87 戈比)	52
爐子燃燒用重油.....	21
耐火鋼制的箱子.....	20
鉄板.....	10
輔助材料.....	6
工資.....	40
車間費用.....	30
爐子折旧 (以价值 10 万盧布計)	11

总計 190

至于气体滲碳，在同样深度、同样尺寸的連續作業的爐子，生产率是每晝夜 6 吨，其成本等于（每吨制件，以盧布为單位):

热分解煤气所用的煤油 (每吨制件耗煤油 40 公升, 每公升价值 30 戈比)	16
爐子燃燒用重油.....	11
工資.....	25
車間費用.....	18
爐子及煤油热分解用具折旧 (按价值 15 万盧布計算)	3
烘室 (馬弗爐) 折旧 (按价值 10500 盧布, 使用期限一年計算)	6
擱架.....	2

总計 81

由此可見，气体滲碳比固体滲碳剂滲碳低廉一半有余。下面是各种滲碳方法用連續作業爐子每一吨制件的滲碳費用比較資料 (以盧布为單位):

用固体渗碳剂·····	190
重油爐的气体渗碳·····	81
燒用發生爐煤气的气体渗碳·····	100
燒用城市煤气的气体渗碳·····	125
电加热的气体渗碳·····	175

气体渗碳比固体渗碳剂渗碳，單是燃料費就降低了60~74%，更不用說改善劳动条件和使生产工艺完善化等許多优点了。

气体渗碳的设备

气体渗碳要用特殊構造的爐子。

渗碳用的气体，如前文所述，可以采用直接从石油地層里出来的天然煤气，这种煤气含有飽和烴——丙烷 C_3H_8 或丁烷 C_4H_{10} 。由于在这些煤气中烴的含量很高，渗碳制件的表面聚积着一層碳黑，形似严密的壳子或呈絮狀，这層东西使渗碳气体难以接近制件，这就大大迟延了碳向金屬内部的扩散。

为了避免这种缺点，富含烴的渗碳煤气，可即以同样煤气的不充分燃燒的产物（含有二氧化碳 CO_2 ，水蒸汽 H_2O ，和某些一氧化碳 CO ）来稀釋[●]。这一过程的根据是有名的

● 这一句原文是：[В целях устранения этого недостатка богатые углеводородами цементирующие газы разбавляют продуктами неполного сгорания тех же газов, содержащих углекислый газ и пары воды CO_2 , H_2O и некоторое количество окиси углерода CO .] 疑-containing一字或系-containing之笔誤，故譯文如上。若照原文譯，应是：[为了避免这种缺点，富含烴的渗碳煤气，可即以含有二氧化碳 CO_2 ，水蒸汽 H_2O 和某些一氧化碳 CO 的同样煤气的不充分燃燒的产物来稀釋]。——譯者

