

化學生產中的腐蝕問題及其防護方法叢書

第十二冊

浸 漬 石 墨

及其在化学工业中的应用

В.К.斯米尔諾夫 著
Е.С.沃芙什娜
В.И.克魯契宁 主編

化学工业出版社

化学生产中的腐蝕問題及其防护方法丛书

第十二册

浸 漬 石 墨 及 其 在化学工业中的应用

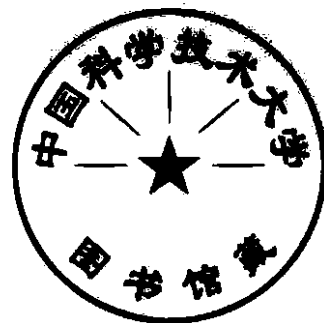
B. B. 斯米尔諾夫 E. C. 沃芙什娜 著

B. H. 克魯契宁 主編

朱恒宁 譯

丁伟 校

刘桂彬



化学工业出版社

《化学生产中的腐蝕和問題及其防护方法丛书》編輯委员会，Н. А. 巴克拉諾夫，В. Е. 沃罗津，В. С. 基謝辽夫(主席)，И. Я. 克利諾夫，**В. И. 克魯其宁**(秘书)，Г. В. 沙咯拉耶夫(副主席)，和 П. Г. 烏貝瑪。

在这本小册子中闡述了关于石墨及石墨材料性能的一般概念，叙述了浸漬物質和他們的制备方法。同时也叙述了石墨材料的应用范围。

这本小册子适用于化学工业企业的工程技术人员，以及研究防腐蝕材料的各科学研究所的工作人员参考。

**В. К. СМИРНОВ и Е. С. ВОВШИНА
ПРОПИТАННЫЙ ГРАФИТ
И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ
В ХИМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ГОСХИМИЗДАТ(МОСКВА·1959)**

浸漬石墨及其在化学工业中的应用

朱恒宁 譯

丁 伟 刘桂彬 校

化学工业出版社出版 北京安定門外和平街南口

北京市书刊出版业营业許可証出字第092号

化学工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

开本：850×1168毫米1/32 1960年6月第1版

印张：2 1960年6月第1版第1次印刷

字数：44千字 印数：1—3,300

定价：(10)0 34元 书号：15063·0674

譯 者 序

浸漬石墨，作为导热的化学耐腐蚀材料，具有极广阔的发展前途。它用于化工设备制造上，能代替大量有色金属及合金，因此具有极大的经济价值。

我国于1956~1959年成功地研究了以酚醛树脂浸渍的不透性石墨，并且用这种材料制造的隔板式热交换器（传热面积2.5~16米²）已开始工业上应用。为了提高浸渍石墨的耐热性，1958年曾对用有机硅化合物——正硅酸乙酯浸渍的不透性石墨进行过研究，但是由于制造工艺过程和操作技术复杂，到目前尚未能作扩大试验。

1959年又研究了以糠醇树脂浸渍的不透性石墨，得到了成功的结论。这种材料具有耐水、耐酸及耐碱的性质。同时还研究了以石墨粉为基的压型材料——石墨压塑料，这种材料适于制成管形，是制造列管式热交换器的基本结构材料。

世界各国所产的浸渍石墨及压型石墨各有不同的名称：如美国的《Karbate》，《Impervite》；英国的《Delanium》；德国的《Esebon》；《Diabon》，《Igurit》；苏联的《Графеноль》和苏联的石墨压塑料《Антермит》；日本的《レスボン》以及美国生产的以石墨粉填充的《Graphite-I-Tite》等。

B. K. 斯米尔诺夫与 E. C. 沃芙什娜合著《浸渍石墨及其在化学工业中的应用》一书，详细地介绍了各国对这种材料的研究、制造和应用的情况，在论述浸渍石墨方面，到目前为止，可谓唯一详尽的资料。对我们今后研究和应用这种材料将有极大的帮助。

本书承沈阳化工研究分院腐蚀室刘桂彬同志校阅，谨致谢忱。

一九五九年十二月

譯 者

編 者 的 話

金屬的腐蝕使國民經濟遭受很嚴重的損失。經過研究和粗略的統計數字指出，在沒有採用有效的防腐方法以前，每年冶煉的金屬中有三分之一是受到液體和氣體腐蝕介質的作用，由於化學破壞的結果而永遠地損失掉。

