

橡胶与金属结合

C.K. 日列布科夫 著

33

化学工业出版社

橡 膠 与 金 屬 結 合

C. K. 日列布科夫 著

唐 紹 禹 譯

化学工業出版社

本書敘述工業上採用的橡膠與金屬結合的方法、各種結合劑、結合強力的測定方法和現代結合歷程的概念。

本書可供橡膠金屬製品工廠的工程技術人員、橡膠金屬製品的設計人員和從事有關橡膠與金屬結合方面的研究人員以及專科學校的師生閱讀和參考。

С. К. ЖЕРЕБКОВ

КРЕПЛЕНИЕ

РЕЗИНЫ

К МЕТАЛЛАМ

ГОСХИМИЗДАТ (МОСКВА·1956)

橡膠與金屬結合

唐紹禹 譯

化學工業出版社(北京安定門外和平北路)出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第092號

北京市印刷一廠印刷 新華書店發行

開本: 787×1092 1/32

1958年5月第1版

印張: 4 1/8

1958年5月第1次印刷

字數: 99千字

印數: 1—2,522

定價: (10)0.70元

書號: 15063·0192

前 言

許多現代的工業部門越来越广泛地应用橡膠金屬零件。然而，各个时期在技术期刊和專集中發表的关于橡膠与金屬結合問題的报导尙未系統地加以綜合，因而限制着正确選擇橡膠与金屬結合方法的可能，使研究工作产生困难，有时甚至造成严重的錯誤。因此，著者想向从事橡膠与金屬結合方面的工作人員介紹現代的結合方法及其結合历程的重要概念。如果讀者想要詳細研究涉及到的有关問題，尙須參看列出的專門文献。

本書是第一次嘗試把橡膠与金屬結合方面的資料系統化起来，所以在編写这本书的时候，曾發生了一系列的困难。同志們若發現本書的缺点，通知本人，將不胜感激之至。

苏联科学院通訊院士 B. B. 捷廖金曾給本書 审校了好几章，并提出了許多宝贵的意見，特此致以深切的謝意。

C. 日列布科夫

目 录

前 言	(4)
第 一 章 緒 論	(5)
原材料的簡述	(9)
生膠和橡膠	(9)
天然橡膠(HK)(10) 丁二烯鈉合成橡膠(CKB)(10)	
丁二烯苯乙炔合成橡膠(CKC)(11) 聚氯丁二烯合成橡膠(11)	
丁二烯腈合成橡膠(CKH)(12) 其他各种合成橡膠(12)	
金屬	(13)
溶剂	(14)
粘合的概念	(15)
第 二 章 試驗方法	(17)
扯裂試驗	(19)
剝离試驗	(25)
剪切試驗	(28)
动剪切試驗	(30)
扯裂和剪切試驗法的比較	(31)
特殊試驗方法	(32)
非标准的試驗方法	(33)
第 三 章 利用硬質膠使橡膠与金屬相結合	(35)
第 四 章 利用黃銅使橡膠与金屬相結合	(41)
混煉膠的成份和性能对橡膠与鍍銅金屬之結合強力的影响	(43)
天然橡膠的結合強力	(43)
合成橡膠的結合強力	(47)
用黃銅使橡膠与金屬結合的过程	(49)
附件的鍍銅	(49)
附件的准备(49) 往金屬上电鍍黃銅層(53) 鍍銅附件的	
洗滌和干燥(57) 附件上刷漿子及其干燥(58) 附件的檢	
驗(58)	
电鍍槽的裝置	(58)
橡膠与鍍銅金屬的結合	(59)

橡膠的準備(60) 平板硫化機中的硫化(60) 零件的修飾
和試驗(61)

附件的回收 (61)

黃銅結合法的評價 (62)

第五章 利用膠乳白朮膠漿子和環化膠漿子使橡膠與

金屬相結合 (63)

膠乳白朮膠漿子 (63)

環化膠漿子 (66)

第六章 利用氯化橡膠漿子和氫氯化橡膠漿子使橡膠

與金屬相結合 (71)

氯化天然橡膠 (72)

XHK 制成的膠漿子 (76)

氫氯化天然橡膠 (77)

XHK 和 TXHK 制成的膠漿子 (78)

混合成份的膠漿子 (80)

第七章 利用合成樹脂漿子使橡膠與金屬相結合 (81)

第八章 利用異氰酸酯漿子使橡膠與金屬相結合 (88)

異氰酸酯漿子的應用 (91)