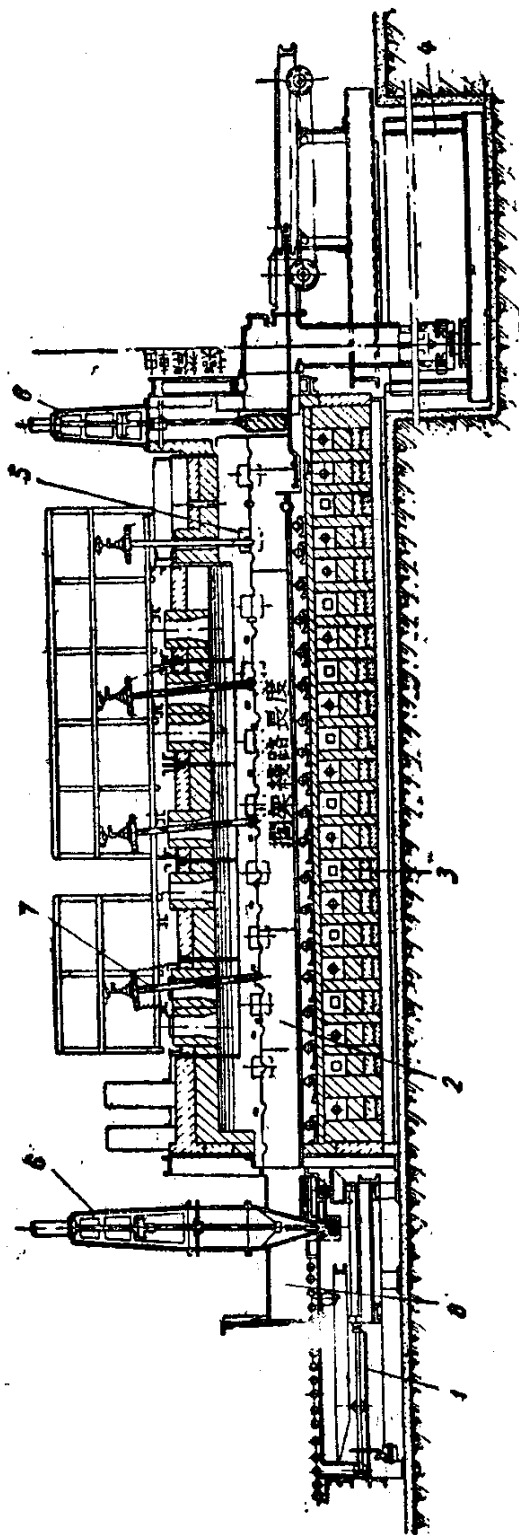


圖 1 1 渗碳爐全圖:

1—送制件入爐的台子；2—滲碳爐；3—火室；4—淬火槽；5—烘室；6—水力爐門升降機；7—熱電偶；8—外室。

物理化学定理：为了預防或制止被加热的气体物質分解，当加热于該气体物質时，必須有該物質在分解时可能生成的元素存在。

丙烷分解的产物是碳和氢。把富含氢的煤气加进在离解时能生成碳和氢的物质、水蒸汽或一氧化碳中，可制止重氢的分解，从而防止了在渗碳制件上形成严密的壳子。

用以进行气体渗碳的设备，随加工制件的性质而不同。

滲碳爐 像犁鏡

這樣要求深的滲碳層和單獨淬火的大件，以在連續作業爐子內進行滲碳為宜。用這種方法，模壓和淬火兩道工序只用一次加

热，因此，可以作到：生产时应用傳送帶，縮減作業時間，并且因縮短工艺周期而节省了設備。

这种方法所用的爐子由下列各部分組成：滲碳爐本身，取得滲碳气体的曲頸蒸餾器和清潔系統（圖1）。

气体滲碳的直通烘爐

斯大林汽車工厂研究出一种气体滲碳的連續作業裝置。它的組成包括一个煤气滲碳爐并附帶热分解裝置，这热分解裝置單獨設在一个專用屋子里，煤气从这个房子里順着导管流入滲碳爐。

滲碳爐有一个焊接的烘室，由含鎳35~40%、含鉻17~19%的耐热合金鑄成的板組成。各金屬板互相間用螺栓連接，其接头部分都是焊好了的。烘室寬0.8公尺、長9.4公尺、高0.4公尺。

烘室被圍在磚砌体中，磚砌体的外面圍滿鋼架子。烘室下面排列着若干火室，此外，并有54个扩散燃燒的灯头（燃燒器），它們的火焰扑向烘室和拱頂之間。烘室用照明煤气加热。火室和灯头的燃燒产物吹拂过烘室之后，經過位在爐牆上的洞离去。

沿着烘室的全底有鑄成的隆起部分，在隆起部分上移动着載有滲碳制件（不加包封）的一些攔架。每一只攔架載有80~120公斤的制件。制件在爐中持續約10小时，在此時間其滲碳層深度可达1.2~1.5公厘。从烘室里向不同的方向伸出5个管子来，滲碳气体（由热分解煤气和热裂煤气以固定比例組成的混合物）就經過这些管子送进来。沿着烘室的長度，按照滲碳工艺过程的要求，溫度保持在 $920 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 的

水平。烘室的中間部分應該保持最高的溫度，前部應該是最底的溫度。在五個點上檢查溫度。

烘室在爐子里是安放在滾軸狀支柱上，並且有耐熱鋼做的可以嚴密關閉的室門。固定點在制件出口那邊，因此，烘室在加熱時向裝入制件那邊擴張。當爐子燃燒正盛時，烘室擴張 245~250 公厘。

