

金 屬 制 品
搪 瓷 工 艺 学

金屬制品搪瓷工艺学

〔苏〕B. Я. 劳克辛 著
閔瑞昌 譯

輕工業出版社

1958年•北京

內 容 簡 介

本書重点是詳述原料、原料加工的方法、琺瑯制造的工序以及制品的施瑯。有很多篇幅詳述了工艺設備和密儲設備、技术檢驗的方法和如何克服搪瓷过程中疵品的方法。

理論性的問題，只是为了更好的理解工艺过程时，才作簡短的說明。許多苏联專家对搪瓷理論和技术方面的貢獻本書都采用了。

另外第二次修訂时，作者把書中第一部作了很大的补充和修正。关于鈦琺瑯、鎳琺瑯以及含硼量低的琺瑯方面的最新著作也有詳細的說明。

本書可供搪瓷工業的工程技术人员、專業学校师生、有关領導干部参考閱讀。

В. Я. Локшин

Кандидат технических наук

Химическая технология

Эмалирования металлических

изделий

本書根據苏联国立地方工業出版社一九五五年莫斯科修正二版譯出

金屬制品搪瓷工艺学

(苏) В. Я. 劳克辛 著

聞 瑞 昌 譯

* *

輕工業出版社出版

(北京广安門內白厂路)

北京市書刊出版業營業登記證出字第099号

北京市印刷一厂印刷

新华書店發行

850×1168公厘幅•13號印張•315,000字

1958年10月第1版

1958年10月北京第1次印刷

印數：1—2,700

定價：(10)2.22元

統一書号：15042•372

目 录

第一章 玻璃的制备	6
一、玻璃的概論	6
1. 玻璃是一种保护层。··· (6)	3. 罩玻璃的基本种类····· (7)
2. 玻璃的性質····· (6)	
二、原料	8
1. 形成玻璃的原料····· (10)	2. 輔助原料····· (24)
三、原料的加工和粉料的制备	38
1. 原料的貯藏····· (38)	3. 原料的称重····· (51)
2. 原料加工的方法····· (39)	4. 粉料的混合····· (52)
四、玻璃的熔制	55
1. 玻璃的熔制过程····· (55)	3. 玻璃熔合物的成粒····· (58)
2. 玻璃熔制程度的檢驗··· (57)	4. 熔制玻璃的基本原则··· (59)
五、玻璃的研磨	60
六、玻璃漿和它的性質·····	67
1. 漿性能的測定····· (70)	4. 漿中可溶性鹽类的
2. 漿的研磨細度····· (71)	測定····· (77)
3. 漿的粘度和稠度····· (75)	
七、玻璃成分的計算·····	77
1. 料方和它的用途 ····· (77)	3. 玻璃料方的計算····· (90)
2. 玻璃化学成分的計算··· (78)	
八、玻璃的物理化学性質 ·····	97
1. 玻璃的机械性質····· (100)	3. 玻璃的光学性質····· (139)
2. 玻璃的热性質····· (111)	4. 玻璃的化学稳定性····· (145)
九、玻璃層在金屬上的形成过程	153
玻璃層与鑄鉄的密着	罩玻璃層与底粉的密着
作用····· (153)	作用····· (158)
第二章 搪瓷窑爐·····	160
一、窑爐与燃燒設備的特性	160
1. 簡單燃氣室····· (160)	2. 煤氣發生爐····· (162)

