

再生有色金屬手冊

第三卷 第二分冊

(鉛 冶 金)

В. М. 巴基列夫斯基 М. А. 伊斯特林
И. Л. 巴尔达謝夫 С. Л. 刘巴琳娜 И. Д. 列斯尼克 合著

董庆和 譯

本書系根据苏联冶金工业出版社1957年出版的
B. M. 巴基列夫斯基等合著“再生有色金屬”(手冊)
第三卷譯出。本卷譯本共分兩冊，即第一分冊(銅冶
金)与第二分冊(鉛冶金)。

本書为再生有色金屬手冊第三卷第二分冊(鉛冶
金)。書中詳細介紹了生产再生鉛及再生鉛基合金的知
識；敘述了生产再生鉛基合金的廢料与廢件的特性及其
驗收和取样；論述了生产再生鉛及各种巴比合金的工艺
过程、技术条件和有关設備；此外还敘述了鉛冶金中的
安全技术与劳动保护問題。

本書供从事有色金屬回收工作的人員和再生鉛冶炼
厂的工程技术人员使用，也可供設計、科学研究人員以
及高等院校有色冶金专业师生参考。

В. М. Базилевский, М. А. Истрин,
И. Л. Барташев, С. Л. Любанина и И. Д. Резник
ВТОРИЧНЫЕ ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ
(СПРАВОЧНИК)

Металлургиздат (Москва 1957)

再生有色金屬手冊
第三卷 第二分冊

1960年6月第一版	1960年6月北京第一次印刷 3,315冊
开本 $850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32}$	• 字数 120,000 • 印張 $5 \frac{2}{32}$ • 定价 0.66 元
統一書号 15062·2169	冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

冶金工业出版社出版(地址:北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版业營業許可証出字第093号

目 錄

第二篇 再生鉛基合金的生产

概論	5
鉛和再生鉛基合金的重要性質	7
熔炼再生鉛基合金的原料及其在熔炼前的准备	15
原料分类	15
各类廢件与廢料的特性	15
压延鉛的廢件与廢料	15
鋅巴比合金的廢件与廢料	15
廢榴霰彈和彈头心	16
電鍍鉛廢件	16
蓄電池廢件	19
硬鉛零件	25
鉛鍍層和含錫鍍層，蓄電池沉澱和乾場土	25
原料的防爆檢驗	28
再生鉛原料的驗收及取樣	27
細小廢件的取樣	27
蓄電池廢件的取樣	27
等外鉛廢料的取樣	29
細小再生原料的燒結	31
再生鉛的熔炼	38
鉛廢件在鍋中的熔炼	38
蓄電池廢件的反射爐熔炼	51
反射爐熔炼的过程	52
反射爐和煙囪構造	59
反射爐熔炼实践	64
鼓風爐熔炼	69
鼓風爐熔炼的过程	70

鼓风爐	79
鼓风爐熔煉實踐	84
蓄電池廢件的電爐熔煉	91
熔煉產物的處理	94
制取商品硬鉛	94
鉛的精煉	96
精煉方法	96
氧化精煉除銻法	99
鹼性精煉除銻法	107
返渣的處理	110
難熔浮渣的處理	111
塵塵的處理	115
處理蓄電池廢件與鱗屑的工藝流程	117
巴比合金的生產	122
巴比合金的化學成分	123
鉛錫巴比合金的生產	125
原料	125
B16 巴比合金的生產	130
BH 巴比合金的生產	134
BT 巴比合金的生產	136
上海文再生有色金屬廠生產鉛錫巴比合金實踐的某些材料	137
鈣巴比合金的生產	139
巴比合金的物理機械性能及應用	149
除塵	153
安全技術和勞動保護	158
鉛中毒的特徵	158
防止鉛中毒的措施	159
接觸到金屬鎢和砷的作業中的安全技術	160
參考文獻	162

再生有色金屬手冊

第三卷 第二分冊

(鉛 冶 金)

В. М. 巴基列夫斯基 М. А. 伊斯特林
И. Л. 巴尔达謝夫 С. Л. 刘巴琳娜 И. А. 列斯尼克 合著

董庆和 譯

本書系根据苏联冶金工业出版社1957年出版的
B. M. 巴基列夫斯基等合著“再生有色金屬”(手冊)
第三卷譯出。本卷譯本共分兩冊，即第一分冊(銅冶
金)与第二分冊(鉛冶金)。

