

化學生產中的腐蝕問題及其防護方法叢書

第 六 冊

法奧利特塑料及其在 化學工業中的应用

〔苏〕И. А. 耶哥罗夫 著

化學工業出版社

化学生产中的腐蚀问题及其防护方法丛书

第 六 册

法 奥 利 特 塑 料 及 其 在 化 学 工 業 中 的 应 用

〔苏〕И. А. 耶哥罗夫著

化学工业部翻译科译

赵宝元校订

化学工业出版社

本書簡略地介紹了关于法奧利特塑料的生產工藝，它的性質及其在各種有腐蝕性介質中的使用期限；詳細地闡述了法奧利特機械加工和熱處理的特點，以及用法奧利特制成的零件和器械的安裝、使用和修理。

本書適合于加工生法奧利特塑料和使用法奧利特塑料制品的工程技術人員閱讀。

本書由化工部翻譯科瑞桓壁翻譯，全部稿件經趙寶元對照原文詳細校訂。

И. А. ЕГОРОВ
КОРРОЗИЯ В ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ
И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ
ВЫПУСК 6
ФАОЛИТ
И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ХИМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ГОСХИМИЗДАТ (МОСКВА 1956)

化學生產中的腐蝕問題及其防護方法叢書

第六冊

法奧利特塑料及其在化學工業中的應用

化學工業部翻譯科 譯

趙寶元 校訂

化學工業出版社（北京安定門外和平北路）出版

北京市書畫出版業營業許可證出字第 092 號

北京市印刷一廠印刷 新華書店發行

開本：850×1168¹/₃₂

1958年10月第1版

印張：2張

1958年10月第1次印刷

字數：57千字

印數：1—6028

定價：(10)0.40元

書號：15963·0299

目 录

編者的話	5
序	7
第一章 概述	8
1. 法奧利特及其性質	8
2. 法奧利特及其制品的生產工藝流程	9
3. 法奧利特制品和半成品的名稱	10
第二章 法奧利特的性質	12
1. 法奧利特的物理機械性能	12
2. 法奧利特的化學穩定性	12
第三章 生法奧利特的生產	20
1. 苯酚甲醛樹脂的製造	20
製造樹脂的原料	20
樹脂的熬煮和干燥	20
2. 法奧利特生膠料的製造	22
填料	22
法奧利特膠料的混合	25
3. 法奧利特膠料的滾軋	27
4. 壓光	28
第四章 法奧利特的硬化	29
1. 硬化溫度規程	29
2. 法奧利特硬化時質量的變化	31
3. 硬化技術	33
4. 法奧利特的收縮	34
5. 法奧利特制品的塗漆	34
第五章 用加工生法奧利特的方法製造制品	36
1. 法奧利特生膠板的貯存	36
2. 在擠出機上製造法奧利特生膠管	36
3. 用法奧利特生膠板成型膠管	38
4. 法奧利特圈的製造	40
5. 用法奧利特生膠板製造圓筒形容器	42
6. 夾布法奧利特圈的製造	43

7. 法奥利特厚壁制品的制造	44
8. 法奥利特旋塞和閥門的压制	45
9. 法奥利特鑄里	45
第六章 硬化法奥利特制品	48
1. 硬化法奥利特制品的制造	48
2. 法奥利特制品的机械加工	51
3. 法奥利特制品的安裝	53
4. 法奥利特制品的修理和使用	55
5. 高質量的法奥利特	57
附录	60
1. 法奥利特制品的技术要求	60
2. 某些法奥利特制品及其裝配零件的标准尺寸	63
参考文献	71

編者的話

金屬的腐蝕給國民經濟帶來了巨大的損失，據調查和概略統計的資料確定，在採用有效的防止腐蝕的保護方法以前，由於在有腐蝕性的液體和氣體的作用下發生化學破壞的結果，每年熔煉的金屬幾乎總要有三分之一都不可挽回地損失掉了。