在化學生產中，由於生產中產品和原料的具有強烈的腐蝕性，因此金屬使用的時間極為短促。尤其是腐蝕能縮短高溫操作下的設備和管綫的壽命，有時，甚至因為某一種附屬設備的器壁被腐蝕，常常會使整個系統或裝置不得不停工。

近幾年來在腐蝕理論問題和化學穩定材料生產方面出版了很多著作。但對選擇適合的耐腐蝕材料和延長受腐蝕介質作用的設備壽命等方面的實際指導的書籍還是遠遠不夠。

為了彌補這一空白點，在1955年蘇聯國家化學出版社開始陸續出版一套通名為《化學生產中的腐蝕問題及其防護方法叢書》的小冊子。

這些小冊子共分三組出版。叢書的第一組專門討論了下列各項化學生產中所用設備和管路的腐蝕問題，例如：硫酸、磷肥、氮和銨鹽、硝酸、鹽酸、中間體和染料、有機酸、合成橡膠和醇類、氯氣、燒鹼、漂白粉和有機氯產品。在這些小冊子中探討了在每一種生產過程中最常遇到的腐蝕現象，指出了預防腐蝕的措施，所採用的防腐蝕方法，並互相比較做出了評價。

第二組講述了建築物 and 建築結構的腐蝕種類，及防止各種腐蝕介質破壞的方法。

第三組小冊子里講述了最常用的化學穩定材料的性質。例如：不銹鋼和其它金屬和合金、耐酸硅酸鹽水泥和混凝土、法奧利特（石棉酚醛塑料）、聚氯乙稀塑料、在一般條件下硬化的膠合劑、聚異丁烯、橡膠和硬橡膠、瀝青和石油裂解所得的瀝青、石棉乙稀塑料、木材、非金屬導熱材料、清漆材料、衬料和填料、過濾材料。

除此而外，还有一些小册子阐述一些独立的保护方法（如阴极保护，复合衬里等）。

丛书全部出版之后，将提供给化学生产工作人员对不同生产中的腐蚀问题、某些材料使用技术及性能方面以足够完整的实际参考资料。

编辑部希望读者能将自己的意见和建议寄来，以便在编写以下的小册子时考虑。

意见请寄到：Москва, К-12, Новая площадь, Д. 10, Госхимиздат。

緒 言

化学产品的生产工艺过程經常是在腐蝕介質中进行。腐蝕介質对設備材料、配件和管道作用結果，可能使化学反应的最終产品污染；或者生成的物质对反应过程有催化作用。例如，用氯化法以甲苯制取氯化苯时，就需用含有少量鉄的合金制的回流冷凝器，为的是改变反应方向，同时使氯不連接在側鏈上，而連接在苯核上。这时反应物就要进行树脂化。

在筹建新厂生产化学产品时，正确地选择化工設備的結構材料可能起着决定性作用。现代的防腐部門虽拥有品种众多的金属和化学稳定材料，但并不是所有的都能滿足于对它們的要求。例如，直至最近，尚无合适的复盖或制造化工传热設備的結構材料，它們可用于盐酸和硫酸以及某些其他酸性介質中。大多数的金属在这些介質的作用下还不十分稳定，而非金属材料的导热性通常很低。应用最广的硅酸盐耐腐蝕材料在結構上存在着很大的缺点，且其导热性又不好。此外，这些材料对氢氟酸，硅氟酸以及热的浓磷酸完全不稳定。

由于缺少这种可靠的化学稳定的导热的非金属材料，因此才不得不采用下列稀缺的金属，如：銀、鉛、銅等等。近几年在化学工业上为了防止設備的腐蝕，开始采用一系列新的非金属防腐蝕材料，它們在許多工艺过程中代替了一些稀缺的金属。在采用非金属化学稳定材料作为結構或者是保护材料时，应该对它們提出下列要求：

1. 用这种材料制造的或者复盖的化工設備，对工作的介質要稳定；
2. 气体和液体不能渗透；
3. 对气体和液体的吸收性不大；
4. 单位体积重量要輕；
5. 在腐蝕介質溫度驟变下，热稳定性应该良好；
6. 机械强度指标須高：如抗弯强度，抗压强度和抗拉强度；
7. 原料应该容易取得，且能大规模制造；

8. 对胶合剂的粘合力要好。

此外，非金属材料須能导热，制造也应簡易。这种材料制的制品和复盖层在使用时应该坚固牢靠。

在化学生产中曾采用过許多新的非金属耐腐蝕材料：如层压胶布板、石棉酚醛塑料、以酚醛树脂为基的各种漆、聚异丁烯、聚氯乙烯塑料、聚乙烯、石棉乙烯塑料和新牌号的橡胶。在許多情况下这些材料都代替了鉛、銅和其它材料。所有这些防腐蝕的非金属材料都具有高度的化学稳定性，使用它們时可以节省大量的鉛、鉻镍鋼以及其他材料。