本書为再生有色金屬手冊第三卷第二分冊(鉛冶
金)。書中詳細介紹了生产再生鉛及再生鉛基合金的知
識；敘述了生产再生鉛基合金的廢料与廢件的特性及其
驗收和取样；論述了生产再生鉛及各种巴比合金的工艺
过程、技术条件和有关設備；此外还敘述了鉛冶金中的
安全技术与劳动保护問題。

本書供从事有色金屬回收工作的人員和再生鉛冶炼
厂的工程技术人员使用，也可供設計、科学研究人員以
及高等院校有色冶金专业师生参考。

В. М. Базилевский, М. А. Истрин,
И. Л. Барташев, С. Л. Любанина и И. Д. Резник
ВТОРИЧНЫЕ ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ
(СПРАВОЧНИК)

Металлургиядат. (Москва 1957)

再生有色金屬手冊
第三卷 第二分冊

1960年6月第一版	1960年6月北京第一次印刷 3,315冊
开本 $850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32}$	• 字数 120,000 • 印張 $5 \frac{2}{32}$ • 定价 0.66 元
統一書号 15062·2169	冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

冶金工业出版社出版(地址:北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版业營業許可証出字第093号

目 錄

第二篇 再生鉛基合金的生产

概論	5
鉛和再生鉛基合金的重要性質	7
熔炼再生鉛基合金的原料及其在熔炼前的准备	15
原料分类	15
各类廢件与廢料的特性	15
压延鉛的廢件与廢料	15
鋅巴比合金的廢件与廢料	15
廢榴霰彈和彈头心	16
電鍍鉛廢件	16
蓄電池廢件	19
硬鉛零件	25
鉛鍍層和含錫鍍層，蓄電池沉澱和乾場土	25
原料的防爆檢驗	28
再生鉛原料的驗收及取樣	27
細小廢件的取樣	27
蓄電池廢件的取樣	27
等外鉛廢料的取樣	29
細小再生原料的燒結	31
再生鉛的熔炼	38
鉛廢件在鍋中的熔炼	38
蓄電池廢件的反射爐熔炼	51
反射爐熔炼的过程	52
反射爐和煙囪轉塞	59
反射爐熔炼实践	64
鼓風爐熔炼	69
鼓風爐熔炼的过程	70

鼓风爐	79
鼓风爐煉鉛實踐	84
蓄電池廢件的电爐熔煉	91
熔煉產物的處理	94
制取商品硬鉛	94
鉛的精煉	96
精煉方法	96
氧化精煉除銻法	99
碱性精煉除銻法	107
返渣的處理	110
難熔浮渣的處理	111
塵塵的處理	115
處理蓄電池廢件与鱗屑的工藝流程	117
巴比合金的生產	122
巴比合金的化学成分	123
鉛錫巴比合金的生產	125
原料	125
B16 巴比合金的生產	130
BH 巴比合金的生產	134
BT 巴比合金的生產	136
上海文再生有色金屬厂生產鉛錫巴比合金實踐的某些材料	137
鈣巴比合金的生產	139
巴比合金的物理机械性能及应用	149
除尘	153
安全技术和劳动保护	158
鉛中毒的特征	158
防止鉛中毒的措施	159
接触到金屬鎢和砷的作业中的安全技术	160
参考文献	162

第二篇 再生鉛基合金的生产

概 論

送到冶煉厂来的廢件与廢料具有各种不同形态。

下面列有1954年收購的各类鉛廢件与廢料所佔比重的数据。

表 75

收購到的鉛廢件与廢料的組成

原 料 类 型	比 例 (%)
鉛蓄電池廢件	36.9
各种鉛器械和设备上的鉛廢件	17.5
廢電纜的鉛質包皮	14.5
巴比合金廢件	6.9
其中：鈣巴比合金	2.9
鉛錫巴比合金	4.0
兵工廢件（榴霰彈、由彈头心鑄出的鉛等）	1.1
合計 折舊廢件	76.9
各种鉛廢料（鉛鱗屑、泥滓、浮渣、爐渣等）	23.1
總 計	100.0

在苏联，鉛廢件与廢料主要是在专业化的再生有色金屬工厂中处理。在这类工厂中，鉛廢件与廢料事先經初步处理（分选、解体、富集等）后，重熔成不同牌号的硬鉛（сурьмянистый свинец）和巴比合金，以及重熔成生产鉛錫焊料和印刷合金所用的准备合金。