3. 半煤气燃燒室.....	(166)	5. 廢熱利用裝置 (換熱器).....	(168)
4. 重油的燃燒.....	(167)		
二、玻璃熔窖.....	171		
1. 坩堝窖.....	(171)	3. 迴轉窖.....	(176)
2. 池窖.....	(173)	4. 玻璃熔窖的內襯.....	(181)
三、燒成制品所用的窖爐.....	182		
1. 馬弗爐.....	(182)	3. 用來燒成大型鋼片 器械的爐.....	(199)
2. 用來燒成鑄鐵器械 的爐.....	(197)	4. 馬弗爐操作中的缺點.....	(203)
四、隧道式搪瓷燒成爐.....	206		
1. 直形隧道爐.....	(206)	2. Π形隧道爐.....	(207)
五、電爐.....	209		
六、窖爐內熱量的利用.....	216		
七、熱工檢查.....	217		
1. 窖爐內溫度的檢查.....	(217)	3. 測定空氣的濕度.....	(226)
2. 爐氣的分析.....	(225)		
八、窖爐的砌築和修理.....	230		
1. 砌築窖爐所用的材料.....	(226)	3. 窖爐的修理.....	(230)
2. 窖爐的砌築.....	(228)	4. 窖爐開始操作.....	(231)
第三章 鋼片制品的搪瓷.....	232		
一、搪瓷用的鋼的成分和性質.....	232		
二、廚房器皿和它的製造.....	237		
1. 封接器皿的製造.....	(237)	3. 搪瓷制品結構上的 特點.....	(239)
2. 無縫制品的製造.....	(238)		
三、廚房鋼片器皿的搪瓷.....	240		
1. 制品搪瓷前的準備.....	(240)	3. 施布藥漿的專門方法.....	(260)
2. 制品上施布底粉漿和 罩珐藥漿.....	(256)	4. 干燥与干燥器.....	(262)
		5. 篩邊.....	(270)
四、制品的燒成.....	271		
1. 施好底粉制品的燒成.....	(271)	3. 燒成制品的基本原則.....	(277)
2. 施好罩珐藥制品的 燒成.....			
五、衛生工程設備和日用設備的搪瓷.....	278		
六、用于鋼片制品的底粉与罩珐瑯.....	286		

1. 底粉.....	(286)	3. 彩色珐瑯.....	(302)
2. 白色罩珐瑯.....	(292)		
七、鋼片搪瓷器械的制造.....			310
八、搪瓷制品的彩飾.....			317
九、鋼片搪瓷制品的缺陷.....			324
十、裝飾珐瑯.....			347
第四章 鑄鐵制品的搪瓷			351
一、鉄鑄件的質量.....			352
二、鑄鉄制品搪瓷前的清整.....			358
三、鑄件中的缺陷和它們对珐瑯的影响.....			360
四、湿法搪瓷.....			365
1. 厨房器皿的搪瓷.....	(365)	生产能力.....	(370)
2. 衛生工程設備制品 的搪瓷.....	(369)	4. 用于湿法搪瓷的底粉 和罩珐瑯.....	(371)
3. 用来燒成鑄鉄制品爐子的			
五、干法搪瓷.....			377
1. 鑄鉄浴缸的搪瓷.....	(377)	和其他制品的搪瓷.....	(389)
2. 洗臉盆、洗衣盆、冲洗盆			
六、小件制品用浸入法搪瓷.....			391
七、鑄鉄器械的搪瓷.....			396
八、鑄鉄搪瓷制品的缺陷.....			403
九、罩珐瑯層缺陷的修補.....			408
十、自制品面上除去罩珐瑯層.....			409
十一、搪瓷生产中廢料的利用.....			410
十二、劳动保护和安全生产.....			412
附录.....			416
俄中技术名詞对照表			420

第一章 琺瑯的制备

一、琺瑯的概論

1. 琺瑯是一种保护層

鑄鉄和鋼片因其有極可貴的性能故应用很广。它們具有高度的机械强度和硬度,是热和电的良导体。經過加工,能呈現任何复杂的形狀。但是鑄鉄和鋼片也有許多严重的缺点,就是極易生銹,受到酸的作用就会腐蝕。为了防止鑄鉄和鋼片制品的表面不受損害,就在它們的表面上塗上一層能抵抗上述有害侵蝕而性質又稳定的薄層。这种能保护制品表面不受損害的薄層称为保护層。

这种薄層可以分为金屬和非金屬兩类。金屬的有鍍錫、鍍鋅和鍍鎳等。非金屬的有各种油漆和顏料、橡皮和用玻璃及陶瓷做的鋪面瓷板等。不透明玻璃質的琺瑯也屬於非金屬層,能防止液体和气体对金屬制品的腐蝕,并能使金屬制品的外形美观。

2. 琺瑯的性質

按琺瑯的性質和制造方法来論,琺瑯是一种化学成分复杂的玻璃。它的成分要看对成品提出的各种技术要求而定。琺瑯像玻璃一样都是由矿岩与熔剂一起熔融而得。所用的矿岩中一般是石英砂,長石和偉晶花崗石,这些矿岩能够把琺瑯的主体成分——二氧化硅(SiO_2)引入琺瑯。純碱、硼砂、碳酸鉀、硝石以及其他原料都屬於熔剂,它們与上述的矿岩組成易熔的化合物。矿岩和熔剂通常佔琺瑯全部原料总重量的80~85%。如果仅拿这一些原料来熔融,則所得的玻璃多少总是有些透明。但是这样的玻璃是不适于当作金屬制品的复盖層的,因为金屬会通过