異氰酸酯漿子的組成 (95)

測定漿子中異氰酸酯的分析方法 (98)

第九章 橡膠與金屬的冷結合法 (98)

結合過程 (100)

冷結合用的膠漿子 (101)

第十章 製造橡膠金屬零件的模型和橡膠金屬的結構 (109)

橡膠金屬零件的定型方法 (110)

膠料的簡單加壓 (110)

柱塞加壓 (111)

柱塞加壓定型 (111)

膠料利用專門機器的鑄壓 (113)

橡膠金屬的結構 (116)

橡膠金屬結構的簡要計算 (119)

第十一章 關於橡膠與金屬粘附和結合歷程的一些概念 (122)

粘合的历程	(122)
橡膠与金屬結合的历程	(126)

附 录

一、橡膠与各种金屬結合方法的特性	(132)
二、橡膠与各种金屬結合的稳定性	(133)
三、膠漿子 №88 使用說明書摘要	(133)
四、列依柯納特漿子 (20% 濃度) 使用說明書摘要	(134)

参考文献	(135)
------------	---------

目 录

前 言	(4)
第 一 章 緒 論	(5)
原材料的簡述	(9)
生膠和橡膠	(9)
天然橡膠(HK)(10) 丁二烯鈉合成橡膠(CKB)(10)	
丁二烯苯乙稀合成橡膠(CKC)(11) 聚氯丁二烯合成橡膠(11)	
丁二烯脲合成橡膠(CKH)(12) 其他各种合成橡膠(12)	
金屬	(13)
溶剂	(14)
粘合的概念	(15)
第 二 章 試驗方法	(17)
扯裂試驗	(19)
剝离試驗	(25)
剪切試驗	(28)
动剪切試驗	(30)
扯裂和剪切試驗法的比較	(31)
特殊試驗方法	(32)
非标准的試驗方法	(33)
第 三 章 利用硬質膠使橡膠与金屬相結合	(35)
第 四 章 利用黃銅使橡膠与金屬相結合	(41)
混煉膠的成份和性能对橡膠与鍍銅金屬之結合強力的影响	(43)
天然橡膠的結合強力	(43)
合成橡膠的結合強力	(47)
用黃銅使橡膠与金屬結合的过程	(49)
附件的鍍銅	(49)
附件的準備(49) 往金屬上電鍍黃銅層(53) 鍍銅附件的	
洗滌和干燥(57) 附件上刷漿子及其干燥(58) 附件的檢	
驗(58)	
電鍍槽的裝置	(58)
橡膠与鍍銅金屬的結合	(59)

橡膠的準備(60) 平板硫化機中的硫化(60) 零件的修飾
和試驗(61)

附件的回收 (61)

黃銅結合法的評價 (62)

第 五 章 利用膠乳白朮膠漿子和環化膠漿子使橡膠與

金屬相結合 (63)

膠乳白朮膠漿子 (63)

環化膠漿子 (66)

第 六 章 利用氯化橡膠漿子和氫氯化橡膠漿子使橡膠

與金屬相結合 (71)

氯化天然橡膠 (72)

XHK 制成的膠漿子 (76)

氫氯化天然橡膠 (77)

XHK 和 TXHK 制成的膠漿子 (78)

混合成份的膠漿子 (80)

第 七 章 利用合成樹脂漿子使橡膠與金屬相結合 (81)

第 八 章 利用異氰酸酯漿子使橡膠與金屬相結合 (88)

異氰酸酯漿子的應用 (91)

異氰酸酯漿子的組成 (95)

測定漿子中異氰酸酯的分析方法 (98)

第 九 章 橡膠與金屬的冷結合法 (98)

結合過程 (100)

冷結合用的膠漿子 (101)

第 十 章 製造橡膠金屬零件的模型和橡膠金屬的結構 (109)

橡膠金屬零件的定型方法 (110)

膠料的簡單加壓 (110)

柱塞加壓 (111)

柱塞高壓定型 (111)

膠料利用專門機器的鑄壓 (113)

橡膠金屬的結構 (116)

橡膠金屬結構的簡要計算 (119)

第十一章 關於橡膠與金屬粘附和結合歷程的一些概念 (122)

粘合的历程	(122)
橡膠与金屬結合的历程	(126)

附 录

一、橡膠与各种金屬結合方法的特性	(132)
二、橡膠与各种金屬結合的稳定性	(133)
三、膠漿子 №88 使用說明書摘要	(133)
四、列依柯納特漿子 (20% 濃度) 使用說明書摘要	(134)