少部分鉛廢料污染程度很大，含鉛很低，在用矿石熔煉原生鉛時它們用來作為爐料。

下面列有1954年在蘇聯關於生產各類產品所消耗的再生鉛原料的數據（%）：

生產硬鉛·····	30.3
生產鉛錫巴比合金·····	24.3
生產鈣巴比合金·····	19.2
用作熔煉原生鉛的原料·····	14.5
用作生產鉛錫焊料的原料·····	6.9
供各類合金（主要是鑄造錫青銅）作補充配料·····	4.8

將鉛廢件與廢料處理成再生鉛合金時，應特別注意原料中所含的全部有價組分——鎳、錫、銅、鎢、砷等的充分綜合利用。在配料車間中廢件與廢料的準備，熔煉車間中再生鉛的生產工藝，都要服從於這一任務。

目前再生鉛合金的生產工藝仍然要比其它再生有色金屬（鋁、黃銅、青銅等）落后一些，而且在許多方面都需要大大改進。然而，不久前一座新建成並投入生產的再生鉛廠，在它設計時就採用了一些熔煉原生鉛的先進工廠的技術經驗。現在也進行這樣一些研究工作：再生鉛原料的準備，原料的解体、分選、富集和燒結，以及創制新的、結構更完善的熔煉設備，特別是創制供再生鉛還原熔煉的豎式電爐。這種電爐現在已用來代替火焰爐。

下面將詳細敘述在這一方面所達到的成就，以及對再生鉛生產工藝所擬定的進一步改良途徑。

鉛和再生鉛基合金的重要性質

鉛是一種淺藍灰色金屬，斷面發光，它在空氣中保存時由於生成一種氧化鉛水合物的薄膜而發暗。鉛幾乎不溶於硫酸、氫氟酸和稀鹽酸中，但溶於硝酸；在鹼、氨、氯和二氧化硫中它的化學性很穩定。鉛含有雜質時，照例會降低鉛的抗蝕性。

鉛原子量為 207.21；晶格參數 $a_0 = 4.9389 \text{ \AA}$ 。在真空中鑄造的鉛的密度為 11.34 克/厘米³；在 331°C 時液態鉛的密度為 10.6 克/厘米³，在 731°C 時為 10.19 克/厘米³；熔點 327.4°C，沸點 1525°C；熔化潛熱 6.24 卡/克，蒸發潛熱 201 卡/克。平均比熱很低，在 18—100°C 之間固體鉛的平均比熱為 0.0306 卡/克·度，在 18—300°C 之間等於 0.0327 卡/克·度，在 365—495°C 之間液體鉛等於 0.034 卡/克·度。在熔點時液體鉛的熱函為 11.6 卡/克。鉛的導熱率很低：在 18°C 時導熱系數等於 0.083 卡/厘米²·秒·度。

鉛是最軟的金屬之一，適於壓成片，易於加工和焊接，但拉伸性很差。抗張強度極限等於 1.8 公斤/毫米²，延伸率為 45%。布氏硬度為 4 公斤/毫米²。

鎢、砷、錫、鈉及其它許多雜質能降低鉛的熔點（表 76），增加鉛的硬度，減低鉛的塑性（圖 99）。

現在產出有 6 種牌號的鉛，按 ГОСТ 3778—47 的規定，其成分和主要用途見表 77。

由於幾乎所有再生鉛基合金（鈣巴比合金除外）中都含有鎢，所以下面引述有關鎢的主要性質。

鎢是一種銀白色的金屬，帶深藍色光澤。高純度鎢（牌號 C₂ 和以上）的表面呈星形圖案。鎢在空氣中沒有變化，加熱時它氧化相當迅速，容易和硫及鹵族元素化合。鎢不溶於稀酸中。

表 76

重要的鉛共晶合金

共 晶 成 分 (%)							熔 点 (°C)
Pb	Cu	Cd	Sb	Sn	Bi	Ca	
99.8	0.2	—	—	—	—	—	327
79	—	21	—	—	—	—	249
87	—	—	13	—	—	—	247
36	—	—	—	64	—	—	181
44	—	—	—	—	56	—	125
41.9	—	—	3.6	54.5	—	—	181
32	—	18	—	50	—	—	145
32	—	—	—	16	52	—	96
26.3	—	10	—	13.3	50	—	70
90.0	—	—	—	—	—	10	626