玻璃而透光,并使制品的外觀受到了損害。因此,在這些原料中還要增加些能使玻璃失去透明的乳濁劑以及一些把玻璃塗成各種顏色的着色劑。乳濁劑通常是氟石、冰晶石、硅氟化鈉和氧化錫、氧化銻、氧化鋯和氧化鈦。用作着色劑的有銅、鉻、鈷、鎳以及其他金屬的氧化物。上述各原料都得預先烘乾、碎成粉末,然後按所需比例混合,在 $1150^{\circ}\sim 1300^{\circ}$ 的特种窯中熔製。在這樣的溫度下各種原料混合成的粉料,經過一系列的物理—化學變化,熔融而變為不含生原料游離粒的粘滯熱液體。這種物質稱為琺瑯熔合物。琺瑯熔合物的成分和性質,要看原有各種原料的成分和性質,以及它們在混合物中的配合比例而定。窯中熔成的琺瑯熔合物出在冷水池中,熔合物由於急劇的冷卻,裂成微小的塊粒,稱為粉粒。把琺瑯塗布到制品上有兩種方法:1. 干法或粉末法,是用粉碎得極細的琺瑯粉來施瑯的(干法或粉末搪瓷法);2. 濕法或稱瑯漿法,是用琺瑯漿來施瑯的(濕法或瑯漿搪瓷法)。前法在粉碎熔塊時不加任何東西;而後法在研磨時就要加水、粘土以及乳濁劑。磨碎後的琺瑯以均勻的薄層施布在制品面上,而後在 $800^{\circ}\sim 900^{\circ}\text{C}$ 溫度下燒成。粘附在制品上的琺瑯微粒經燒成而相互熔合成一致密的玻璃質薄層。

實踐證明:要在搪瓷時獲得優良的結果,必須在制品上施布兩種琺瑯:一種是直接施佈在制品金屬面上的,也就是底粉;另一種是罩琺瑯,是施佈在已燒成的底粉上。罩琺瑯一般施布兩次,有時也有三次,每施布一次琺瑯就要燒成一次。

不施底粉就施布罩琺瑯只適用於製造金質、銀質和銅質的制品。近年來,也有建議不施布底粉而在一些特种鋼片上搪瓷的。

3. 罩琺瑯的基本種類

罩琺瑯按其用途的不同,可分為工業和艺术兩類。工業琺瑯是用來塗蓋鋼制和鑄鐵的制品,主要的目的是保護制品免受侵

蝕。藝術琺瑯或名裝飾琺瑯，是用來使金質、銀質和銅質的制品裝飾美麗，其中也包括裝飾黑色金屬制品的琺瑯。

工業琺瑯也可分為日用的和專門的兩類。屬於第一種的有日用品，特別是食具以及一些家用設備，像浴缸、沖洗盆和面盆等。專門的琺瑯是為化學工業和食品工業的鋼制或鐵制器械所用的琺瑯。

工業琺瑯又可按把琺瑯施佈在哪些金屬上而分為鑄鐵琺瑯和鋼片琺瑯。

雖然施好琺瑯的制品，其形狀大小和技術要求有顯著不同，但是，可以確定：不管制品的用途和形狀如何，所有制品的琺瑯層都應該滿足下列一系列的共同條件。

- 1) 必須與金屬牢固地接合。
- 2) 能耐溫度的變動，不裂不落。
- 3) 平滑有光，易于清潔。
- 4) 結實牢固，就是沒有裂紋和細孔。
- 5) 應用時不受溶液和氣體的侵蝕。
- 6) 不含有會損壞食品的色或味的化合物。

琺瑯層所具有的上述各種特性，不僅取決於琺瑯的物理化學性質，並與施瑯的金屬性質和搪瓷過程的全部生產工序的正確進行也有關。

二、原 料

琺瑯是各種酸性氧化物、鹼性氧化物、鹼土金屬氧化物、兩性氧化物以及氟化物的組成物。

最常用的有下列的氧化物和氟化物：二氧化矽，也叫矽石（ SiO_2 ），氧化鈉（ Na_2O ），氧化鉀（ K_2O ），氧化鈣（ CaO ），氧化鎂（ MgO ），氧化鋅（ ZnO ），氧化鋇（ BaO ），氧化鉛（ PbO ），二氧化錫（ SnO_2 ），三氧化二銻（ Sb_2O_3 ），二氧化鈦（ TiO_2 ），硼酐（ B_2O_3 ）。