参考文献	(135)
------------	---------

前 言

許多現代的工業部門越来越广泛地应用橡膠金屬零件。然而，各个时期在技术期刊和專集中發表的关于橡膠与金屬結合問題的报导尙未系統地加以綜合，因而限制着正确選擇橡膠与金屬結合方法的可能，使研究工作产生困难，有时甚至造成严重的錯誤。因此，著者想向从事橡膠与金屬結合方面的工作人员介紹現代的結合方法及其結合历程的重要概念。如果讀者想要詳細研究涉及到的有关問題，尙須參看列出的專門文献。

本書是第一次嘗試把橡膠与金屬結合方面的資料系統化起来，所以在編写这本书的时候，曾發生了一系列的困难。同志們若發現本書的缺点，通知本人，將不胜感激之至。

苏联科学院通訊院士 B. B. 捷廖金曾給本書审校了好几章，并提出了許多宝贵的意見，特此致以深切的謝意。

C. 日列布科夫

第一章 緒 論

4. 古奇依尔在一百多年以前，即 1853 年便發現了橡膠與金屬結合的可能性。然而，在最近三十多年以來，由於一系列特殊機器製造業、汽車製造業、飛機製造業、化學工業、石油工業等技術的高度發展，才廣泛研究出一些橡膠與金屬的結合方法並在各方面得到了普遍的應用。

隨著技術的發展以及新型機器和設備的創造，需要使用同時具有金屬的機械性能和橡膠所固有的防震、耐磨、防銹及其他性能的零件。因此，便產生了使成份、結構和性質完全不同的兩種材料（橡膠和金屬）堅固結合的問題，有好些科學家、工藝師和設計師們為解決這一問題，曾共同努力研究出了許多橡膠與金屬相結合的方法，並發現一些新品種的橡膠能夠達到與金屬相結合，而且這些橡膠的物理性質和化學性質都能符合工業上的要求。

目前，橡膠金屬零件已得到普遍應用。

橡膠有吸收和減輕震動及衝擊的性能，利用橡膠的這些性能，制成橡膠金屬零件，如制成有彈性而又能柔曲的電動機支架用來防止其受震動。利用橡膠金屬零件固定精密儀器以防止儀器受到震動。石油工業中鑽探油井時，金屬零件在含泥砂的水漿中旋轉，普通的金屬軸承在這個環境下很快就會損壞，但包有橡膠的金屬軸承便能良好地工作。橡膠與金屬的結合在造紙、紡織、印刷及其他工業部門廣泛地用來包復滾筒。化學工業、石油工業和其他工業部門的許多金屬設備及其產品貯存器都可用橡膠襯貼以防受腐蝕性介質的腐蝕作用。

為了進一步完善橡膠金屬零件的生產，有必要使一些在橡膠與金屬結合的歷程方面有正確理論概念的橡膠工藝人員和熟悉結合方法的機械設計人員共同協作進行研究。

橡膠與金屬的結合方法 橡膠金屬零件基於橡膠與金屬的結合過程，製造這種零件是橡膠工業的一個獨立部門。

橡膠與金屬結合的工業方法可分為兩大類：

1. 與橡膠硫化有關的“熱結合法”；
2. 與橡膠硫化無關的“冷結合法”。

熱結合法是採用原料橡膠，使它在硫化過程中與金屬結合。冷結合法是利用膠漿子將硫化橡膠與金屬相結合。

用熱結合法是使橡膠直接與金屬結合或通過中間層與金屬結合。直接使硬質膠或軟質膠與金屬結合，在該膠料的成份中應加入銅或鐵的化合物等等。軟質橡膠與金屬結合時，通常利用硬質膠、黃銅和各種膠漿子（環化橡膠漿子、合成樹脂漿子、氯化橡膠漿子等）來作中間層。

冷結合法還在不久以前才有，而且這種結合方法不多。

關於結合方法分類的一些報導可在文獻中找到。

結合方法的發展 雖然，英國在 1860 年獲得了橡膠與金屬結合的專利，這一專利是在金屬板上兩面貼膠，然後進行硫化²，但是在 1853 年⁴，古奇依爾就已經發明了硬質膠與金屬的結合¹，不過未被首先應用罷了。經過 35 年（1888 年）以後，硬質膠與金屬的結合曾用來使蒸汽泵襯貼硬質膠³。從這時候起，也開始應用硬質膠來襯貼化工設備。由那些年代的廣告里也可明顯看出，1890 年就已熟悉用硬質膠來襯貼蒸發皿、離心機以及用半硬質膠來包貼船用的軸了²。