在化學生產中，由於所用的試劑和加工的產品強烈腐蝕性，金屬的使用期限最短。腐蝕尤其是縮短了在高溫下操作的器械和管道的使用期限；在這種情況下，常常由於任何次要器械器壁的腐蝕，致使全部管路或設備不得已而停工。

近年來，在腐蝕理論問題方面及化學穩定性材料的生產方面出版了許多重要的著作。然而，選擇適當的耐腐蝕材料和延長受腐蝕性介質作用的設備的使用期限的實用指南尚感不足。

為了填補這方面的缺陷，國家化學出版社在 1955 年即着手出版總名為“化學生產中的腐蝕及保護法”的小冊子。

出版物由三部分組成：第一部分的小冊子是講述各種的化學生產：硫酸、磷肥、氨及氨鹽、硝酸、鹽酸、染料及染料中間體、有機酸、合成橡膠及酒精、氯、燒鹼、次氯酸鈣及含氯的有機產品等生產中設備及工藝管道的腐蝕問題。在這些小冊子里探討了在各種生產中最常見的腐蝕種類，指出了預防腐蝕的措施及所採用的保護法，並對它們做了比較的評價。

第二部分小冊子敘述建築物與建築結構的腐蝕種類及防止各種腐蝕性介質的保護法。

在第三部分的小冊子里敘述了最常用的化學穩定性材料：不銹鋼及其他金屬和合金；耐酸硅酸鹽水泥和混凝土；法奧利特，乙烯塑料，在普通條件下硬化的混合物；聚異丁烯；橡膠和硬橡膠；石油瀝青及瀝青；含石棉的二乙烯基乙炔塑料；木材；非金屬導熱材料；油漆塗料；襯墊和填充材料；過濾材料的性質。

此外，某些小冊子還包含有各種保護法（陰極保護法、复合襯里等）的敘述。

这些小册子全部出版之后，將成为化学生产中工作人員的丰富而广泛的实际参考資料。希望知道在个别生产中的防止腐蝕的經驗或各种材料的性質及其在技术上的应用的讀者們，只要熟讀相应的小册子就足够了。

編輯委员会請求讀者們把对本書的意見和建議寄来，以便在准备出版以后的小册子时，加以考虑。

意見請寄到：Москва，К-12 Новая Площадь，10，Госхимиздат.

序

大量的法奧利特是以半成品——未硬化膠板的形式生產的，使用工廠用這種半成品製造各種制品和器械。法奧利特膠板加工所採用的各種方法，並不是經常都是正確的。因而，就產生了出版一種綜合加工法奧利特的操作經驗和推薦所有製造法奧利特制品的企業以統一工藝方法的參考書的必要。

為了解決使用法奧利特器械和管道的適用性問題，有必要向讀者介紹關於法奧利特化學穩定性方面的資料及法奧利特設備在生產中的使用效果。

這本小冊子就是為解決這兩個基本課題而發行的。

第一章 概 述

1. 法奧利特及其性質

法奧利特是一種以熱固酚醛樹脂和耐酸填料——石棉、石墨或石英砂為基礎制成的耐酸塑料。

視填料的本性和樹脂與填料間的比例不同，可以制得由其制成的制品不論在其物理機械性能方面或耐酸性方面均不相同的法奧利特。

熱固性酚醛樹脂在熱的作用下能變成不熔化也不溶解的固體。由於法奧利特塑料中的填料顆粒是以可溶性樹脂膠黏在一起的，所以在熱處理時，法奧利特塑料就會硬化，變成不熔化也不溶解的物質。

作為結構材料的法奧利特，在很多工業部門中得到了廣泛的應用。在許多情況下，法奧利特是有色金屬，特別是鉛的代用品。法奧利特質輕（比重 $1.5 \sim 1.67$ ）；對腐蝕性酸性介質有化學穩定性並能模制，這就使得能用它來製造出較用金屬製造的器械重量小好幾倍的化學性穩定的器械。