氟化合物有：氟石（ CaF_2 ），硅氟化鈉（ Na_2SiF_6 ），水晶石

(Na_3AlF_6)。除了上述的各氧化物外，使珉瑯發色的有：氧化鐵(FeO 或 Fe_2O_3)，氧化鈷(CoO)，氧化鉻(Cr_2O_3 和 CrO_3)，氧化銅(CuO)等。上述各組份，都是由天然礦物或人造化合物作原料來引入珉瑯。應用最廣的原料如表 1 所列。

表 1 各種原料及其在珉瑯中所形成的組分

珉瑯組分的名稱	形成該組分所用的各種原料
珉石(SiO_2)	石英砂，石英，礬石，高嶺土，粘土，長石，偉晶花崗石，珉氟化鈉。
矾土(Al_2O_3)	粘土，高嶺土，長石，霞石，偉晶花崗石和冰晶石。
硼酐(B_2O_3)	硼砂，硼酸，天然的硼化合物(硼酸鹽)。
氧化鈣(CaO)	白堊，石灰石，氟石。
氧化鎂(MgO)	菱鎂礦，白云石。
氧化鋇(BaO)	重晶石，毒重石，硝酸鋇，
氧化鈉(Na_2O)	純鹼，硼砂，長石，珉氟化鈉，冰晶石，硼酸鹽，鈉硝石。
氧化鉀(K_2O)	碳酸鉀，長石，鉀硝石。
氟(F_2)	冰晶石，氟石，珉氟化鈉，氟化鈉。
錫，鎢，鈦等的氧化物，	相應的氧化物或鹽類。

用來制得珉瑯的各種原料，可以分為玻璃形成原料和輔助原料兩個基本大類。屬於第一類的有形成玻璃的一些原料：

1. 只能引入酸性氧化物的各原料(石英，石英砂，硼酸)。
2. 只能引入鹼性氧化物，鹼土金屬氧化物以及中性氧化物的各原料(純鹼，碳酸鉀，鉛丹，白堊，氧化鎂，石灰，硝石，矾土，氧化鋅等)。
3. 能同時兼得鹼性和酸性氧化物的各原料(硼砂，長石，粘土，高嶺土，冰晶石，珉氟化鈉)。

凡是能使珉瑯不透明、着成各種色彩以及和金屬起密着作用的原料，都屬於第二類。這類原料有：

1. 氧化劑(硝石)。
2. 使底粉與金屬起密着作用的氧化物(氧化鈷和氧化鎳)。

3. 使玻璃不透明的乳濁剂(骨灰, 冰晶石, 硅氟化鈉, 氟石, 二氧化錫, 氧化銻等)。

4. 着色剂(鉻, 鈷, 銅等的氧化物和鹽类)。

1. 形成玻璃的原料

引入酸性氧化物的原料

硅酸 SiO_2 , 分子量 60.06, 比重 2.65。

能在玻璃中引入硅酸成分的最优良原料, 是含有二氧化硅几达 100% 的純石英。石英蘊藏在大自然中, 呈大小不同的石塊狀, 并且硬度很大。要粉碎石英, 先把它在 800°C — 900°C 的窖中煅燒, 然后迅速地把它倒入水中, 这样石英塊就裂碎成小塊粒。然后在輪輻机里进一步粉碎和过篩。因为石英的加工需要很多人力和財力, 近来就改用含二氧化硅不少于 98—99% 的石英砂。石英砂通常总是含有長石, 粘土, 白堊, 氧化鎂以及氧化鉄的杂质。其中最有害的是会使玻璃染上綠色或黃色的氧化鉄。砂中含有氧化鉄愈多, 就愈不易制得無色或白色的玻璃。用来制造普通玻璃的砂其含氧化鉄不能超过 0.3%; 用来制造純白色玻璃的砂, 氧化鉄含量不能超过 0.1%。用于制造底粉或某些有色玻璃的砂, 許容含有較多的氧化鉄。能影响玻璃顏色的鉻化合物和其他重金屬化合物为害也不小。砂中其余杂质有: 鋁, 鈣, 鎂, 鉀的氧化物, 它們对玻璃的質量無害, 但必須在計算玻璃組成时把它們考虑进去。