其後，隨著汽車運輸事業的發展，曾利用硬質膠使軟質橡膠與金屬的結合方法來製造載重汽車的實心輪胎（稱為載重輪胎），在實心輪胎被空心輪胎替代以前，一直還是使用這種方法。

利用硬質膠使軟質橡膠與金屬結合的方法，經過 100 年來在原理上並沒有發生重大的變化，目前在工業中仍然採用這一

方法。这种方法可用来襯貼化工設備以防腐蝕，造紙工業、紡織工業、印刷工業和其他許多工業部門所用各種膠滾的包膠都可採用這一方法。

機械固定法也是橡膠與金屬結合的古老的方法。1865年曾取得了運酸槽車的專利權，這個專利中曾提出利用插入到金屬體孔眼內的特殊硬質膠塞來機械地使橡膠固定³。

橡膠與金屬的機械固定在近代也引起了許多發明家的注意。根據1937年所取得的膠滾包復橡膠的專利，在軸上套裝一個已包復橡膠的有鑽孔的金屬圓筒。在這種情況下，是將橡膠壓擠在筒壁⁴的孔眼內，而是一種純粹的機械固定法。類似這種固定的方法在工業中並未得到廣泛應用。

大約在70年內，發明上述最初兩種橡膠與金屬的結合方法以後，曾進行了探討新的結合方法的工作；後來其中有一些方法已作為擬訂工業用結合方法的基礎。如果對那些曾經提出並取得專利的許多不同的方法需要了解的話，可以參看各種文獻資料^{3,5,6,7,8,9,10,11}。

在這個時期內發明家們曾力求改進用硬質膠使橡膠與金屬結合的方法作為首要的研究方向。但這些研究沒有成功，而且利用硬質膠的結合方法在原理上也並未有所改變。

另一方向是試圖採用以有機物質（油類）和純膠漿子或用某些化學物質處理後的膠漿子作為中間層來使橡膠與金屬相結合。例如，1866年曾提出用加有硫酸的膠漿子來結合¹。經過60年以後，費舍爾重新又提出了這種結合方法¹²，他研究並應用了環化橡膠漿子（預先用硫酸處理的橡膠溶液）使橡膠與金屬結合。大約在70年以前首次公佈氯化橡膠粘着性的報導¹。這一發現在當時並未引起注意。在廿世紀的四十年代，氯化橡膠溶液才成為製造有工業意義的用來使橡膠與金屬結合的膠漿子的基礎，如泰普勒（Тай-Плай）等^{13,14}。

这些研究的結果，产生了利用各种膠漿子使橡膠与金屬結合的工業方法，往这些膠漿子的成份中加入能良好与金屬粘結和在硫化过程又能与橡膠良好粘結的物質。类似性質的膠漿子有 1927 年比德耳提出的膠孔白朮漿子¹⁵、費舍尔 环化 橡膠漿子¹²、氯化橡膠漿子^{13,14}、合成树脂以及德国發明的有机異氰酸酯（德斯莫杜尔(Desmodur)牌号¹⁶）目前，氯化橡膠漿子、合成树脂和異氰酸酯都已广泛地应用在工業中^{12~19}。

十九世紀的一个專利中提到的一个發現也是不十分注意地过去了，这个發現是在金屬上电鍍一層黃銅，再將橡膠包复在金屬上²⁰。其后發現含有銻的合金在硫化时能良好地与橡膠相結合。在 1912~1914 年的四个專利中，曾提出用銅、鋅、銻和銅、鋅、銻等合金来結合³。銅、鋅銻合金是用电鍍法鍍在金屬表面上的³。

利用电鍍黃銅層使橡膠与金屬結合方法很难肯定其正确的創始时期。在文献中关于这个方法仅在 1930 年才有报导，这是一种較好的方法^{15,20,21}。

由于 M.И. 法尔別罗夫、С.Г. 赫沃斯托夫斯卡婭、B. B. 貝佐夫等的研究工作，苏联很快地就掌握了利用硬質膠、膠漿子和黃銅使橡膠与金屬相結合的方法，并將这些方法应用于生产上^{15,22,23}。

后来又研究出一些橡膠与金屬的新的热結合法，想要了解这方面的研究工作，請参考引証的文献^{6~11,13,24,25}。

除了發展使橡膠与金屬和膠料硫化有关的热結合法以外，最近 10~15 年来，开始發展使硫化橡膠与金屬結合的冷結合法。这些冷結合法对于許多工業部門易于使用，而且比較方便。