為了避免當從爐子兩頭啓開室門（在裝入或取出制件時）時煤氣從烘室衝出，設有專供煤氣燃燒用的外室。

新爐子開始動用的時候，烘室內煤氣的壓力達 10~25 公厘水柱，在繼續加熱時壓力保持在 2~3 公厘的水柱。

煤氣的進口是直徑 75 公厘的管子。廢氣經過水栓放出，水栓預計壓力約 15~20 公厘水柱。

每小時送入烘室煤氣 6.5 立方公尺，其中 40%（2.6 立方公尺）是熱分解煤氣，60%（3.9 立方公尺）是熱裂煤氣。這些煤氣的化學成分（%）如下：

熱分解煤氣

飽和烴 C_nH_{2n+2}	40~55
不飽和烴 C_nH_{2n}	20~33
氫 H_2	19~22
一氧化碳 CO	0.9~1.0

熱裂煤氣

不飽和烴 C_nH_{2n}	0
氧 O_2	0
甲烷 CH_4	6~10
一氧化碳 CO	16~20
二氧化碳 CO_2	20 以內
氫 H_2	60
氮 N_2	其餘成數

爐的技术規格

爐的生产率 (每小时产量)	200~250公斤
滲碳層深度	0.7~1.1公厘
爐底每小时应力	30~35公斤/公尺 ²
爐子加热用照明煤气每小时消耗量	85~90公尺 ³
每吨制件 (成品) 平均耗用煤气	340~400公尺 ³
换算为液体燃料时, 每吨制件(成品)平均	
耗重油	160公斤
每小时耗煤油	6~7公斤

耐火烘室的使用期限, 大修以前約一年, 大修以后約3~4个月。

在这种爐子中进行犁鏡的气体滲碳試驗时, 發現它对犁鏡滲碳不适合。由于烘爐的容量較小, 犁鏡不能傍立, 因而降低了爐子的生产率和犁鏡的滲碳質量。如增大烘爐容量, 則除須付出巨額制造費用外, 在加热上也需要額外地消耗燃料。此外, 还要延長犁鏡滲碳時間。

由此可見, 烘爐并不适合于犁鏡的气体滲碳。經驗証明, 最适合于犁鏡气体滲碳的, 是沒有烘室的爐子。

無烘室爐子 在同一斯大林汽車工厂建立了一个無烘室爐子 (圖2), 是国立黑色冶金業鑄鋼与軋鋼設備設計院研究出来的, 專門用于汽車零件的气体滲碳、淬火和回火。

無烘室爐子●的联动机由下列各部分组成: 1) 气体滲碳爐; 2) 淬火油槽; 3) 清洗机; 4) 低溫回火爐; 5) 回火后零件冷却室。

联动机各部分安排成四角形, 擱架在四角形内成閉路式

● 原文是 [муфельная печь] 应譯 [烘爐], 显系笔誤, 故改譯为 [無烘室爐子]。——譯者

运动。联动机的这种構成有許多优点，其中主要的是：

1. 無須多地挪动攔架，最大限度地減縮了攔架空跑；
2. 攔架的裝卸地点間距离不大，可以节省人工。

联动机完全机械化，全部过程（裝攔架除外）自动化。

对联动机須特別注意造成爐子的密閉性。

在載有制件的重攔架的出口方面，爐子的密閉性的維持方法如下。重攔架和制件从爐子里进入与淬火槽严密連結的外室。攔架并不接触外部空气而降落槽中。这种結構，除保持爐子的一定溫度外，还保証淬火以后可以得到清潔的、未經氧化的制品。

在制件裝入攔架的一面，爐子的密閉性也用外室来保持，外室有兩個帶磚襯的小門，一个是外門，一个是里門。外門在正常溫度条件下不会翹曲，可以充分保証密閉性。

把裝好的攔架放入外室并閉上外門之后，外室內留有空气。由于連接不严密从隙縫中穿入外室的煤气，在外室內發火燃燒。燃燒的产物和空气經過〔蜡燭〕●由外室逸出，〔蜡燭〕出口附近經常燃燒着一个火把，以点燃逸出的煤气。

这样一来，在开里門的时候，外室与爐子的溫度、压力、煤气成分差不多是一样的，因此，工艺过程也照样繼續下去，并無大的变动。

在联动机里面，制件在攔架上滲碳，攔架的尺寸是650×400×50公厘。在工作綫路的終端卸下制件之后，空攔架由人工沿回空滾道送回爐子的裝入方面。然后仍用人工裝上小車并裝載制件。

● 〔蜡燭〕为約束逸出气体的經路的設備，因其出口处时常点火，所以叫〔蜡燭〕。——譯者