純淨的石英砂除溶于氫氟酸外, 几乎完全不溶于水与酸中。石英和石英砂的熔点波动在 1700° — 1720° 之間。在玻璃熔制过程中起重大作用的是石英砂的顆粒度, 即所謂分散度, 以及砂中各大小顆粒数量的比例, 即所謂顆粒組成。应用粗粒砂会延長玻璃熔制的时间, 并且常会在玻璃中留下未熔的石英砂粒子。砂粒过細使玻璃熔点降低, 但在配料时与其他原料一起混和就很困难, 加料进窖时也容易飞散, 因而影响粉料中各种原料的比例,

也会阻塞熔窑的烟道。最适宜玻璃用的石英砂颗粒大小为0.2—0.6毫米。测定石英砂的品质,有下列几个简单方法。

1)要测定微尘的含量,可把烘干的砂由高处倒下,观察这时灰塵的数量。

2)按云母量可知砂中有镁存在,云母的特殊光泽用肉眼就可识别。

3)要测定氧化铁,可把一定量的砂放于爐中,以氧化焰煅烧,注意它的發色。由低价氧化铁 FeO 氧化为 Fe_2O_3 而出现的黄色,証明了砂中有这些化合物的存在。按照颜色的深浅,可以大致决定这些化合物的含量。

4)砂中有灰色黄色和玫瑰色,并不能就証明砂中含有铁的氧化物。这些颜色可能是由于砂中含有發红色的有机化合物所形成。如果把砂煅烧一下,则所含的着色物烧掉后,颜色就会消除。

5)砂中是否有氧化铁,可用砂来熔制小量的白色玻璃来测定。

6)要测定砂中是否含有粘土,可称 25—30克砂,再加 300—500 毫升水,一起放在玻璃量筒中搅拌,然后让它们沉淀。砂粒较粘土为重,因此就很快沉到器底;粘土沉淀较慢,多浮在上面。按砂层与粘土层的高度大致可决定其数量的比。

7)要决定砂中有机杂质的含量,可称 5—10 克砂去煅烧。煅烧后失重,相当于含于砂中在高温下挥发掉的有机杂质和其他化合物的重量。

● 8)为了决定砂的颗粒组成,常用“筛分法”,就是把砂通过在 1 厘米²上有不同数量筛孔的一组标准筛。

留在各个筛子上的砂,经过称重,就可确定各种大小的砂粒在砂中含量的百分比。圖 1 所示的就是一种用来把砂和其他散粒原料进行筛分的仪器。它是由筛孔大小依次排列的一组筛子所组成。由传动装置使筛子转动并周期地振动。砂粒通过各号