苏联橡膠与金屬結合技术的發展还是在苏維埃政权的最初年代里，即工業恢复时期开始的。在苏联首先是發展用硬質膠使橡膠結合的方法。莫斯科捷尔別涅夫化学工厂 1928 年曾試

用这种方法將化工設備襯以橡膠²⁶。

其后，橡膠与金屬結合的研究在苏联获得了广泛的发展。

原 材 料 的 簡 述

橡膠金屬制品的生产过程中要使用橡膠、金屬及其間所形成的中間層物質——硬質膠、黃銅、各种膠漿子。

这些材料的某些組份在結合过程中起着主要的作用（例如：生膠、橡膠中的硫黃、銅以及黃銅中的鋅等），有些能够促进結合（如硬質膠中的鉄丹），有些沒有任何影响，而有些却能降低橡膠与金屬的結合強力。

因此，有必要簡述橡膠与金屬結合用的主要原材料及其性質。

生膠和橡膠 生膠（天然膠和合成膠）是橡膠的主要組份。生膠和其他的配合剂（填充剂、硫化剂、硫化促进剂、促进剂的活性剂、軟化剂、防老剂和偶尔使用的着色剂）在專門的机器里开放式煉膠机或密閉式煉膠机进行混煉。这样制得的膠料称为混煉膠，它具有可塑性，能够压延成膠片、可以压型、并能压出成膠繩、膠管等等。在加热时（一般在 $143\sim 151^{\circ}\text{C}$ 时加热）混煉膠便失去它的可塑性而成为有彈性的硫化橡膠。

目前还没有一个能使任何一种橡膠与任何一种金屬相結合的通用方法。根据某种金屬和某种橡膠的性質，应选择能使該金屬与橡膠固結的适当的結合方法。橡膠与金屬結合时对橡膠提出的要求是依橡膠的用途为轉移的，某些情况下是用来吸收震动，那么橡膠必須有彈性和強力；在另一些情况下是用以制造在油类介質中使用的密封件，則橡膠应具有一定的硬度和耐油性。在其他一些情形下，要求橡膠具有耐热性，即在高温下須能保持其机械性能；或要求橡膠具有耐寒性，即低温下应能

保持其彈性。

往往要求軟質膠和硬質膠具有对各种腐蝕介質作用的穩定性，例如，用这些材料来襯貼設備便須具有这种性能。橡膠的化学穩定性的問題在文献中已有报道^{2,27~34}。

在選擇用来与一定金屬相結合的橡膠时，主要應該注意選擇生膠。

实际上沒有一种生膠能具有上述的全部性能。可以詳閱所用的各种生膠的性質^{35,36,37}。

天然橡膠(HK) 天然橡膠是从热带各国生長之橡树取得的膠乳制成的。生膠的主要品种有煙片和白縐片。煙片为有花紋之深褐色膠片，白縐片为淡黄色或乳黄色的膠片。天然橡膠易溶于汽油、苯和氯化碳氢化合物；难溶于酒精；具有高度的黏着性。

由天然橡膠制成的硫化橡膠具有強力、彈性、高度的耐磨性能、耐寒性，但耐油、耐臭氧和耐热性却不十分高。大部分的結合方法都能使天然橡膠与金屬良好地相結合，因而广泛地用来制造重要的橡膠金屬零件。

丁二烯鈉合成橡膠(CKB) 丁鈉橡膠是苏联在1930年按科学院士C.B.列別捷夫的方法在世界上最初进行生产的。

生产的丁鈉橡膠为不同可塑性(0.1~0.66)的白色或淡黄色膠塊。丁鈉橡膠易溶于汽油、苯和氯化碳氢化合物，但黏着性不十分高。利用硫黄能使丁鈉橡膠进行硫化，但这种橡膠和其他橡膠不同，在热的作用下不用硫黄也能进行硫化(热硫化)。

丁鈉橡膠所制硫化橡膠的强度不高，因而在实际中并不采用未加补强剂(碳黑)的丁鈉橡膠。丁鈉硫化橡膠具有彈性，但耐寒、耐油和耐热等性能不够。

丁鈉橡膠的特性是对腐蝕介質有很大的稳定性同时用硬質橡膠中間層与金屬結合时，具有良好的結合強力。因此，丁鈉軟質膠和硬質膠广泛用来包复滾軸和襯貼化工設備。