非金属化学稳定材料的导热性不大，下面列举几种材料的导热系数（仟卡/厘米·秒·°C）：

石棉酚醛塑料.....	0.27
聚氯乙烯塑料.....	0.14
聚异丁烯.....	0.51
层压胶布板.....	0.13~0.30
白氏树脂.....	0.18~0.20
石棉乙烯塑料.....	0.3~0.4

由于列举材料的导热性甚低，因此掌握和使用新型的导热材料——用合适的浸漬剂浸漬的石墨，具有很重要的意义。

目 录

譯者序.....	3
編者的話.....	4
緒 言.....	6
石墨概論.....	8
石墨材料的物理-机械性質	11
国外使用的浸漬物質之概述(根据文献資料).....	14
苏联使用的浸漬物質之概述.....	18
浸漬石墨的制造工艺过程(用酚醛树脂浸漬).....	21
浸漬过程对石墨的物理-机械性質的影响	26
浸漬石墨的化学稳定性.....	27
对变换介质呈稳定的浸漬石墨的制造.....	28
用二乙烯乙炔清漆浸漬石墨的工艺过程簡述.....	29
耐高溫浸漬石墨的制造方法.....	31
以有机硅聚合物为基制造耐高溫石墨的工艺过程.....	33
浸漬石墨制造的各种設備在国外使用情况的概述.....	35
浸漬石墨在苏联应用的范围.....	46
石墨用作耐磨材料.....	47
石墨作为化学稳定材料在制造化工設備上的应用.....	48
用浸漬石墨衬圈保护化工設備.....	53
回流列管式热交换器的安装經驗.....	54
衬有浸漬石墨(用导热胶泥胶接)的换热設備之传热系数的測定.....	58
浸漬石墨制的或以浸漬石墨砖衬里的化工换热設備的装配和使用的基本 规范.....	59
化工换热設備的使用經驗.....	59
結 論.....	63
文 献.....	64

化学生产中的腐蝕問題及其防护方法丛书

第十二册

浸 漬 石 墨 及 其 在化学工业中的应用

B. B. 斯米尔諾夫 E. C. 沃芙什娜 著

B. H. 克魯契宁 主編

朱恒宁 譯

丁 伟 校

刘桂彬

化学工业出版社

目 录

譯者序.....	3
編者的話.....	4
緒 言.....	6
石墨概論.....	8
石墨材料的物理-机械性質	11
国外使用的浸漬物質之概述(根据文献資料).....	14
苏联使用的浸漬物質之概述.....	18
浸漬石墨的制造工艺过程(用酚醛树脂浸漬).....	21
浸漬过程对石墨的物理-机械性質的影响	26
浸漬石墨的化学稳定性.....	27
对变换介质呈稳定的浸漬石墨的制造.....	28
用二乙烯乙炔清漆浸漬石墨的工艺过程簡述.....	29
耐高溫浸漬石墨的制造方法.....	31
以有机硅聚合物为基制造耐高溫石墨的工艺过程.....	33
浸漬石墨制造的各种設備在国外使用情况的概述.....	35
浸漬石墨在苏联应用的范围.....	46
石墨用作耐磨材料.....	47
石墨作为化学稳定材料在制造化工設備上的应用.....	48
用浸漬石墨衬圈保护化工設備.....	53
回流列管式热交换器的安装經驗.....	54
衬有浸漬石墨(用导热胶泥胶接)的换热設備之传热系数的測定.....	58
浸漬石墨制的或以浸漬石墨砖衬里的化工换热設備的装配和使用的基本 规范.....	59
化工换热設備的使用經驗.....	59
結 論.....	63
文 献.....	64

譯 者 序

浸漬石墨，作为导热的化学耐腐蚀材料，具有极广阔的发展前途。它用于化工设备制造上，能代替大量有色金属及合金，因此具有极大的经济价值。

我国于1956~1959年成功地研究了以酚醛树脂浸渍的不透性石墨，并且用这种材料制造的隔板式热交换器（传热面积2.5~16米²）已开始在工业上应用。为了提高浸渍石墨的耐热性，1958年曾对用有机硅化合物——正硅酸乙酯浸渍的不透性石墨进行过研究，但是由于制造工艺过程和操作技术复杂，到目前尚未能作扩大试验。