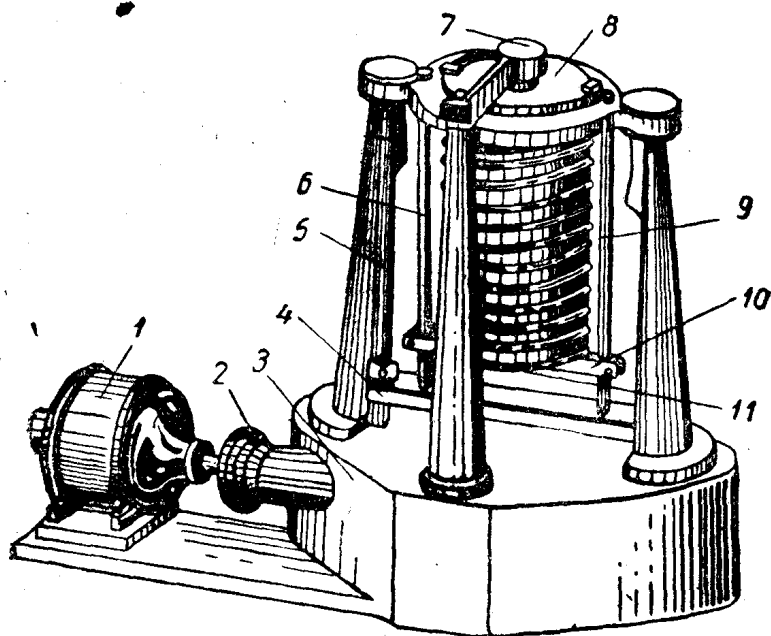


圖 1 确定散粒原料顆粒組成的仪器

1—电动机；2—套管；3—机座；4—橫臂；5—轉动篩子的凸輪軸；6—导向梁；7—振動篩子用的鏈；8—盞；9—篩子；10—連篩濾圈；11—底板。

篩子时，就留下不能通过篩孔的大粒。篩 15 分鐘后，把留在各篩子上的砂粒分別过秤。篩分的結果表现出每个篩子上的殘留量对样品总重量的百分比。

表 2 是按国定全苏标准 3584—50 标准篩子的規格。

因为在文献上常載有所謂通用篩子旧用標記，其篩号与每 1 平方厘米織物的孔眼数相等，因此也把这种規格抄在表 3 中。

篩子的尺寸也常用一平方英吋上有多少篩孔来表示。

以英制篩孔来表示篩子尺寸的近似換算，可按下式而得：

$$N = \frac{M}{2.54}$$

表 2

篩子的規格(国定全苏标准 3584—50)

篩 号	篩眼边的 尺 寸 (毫米)	篩網金屬絲的直 徑 (毫米)		篩 号	篩眼边的 尺 寸 (毫米)	篩網金屬絲的直 徑 (毫米)	
		正 常 密度的	高 密 度的			正 常 密度的	高 密 度的
5.0	5.0	1.1	1.6	042	0.42	0.22	0.3
4.0	4.0	1.0	1.6	0355	0.355	0.2	0.28
3.3	3.3	0.9	1.4	03	0.300	0.16	0.22
2.8	2.8	0.8	1.2	025	0.250	0.14	0.18
2.3	2.3	0.7	1.1	021	0.210	0.12	0.16
2.0	2.0	0.7	1.0	018	0.180	0.11	0.14
1.7	1.7	0.6	0.9	015	0.150	0.095	0.12
1.4	1.4	0.55	0.8	0125	0.125	0.08	0.1
1.2	1.2	0.5	0.7	0105	0.105	0.07	0.09
1.0	1.0	0.45	0.6	0085	0.085	0.055	0.07
0.85	0.85	0.4	0.55	0075	0.075	0.045	0.06
07	0.7	0.35	0.45	0063	0.063	0.04	0.055
06	0.6	0.3	0.4	0053	0.053	0.035	0.045
05	0.5	0.25	0.35	0042	0.042	0.03	0.035

附註:篩号是与以毫米为單位的篩眼边的标称尺寸相同的。

表 3

篩子的尺寸

篩 号	每一平方 厘米上的 篩孔数	金屬絲 的直徑 (毫米)	孔眼的 大小 (毫米)	篩 号	每一平方 厘米上的 篩孔数	金屬絲 的直徑 (毫米)	孔眼的 大小 (毫米)
4	16	1.0	1.5	16	256	0.24	0.385
5	25	0.80	1.20	20	400	0.20	0.300
6	36	0.65	1.02	24	576	0.17	0.250
7	49	0.56	0.88	30	900	0.13	0.200
8	64	0.50	0.75	40	1600	0.10	0.150
9	81	0.45	0.68	50	2500	0.08	0.120
10	100	0.40	0.60	60	3600	0.065	0.100
11	121	0.37	0.54	70	4900	0.055	0.088
12	144	0.34	0.49	80	6400	0.050	0.075
14	196	0.28	0.43	100	10000	0.040	0.060

这里: N ——公制的篩号;

M ——英制篩孔数;

2.54——每英吋合每厘米的数值;

譬如有一只 80 眼(英制)的篩子,那末在每 1 平方厘米上就有 $\frac{80}{2.54} \approx 30$ 眼,因此篩子就等于 30 号,也就是說每平方厘米上有 900 个篩孔。

表 4 是按顆粒大小为标准的石英砂分类。

表 4 按顆粒大小的石英砂分类

分 类 名 称	顆粒大小 (毫米)
砂礫	>2.0
粗大粒砂	$1.0-2.0$
大粒砂	$0.5-1.0$
中粒砂	$0.25-0.5$
小粒砂	$0.10-0.25$
細粒砂	$0.05-0.10$
軟泥	$0.01-0.05$
微塵	<0.01