和其它耐酸塑料比較，法奧利特可以在比較高的溫度下應用。按技術條件的規定，法奧利特的耐熱性需能保證達到 100°C 。而在生產條件下，法奧利特實際上能耐 130°C 或更高的溫度。因此，在應用有腐蝕性的酸性介質的生產部門中，法奧利特的用量在逐年增加。

塑料油漆化學總局所屬工廠出產的硬法奧利特成品：管、板、定形管件等，也出產有軟（或稱“生的”）法奧利特制成的半成品：板，压制用料和膠泥，這些半成品直接在使用廠制造成設備和器械。

法奧利特生膠料與其他熱固性塑料不同，可以在常溫或稍高的溫度下模制而不用高壓，這樣不用壓機和貴重的壓模就可以用它來制造器械。用模制的方法可制得各種尺寸的零件（長達數米、直徑達數米），再用這些零件裝配成器械和設備。

法奧利特有各種牌號：牌號 A 是普通的，牌號 T 是耐氫氟酸的，及牌號 II 是以砂作填料的。牌號 II 只能用於制造有限的異形法奧利特制品用的压制塑料。

硬化法奧利特和法奧利特制品對所有的酸性介質（除有氧化性的以外）和有机溶劑都具有極高的化學穩定性。特別耐人尋味的是法奧利特對各種濃度的鹽酸（顯著超過鉛的穩定性）和對低濃度及中等濃度的硫酸的穩定性。與其他化學穩定性材料相比，法奧利特具有很多優點：它可以在比乙烯塑料、橡膠、聚異丁烯基板狀材料和瀝青膠料更高的溫度下應用。此外，它不溶解於對上述材料有破壞性的有机溶劑中。與布層塑料相比，它在各種介質中的穩定性都高得多，且價格較低，而與陶瓷相比，耐溫度急劇變化的性能較好。此外，在使用過程中被損壞的法奧利特制品，可以很容易地在使用廠中修好，這對陶瓷制品來講幾乎是不可能做到的事情。在使用廠里也可以很容易地給新的機組製造新的法奧利特零件或製造新法奧利特零件替換不能用的零件。

法奧利特的主要缺點是：沖擊強度小和沒有彈性，因此在很多情況下，必須要借助布層間層（法奧利特布層塑料制成的器械）或將法奧利特器械包在鋼壳里來增加法奧利特器械的強度。由於法奧利特管安裝困難并常常在安裝時損壞，因而常常不得不採用包在鋼套內的法奧利特管。

2. 法奧利特及其制品的生產工藝流程

法奧利特的生產包括下列主要工序：

- 1) 原料的準備；
- 2) 熱固酚醛樹脂的製造；
- 3) 樹脂和填料的混合；
- 4) 用法奧利特生膠料製造膠板和膠管，以及壓制和模制各種制品；
- 5) 法奧利特制品的硬化；
- 6) 硬化制品的機械加工、塗漆，漆膜的硬化和制品的修整。

法奧利特及其制品的生產流程見圖 1。

熱固酚醛樹脂類在熬煮釜里熬煮和干燥。按需要將樹脂加入混合機中，然後在混合機中加入計算數量的填料。

各種組分混合以後，將法奧利特生膠料加到滾軋機上，在該機上使各種組分進行進一步的混合并使膠料緊密。膠料滾軋以後，根據其用途送至壓光機上制成法奧利特生膠板，送入擠壓機內制成法奧利特管坯或送至水壓機上製造法奧利特旋塞、閥門和其他定形制品。

生膠板，法奧利特膠泥和压制膠料。

法奧利特生膠板按尺寸的分类，见表 1。

法奧利特生膠板的分类

表 1

膠 板 尺 寸，毫米			膠 板 尺 寸，毫米		
長	寬	厚	長	寬	厚
1000	700~800	5~20	1400	900~1000	5~15
1000	900~1000	5~20	1600	700~800	5~15
1200	700~800	5~18	1600	900~1000	5~12
1200	900~1000	5~18	1800	700~800	5~12
1400	700~800	5~15	2000	700~800	5~12