1959年又研究了以糠醇树脂浸渍的不透性石墨，得到了成功的结论。这种材料具有耐水、耐酸及耐碱的性质。同时还研究了以石墨粉为基的压型材料——石墨压塑料，这种材料适于制成管形，是制造列管式热交换器的基本结构材料。

世界各国所产的浸渍石墨及压型石墨各有不同的名称：如美国的《Karbate》，《Impervite》；英国的《Delanium》；德国的《Esebon》；《Diabon》，《Igurit》；苏联的《Графеноль》和苏联的石墨压塑料《Антермит》；日本的《レスボン》以及美国生产的以石墨粉填充的《Graphite-I-Tite》等。

B. K. 斯米尔诺夫与 E. C. 沃芙什娜合著《浸渍石墨及其在化学工业中的应用》一书，详细地介绍了各国对这种材料的研究、制造和应用的情况，在论述浸渍石墨方面，到目前为止，可谓唯一详尽的资料。对我们今后研究和应用这种材料将有极大的帮助。

本书承沈阳化工研究分院腐蚀室刘桂彬同志校阅，谨致谢忱。

一九五九年十二月

譯 者

編 者 的 話

金屬的腐蝕使國民經濟遭受很嚴重的損失。經過研究和粗略的統計數字指出，在沒有採用有效的防腐方法以前，每年冶煉的金屬中有三分之一是受到液體和氣體腐蝕介質的作用，由於化學破壞的結果而永遠地損失掉。

在化學生產中，由於生產中產品和原料的具有強烈的腐蝕性，因此金屬使用的時間極為短促。尤其是腐蝕能縮短高溫操作下的設備和管綫的壽命，有時，甚至因為某一種附屬設備的器壁被腐蝕，常常會使整個系統或裝置不得不停工。

近幾年來在腐蝕理論問題和化學穩定材料生產方面出版了很多著作。但對選擇適合的耐腐蝕材料和延長受腐蝕介質作用的設備壽命等方面的實際指導的書籍還是遠遠不夠。

為了彌補這一空白點，在1955年蘇聯國家化學出版社開始陸續出版一套通名為《化學生產中的腐蝕問題及其防護方法叢書》的小冊子。

這些小冊子共分三組出版。叢書的第一組專門討論了下列各項化學生產中所用設備和管路的腐蝕問題，例如：硫酸、磷肥、氮和銨鹽、硝酸、鹽酸、中間體和染料、有機酸、合成橡膠和醇類、氯氣、燒鹼、漂白粉和有機氯產品。在這些小冊子中探討了在每一種生產過程中最常遇到的腐蝕現象，指出了預防腐蝕的措施，所採用的防腐蝕方法，並互相比較做出了評價。

第二組講述了建築物 and 建築結構的腐蝕種類，及防止各種腐蝕介質破壞的方法。

第三組小冊子里講述了最常用的化學穩定材料的性質。例如：不銹鋼和其它金屬和合金、耐酸硅酸鹽水泥和混凝土、法奧利特（石棉酚醛塑料）、聚氯乙稀塑料、在一般條件下硬化的膠合劑、聚異丁烯、橡膠和硬橡膠、瀝青和石油裂解所得的瀝青、石棉乙稀塑料、木材、非金屬導熱材料、清漆材料、衬料和填料、過濾材料。

除此而外，还有一些小册子阐述一些独立的保护方法（如阴极保护，复合衬里等）。

丛书全部出版之后，将提供给化学生产工作人员对不同生产中的腐蚀问题、某些材料使用技术及性能方面以足够完整的实际参考资料。

编辑部希望读者能将自己的意见和建议寄来，以便在编写以下的小册子时考虑。

意见请寄到：Москва, К-12, Новая площадь, Д. 10, Госхимиздат。

緒 言

化学产品的生产工艺过程經常是在腐蝕介質中进行。腐蝕介質对設備材料、配件和管道作用結果，可能使化学反应的最終产品污染；或者生成的物质对反应过程有催化作用。例如，用氯化法以甲苯制取氯化苯时，就需用含有少量鉄的合金制的回流冷凝器，为的是改变反应方向，同时使氯不連接在側鏈上，而連接在苯核上。这时反应物就要进行树脂化。