在熔制珐瑯时,砂粒的形狀也極为重要。尖角顆粒較圓粒砂为优,因为它們具有較大的表面,在珐瑯熔制时与粉料的其余成分作用較快。

苏联出产品質优良石英砂的最著名产地有:留別列茲,恰索夫—雅尔,諾伏錫洛夫,保巴斯癭,布德,达施林和涅波卿。

表 5 是适用于珐瑯的一些石英砂的化学成分,表 6 是它們的顆粒組成。

氧化硼或硼酐 B_2O_3 (分子量 69.64,比重 1.84) 是用硼酸引入珐瑯成分中的。化学上純粹的硼酸以化学式 $B_2O_3 \cdot 3H_2O$ 或 H_3BO_3 来表示,其量相当于 56.5% 硼酐(B_2O_3)和 43.5% 水(H_2O)。硼酸是一种触之很肥的薄片,在 620° 时熔融。它可分为

石英砂的化学成分(%)

表 5

产地名称	元素化 物						灼热减量
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O + N ₂ O
留列兹	98.5~99.5	0.01~0.06	0.03~0.24	0.02~0.1	0.02~0.15	0.02~0.1	0.008~0.124
恰索夫—雅尔	97.7~99.75	痕跡	0.10~0.45	0.03~0.09	0.02~0.19	0.01	—
諾伏錫洛夫	98.0~99.0	0.004~0.008	0.1~0.6	0.02~0.08	—	—	—
保巴斯維	95.0~98.0	0.016~0.03	0.4~0.8	0.08~0.16	—	—	—
布德	95.0~99.0	0.008~0.03	0.14~0.6	0.04~0.16	—	—	—
达施林	99.25~99.77	0.02~0.04	0.09~0.38	0.06~0.10	0.06~0.28	痕跡	0.02
查霍什	98.55~99.69	0.03~0.07	0.13~0.56	0.02~0.13	0.03~0.17	0.03~0.09	—
涅波爾	97.20~99.26	0.31~0.35	0.05~0.09	0.01~0.03	0.05~0.18	—	—
勞叶夫	97.07~98.98	痕跡	0.29~0.75	0.07~0.37	0.10~0.24	0.10~0.24	0.17~0.21

表 6

石英砂的顆粒組成(%)

每 1 厘米 ² 上的篩孔數	顆粒的直徑 (毫米)	石 英 砂			
		達施林砂	布 德 砂	保巴斯壤砂	留別列茲砂
36	>1.02	—	—	0.07	0.02
64	1.02~0.75	0.05	0.02	0.07	0.03
100	0.75~0.60	1.17	0.42	0.10	0.03
121	0.60~0.54	0.95	0.65	0.10	0.05
144	0.54~0.49	3.10	3.68	0.20	0.25
256	0.49~0.385	8.57	20.57	0.60	2.23
900	0.385~0.20	74.25	64.79	2.80	64.33
2500	0.20~0.12	11.75	3.10	68.31	31.99
4900	0.12~0.088	0.15	3.65	26.60	0.39
6400	0.088~0.075	0.04	1.77	0.68	0.14
10000	<0.075	0.05	1.40	0.46	0.05

自湖中采掘而得的天然硼酸和由硼酸鹽矿石加工制得的人造硼酸兩種。屬於硼酸鹽的有硬硼鈣石 $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，白硼鈣石 $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ，硼酸鈣石 $\text{Ca}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 和硼酸鈉方解石 $\text{CaNaB}_3\text{O}_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。在苏联“英迪尔”产地的硼酸鹽是最有名的，其成分基本上为硼酸鎂石 $2\text{MgO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。該地硼酸鹽的化学成分变动極大：含 B_2O_3 由 19% 至 40%，含 MgO 由 3.5% 至 44%，含 R_2O_3 由 0.2 至 4%。这种情形使它們在瑛瑯生产中直接应用变得复杂。

引入碱性氧化物的原料

氧化鈉 Na_2O ，分子量——62，比重 2.27。在瑛瑯成分中引入氧化鈉的最优良的原料是純碱。

純碱有結晶純碱和煅燒純碱兩種。前者的化学式相当于 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ，含 20% 氧化鈉 (Na_2O)、20% 二氧化碳 (CO_2) 和 60% 水 (H_2O)。煅燒純碱也叫無水純碱，化学式相当于 Na_2CO_3 ，含有 58.5% Na_2O 和 41.5% CO_2 。在瑛瑯生产中仅是应用煅燒純碱的，其氧化鈉 (Na_2O) 的含量要比結晶純碱几乎要多到三倍。