制造厂以及使用厂都可用生膠板在自己的防腐車間或工厂里就地制造各种法奧利特制品，容器和器械，其中有：大尺寸的管子和定形管件、吸收器、干燥塔、洗滌器、填充塔、冷却塔、吸收塔、受器、容器、水封、抽气机、通風系統的空气管道、通風管及其他制品和器械。

法奧利特膠泥在黏結和修理法奧利特制品时使用。法奧利特压制膠料用以压制由法奧利特制成的旋塞和閥門，也用于以將法奧利特压入金屬外壳的方法（襯法奧利特）来制造这些制品。

硬化法奧利特以膠板和制成品的形式出产。

硬化法奧利特膠板厚度为 8~20 毫米，尺寸不大于 1000 和 1400 毫米。弗拉季米尔化工厂和使用厂用硬化法奧利特膠板制造各种尺寸的容器和槽子。

弗拉季米尔化工厂按照它自己的标准生产下列硬化制成品：內徑为 33、54、78、100、150 和 200 毫米的管子和定形管件，直徑为 50 和 100 毫米的管路上用的法奧利特閥門，直徑为 33 和 50 毫米的管路上用的法奧利特旋塞、滑閥、主管、槽子、尾气塔、塔、噴射器、桶、吸收器、飽和器的零件及其他制品。此外，还按照定貨工厂的圖紙生产法奧利特單扩口管、三通和双通、主管、塔、柱、噴射器、滑閥、冷凝器、吸收器、盖子、容器及其他構型复杂的制品和大容器。

第二章 法奧利特的性質

1. 法奧利特的物理機械性能

硬化的法奧利特的物理機械性能列于表 2。

法奧利特的物理機械性能

表 2

指 标	数 值
比重 克/厘米 ³	1.50~1.67
在温度0~100°C範圍內的热傳导率:	
牌号A的法奧利特, 仟卡/米·小时·°C	0.25
牌号T的法奧利特, 仟卡/米·小时·°C	0.90
馬丁氏耐热性, 不低于°C	100
布氏硬度, 公斤/毫米 ²	20
当温度 20~100°C 时的綫膨脹系数	$2 \sim 3 \cdot 10^{-5}$
冲击强度, 公斤·厘米/厘米 ²	$\frac{3.3 \sim 5.6^*}{2.0 \sim 3.0}$
極限抗弯强度, 公斤/厘米 ²	$\frac{490 \sim 600^*}{260 \sim 280}$
極限抗張强度, 公斤/厘米 ²	$\frac{120 \sim 200^*}{310 \sim 385}$
極限抗压强度, 公斤/厘米 ²	$\frac{590 \sim 900^*}{580 \sim 900}$
極限抗剪强度, 公斤/厘米 ²	$\frac{300 \sim 380^*}{240 \sim 250}$

* 分子所示的是負荷作用的方向与纖維垂直时的指标, 分母所示的是負荷作用的方向与纖維平行时的指标。

2. 法奧利特的化学稳定性

硬化法奧利特具有很高的化学稳定性。

法奧利特的化学稳定性是按照塑料化学总局技术条件 35~44 的規定, 根据标准棒在沸水浴上以 22% 的鹽酸作用 24 小时以后的重量变化来測定。这是一种假定的測定, 在实际上并不能得到評定化学稳定性的

十分准确的資料，因为这样測定的結果并不能表明法奧利特机械强度的变化。

按照技术条件的規定，法奧利特板在受酸作用后，进行洗滌，再用濾紙擦干；这时候棒的重量發生变化，比原来的有所增加或減少。在法奧利特多孔的情况下，当受酸作用时，这些細孔被液体充滿，因而重量增加。样品膨脹也导致重量的增加。如果材料很紧密并且也不膨脹，重量就不会增加。当材料的化学稳定性不够时，材料本身發生部份的溶解，結果試样的重量就会減少。