在筹建新厂生产化学产品时，正确地选择化工設備的結構材料可能起着决定性作用。现代的防腐部門虽拥有品种众多的金属和化学稳定材料，但并不是所有的都能滿足于对它們的要求。例如，直至最近，尚无合适的复盖或制造化工传热設備的結構材料，它們可用于盐酸和硫酸以及某些其他酸性介質中。大多数的金属在这些介質的作用下还不十分稳定，而非金属材料的导热性通常很低。应用最广的硅酸盐耐腐蝕材料在結構上存在着很大的缺点，且其导热性又不好。此外，这些材料对氢氟酸，硅氟酸以及热的浓磷酸完全不稳定。

由于缺少这种可靠的化学稳定的导热的非金属材料，因此才不得不采用下列稀缺的金属，如：銀、鉛、銅等等。近几年在化学工业上为了防止設備的腐蝕，开始采用一系列新的非金属防腐蝕材料，它們在許多工艺过程中代替了一些稀缺的金属。在采用非金属化学稳定材料作为結構或者是保护材料时，应该对它們提出下列要求：

1. 用这种材料制造的或者复盖的化工設備，对工作的介質要稳定；
2. 气体和液体不能渗透；
3. 对气体和液体的吸收性不大；
4. 单位体积重量要輕；
5. 在腐蝕介質溫度驟变下，热稳定性应该良好；
6. 机械强度指标須高：如抗弯强度，抗压强度和抗拉强度；
7. 原料应该容易取得，且能大规模制造；

8. 对胶合剂的粘合力要好。

此外，非金属材料須能导热，制造也应簡易。这种材料制的制品和复盖层在使用时应该坚固牢靠。

在化学生产中曾采用过許多新的非金属耐腐蝕材料：如层压胶布板、石棉酚醛塑料、以酚醛树脂为基的各种漆、聚异丁烯、聚氯乙烯塑料、聚乙烯、石棉乙烯塑料和新牌号的橡胶。在許多情况下这些材料都代替了鉛、銅和其它材料。所有这些防腐蝕的非金属材料都具有高度的化学稳定性，使用它們时可以节省大量的鉛、鉻镍鋼以及其他材料。

非金属化学稳定材料的导热性不大，下面列举几种材料的导热系数（仟卡/厘米·秒·°C）：

石棉酚醛塑料.....	0.27
聚氯乙烯塑料.....	0.14
聚异丁烯.....	0.51
层压胶布板.....	0.13~0.30
白氏树脂.....	0.18~0.20
石棉乙烯塑料.....	0.3~0.4

由于列举材料的导热性甚低，因此掌握和使用新型的导热材料——用合适的浸漬剂浸漬的石墨，具有很重要的意义。

石 墨 概 論

石墨是一种化学稳定的材料，其化学稳定性不逊于贵金属。在熔融的銀中它的溶解度为0.001~0.002%，而在熔融的銅中为0.024~0.033%。石墨不論在有机的或是无机的溶剂中都不溶解。在一般条件下酸和硷实际上都不和石墨起作用。由于石墨本身的结构，它具有某些金属的性能，如导热性高，电阻低。

在苏联天然石墨的儲藏量甚鉅。乌克兰、西伯利亚、远东以及北极圈，都是石墨的产地。在自然界中所遇到的天然石墨，如不經适当的处理，实际上不能用作防腐蝕的结构材料。这是因为在天然石墨中含有大量的各种杂质，它們以矿物盐和金属氧化物的形式而存在。

天然石墨結晶成六方晶系，具有金属光泽，触摸如脂肪，銀黑色，16°C时的比重为2.23克/厘米³；它有为細粉状的结构，并且很容易选洗。天然石墨只有在高溫下在制造电极用的专门炉子中处理后，才能够在工业上应用。石墨阳极和其它石墨制品在电极厂中可用人造石墨制造。这时在配合料的組份里加入5%的天然石墨。

在电极生产中，天然石墨主要是用来在压制零件时减少摩擦和增加滑动。制造人造石墨的原料是石油焦炭和煤焦油。石油焦炭是由石油残渣經热处理后制得。

在制品成型时系用煤焦油作为粘合材料。在制造人造石墨时，将配合料（石油焦炭和煤焦油）放在专用炉中逐渐地升高温度至1200°C，在不接触空气的条件下进行煅烧。煅烧后所制得的材料可用作制造炭电极的原料。

为了使粗制电极具有必要的物理-机械性能（电阻系数低，热稳定性和机械强度高），再将它1200~1250°C下杜絕空气进行补加煅烧。在煅烧过程中粘合剂发生热分解，直到揮发物完全排出。揮发物排尽后，在炭块中形成气孔和裂縫。

用这种方法制得的炭电极的特点是它的电阻系数比石墨电极高。而