实际上，往往是由于試样本身的多孔性和膨脹而引起的重量增加被由于試样部分溶解而發生的重量損失部分或全部抵消。

如果受酸作用以后的試样，在称量以前进行洗滌并干燥到恆重，則得到另一种結果。在这种情况下，其重量只可能是向比原来重量減少的方面改变。这种測定化学稳定性的方法，能够給出关于被試驗的材料中可溶性物質含量的比較正确的概念，但是它也不足以表明試样被腐蝕破坏的程度，因为酸的作用時間短(24小时)，特别是机械强度并不总是依照試驗时被溶解的物質数量的多寡而变化。

現在人們認為試样由于受腐蝕性介質作用的結果，其机械性能的变化最能准确的表明非金屬材料的化学稳定性。法奧利特長時間地受腐蝕性介質作用时，常常發生显著的重量变化，可是，法奧利特的机械性能

在室溫下，法奧利特在腐蝕性介質作用下冲击强度的变化 表 3

腐蝕性介質	作用時間 月			
	1	12	24	30
10%的硫酸	2.6	2.8	11.0	11.0
	4.5	4.7	5.0	4.6
36%的鹽酸	1.1	7.3	10.1	11.8
	4.6	4.9	5.5	4.7
50%的醋酸	1.0	5.3	8.6	11.7
	4.5	4.3	6.0	5.0

註：分子表示比原来重量（按技术条件干燥的試样）增加的重量百分数，分母表示冲击强度，公斤·厘米/厘米²。

并不总是随着变坏，特别是冲击强度，不仅不下降，而且还要增加，这可用表 3 的数据来证明。

所列举的数据证明，按技术条件所采用的方法根据重量变化所测定的法奥利特化学稳定性指标，不能够给出准确的对腐蚀性介质的稳定性。

从表 3 可以看出，重量不断地逐渐增加还不能表明法奥 利 特 的 破坏，因为其冲击强度经过 12 和 24 个月以后并不减少，而相反地，在逐渐增加。只是经过 30 个月以后，冲击强度才初次表现出某些降低。虽然

法奥利特的化学稳定性

表 4

腐 蚀 性 介 质	酸的浓度	温 度°C	法奥利特试 样重量的增 加%*	温 度°C	法奥利特试 样重量的增 加%*
硫酸	5	20	1.52	40	3.04
	20	20	1.68	40	3.59
	40	20	1.54	40	2.91
鹽酸	5	20	1.68	40	3.45
	20	20	2.35	40	3.88
	37	20	2.76	40	3.96
磷酸	5	20	1.02	40	3.62
	30	20	1.08	40	1.87
	60	20	0.87	40	1.87
醋酸	5	20	1.26	40	3.65
	15	20	1.88	40	—
	30	20	2.15	40	4.16
	70	20	3.09	40	4.12
甲酸	100	20	4.14	40	6.49
	5	20	0.82	40	3.87
	30	20	2.50	30	4.60
	70	20	3.08	30	6.50
	85	20	5.61	30	11.57
	30	—	—	90	4.80
乳酸	70	—	—	90	6.82
	5	20	2.03	40	3.15

* 重量的变化是根据塑料化学总局技术条件 35-44 的规定，在试样干燥以后测定的。

試樣的重量在這個期間有了顯著的增加，但是在這種情況下衝擊強度卻高於試驗開始以後經過1個月時的衝擊強度。

當腐蝕性介質作用1個月後，法奧利特化學穩定性的數據列於表4。

因為通常認為在重量增加超過5%的情況下才能說法奧利特的穩定性不夠，所以由表4可得出這樣的結論，法奧利特對表內所列的所有介質，除在40°C下100%的醋酸以及在20和30°C下濃度為85%和在30和90°C下濃度為70%的甲酸外都是穩定的。

法奧利特在某些腐蝕性介質中在室溫下在實驗室條件下曾進行過5年的試驗，在這種情況下所發生的重量變化列於表5。

在室溫下試樣受腐蝕性介質中作用不同時期後的重量增加(佔原重量的%)

表 5

介 質	作 用 時 間, 月						
	1	3	6	12	24	30	60
水	0.77	2.0	2.3	3.8	—	5.18	11.0
乙醇	1.78	12.4	16.2	16.5	13.2	13.7	—
甲醇	9.03	10.5	12.7	12.5	10.1	10.5	27.3
10%的硫酸	2.6	4.3	5.6	8.6	11.0	11.0	13.5
36%的鹽酸	1.16	7.4	6.5	7.3	10.1	11.8	13.5
10%的鹽酸	1.08	3.6	5.4	6.9	5.8	8.1	—
50%的醋酸	1.05	2.5	3.4	5.3	8.6	11.7	17.6

註：試樣的重量變化是其按技術條件干燥後測定出來的。

同樣的方棒的衝擊強度的變化列於表6。

在室溫下受腐蝕性介質作用後的衝擊強度值(公斤·厘米/厘米²) 表 6

介 質	作 用 時 間, 月						
	1	3	6	12	24	30	60
水	3.7	3.7	4.2	4.2	5.2	5.2	4.1
乙醇	3.8	4.7	4.6	5.3	5.3	4.0	3.4
甲醇	4.8	4.3	5.8	5.7	5.8	5.2	3.5
10%的硫酸	4.5	4.2	4.3	4.7	5.0	4.6	4.5
30%的鹽酸	4.6	5.2	3.8	4.9	5.5	5.7	—
10%的鹽酸	4.8	4.3	4.7	4.5	4.9	4.6	4.2
50%的醋酸	4.5	4.7	1.5	4.3	6.0	5.0	—

法奧利特方棒在受腐蝕性介質作用前后的性質

腐蝕性介質	濃度 %	由法奧利特試樣測得的原始指標				在室溫(18~25°C)下, 在介質中作用一定時間后法奧利特的指標			
		沖击强度 公斤·厘米/ 厘米 ²	極限抗靜 彎曲强度 公斤/厘米 ²	化學穩定 性+, % (按塑料 化學总局 技術条件 35-44測 定)	極限抗靜 彎曲强度 公斤/厘米 ²	沖击强度 公斤·厘米/ 厘米 ²	極限抗靜 彎曲强度 公斤/厘米 ²	化學穩定性%	+ (試樣 - (試樣 按技術条件進行干燥到 恒重)
鹽酸	10	2.76	462	0.55	314	3.99	377	2.3	5.7
	22	2.76	462	0.55	418	3.2	303	2.2	4.9
硫酸	10	2.76	462	0.55	430	3.0	374	1.57	1.2
	30	2.76	462	0.55	430	3.4	439	1.58	1.2
	50	2.76	462	0.55	477	3.8	427	0.49	0.7
	比重 1.84	2.76	462	0.55	215				
醋酸	20	2.76	462	0.55	450	2.47	379	1.26	0.9
	92	2.76	462	0.55	501	3.4	429	0.35	1.0
	比重 1.35	2.76	462	0.55					
亞甲基氯化物	94	2.76	462	0.55	419	3.4	393	0.4	1.5
醋酸酐	84	2.76	462	0.55	328	3.9	361	0.5	0.7
乙酸乙酯 + 酒精	84 } 8 }	2.76	462	0.55	463	3.0	324	1.15	0.5

註: 表 7 內所列的沖击强度值和重量变化与表 5 和表 6 內所列的值的間隔的差別是由于試驗所用的法奧利特試樣的性質和原始指標不同而引起的。