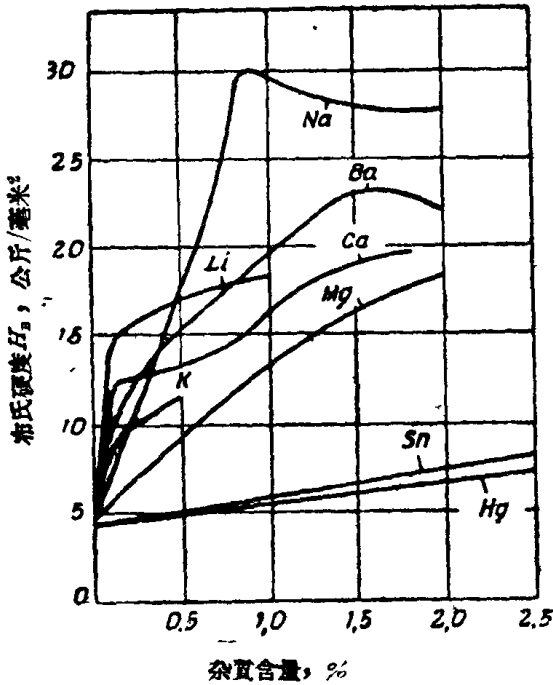


图 99 各种杂质对铅硬度的影响

表 77.

鉛的牌号、各类牌号鉛的化学成分和用途

牌 号	Pb 不少于 (%)	杂 质 不 多 于 、 (%)											主 要 用 途
		Ag	Cu	As	Sb	Sn	Zn	Fe	Bi	Mg	Ca+Na	总 計	
CB	99.992	0.0003-0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.001	0.001	0.001	0.004		0.003	0.008	蓄電池工业中特別重要的应用
CO	99.99	0.0005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005		0.003	0.01	用于蓄電池工业; 用于印刷工业中的母板
C1	99.98	0.001	0.001	0.002	0.004	0.002	0.002	0.002	0.006		0.003	0.02	用于蓄電池中的四氧化三鉛; 用以生产特殊套上的密封帽和用于其它特殊用途
C2	99.95	0.0015	0.001	0.002	0.005	0.002	0.002	0.003	0.03	0.005	0.02	0.05	用于化学工业: 板和管
C3	99.9	0.002	0.002	0.005	0.01	0.005	0.005	0.005	0.06	0.01	0.04	0.1	用于焊料, 牌号BH、B16、B6和BT巴比合金, 电鍍包皮, 印刷合金和玻璃
C4	99.5	0.002	0.09		0.25		0.19	0.01	0.10	0.02	0.10	0.5	用于热涂鉛法; 用于BH巴比合金, 彈头心, 水管和下水道的軟縫, 用于淬火槽

註: 1. 特殊套上所用的牌号C1的鉛, 容許含鉛达0.008%。

2. 如果牌号C4的鉛中鉍不超过0.05%, 容許用来生产牌号BH、B6和BT巴比合金。

銻的原子量为 121.76；具有斜六方晶格，晶格参数 $a_0 = 4.4974$ ； $C_0 = 57.06$ 。比重 6.62 克/厘米³。銻的熔点为 630.5°C，沸点为 1635°C，溶化潜热 38.26 卡/克，蒸发潜热 359 卡/克。固体銻的比热为 0.0493 卡/克·度，液体銻为 0.041 卡/克·度。

按 ГОСТ 1089—41 规定产出的銻有 5 种牌号，它们的成分列于表 78 中。

表 78

銻的化学成分和用途

牌 号	Pb+Sb 不少于 (%)	其中的 Pb(%)	杂质不多于 (%)					主 要 用 途
			Cu	As	S	Fe	总计	
Cy0	99.85	0.7	0.04	0.02	0.1	0.02	0.15	特殊蓄电池
Cy1	99.65	1.0	0.08	0.05	0.1	0.03	0.35	蓄电池及活字金
Cy2	99.50	2.0	0.1	0.05	0.1	0.05	0.50	巴比合金
Cy3	99.40	0.4	0.2	0.25	0.1	0.15	0.60	电铸铅板和焊料
Cy4	98.90	0.8	0.3	0.25	0.4	0.25	1.20	同上

按照标准的規定，高級牌号金屬中的杂质另有限制。这些杂质列在表 79 中。

表 79

生产蓄电池所用的銻中杂质的最大含量

(按 ГОСТ 1089—41 的规定)

牌 号	杂质不多于 (%)							
	Ni+Co	Au	Ag	Pt	Na	Zn	Mn	Bi
Cy0	0.02	0.0002	0.005	0.00001	0.005	0.005	0.005	0.005
Cy1	0.04	0.001	0.005	0.00002	0.005	0.01	0.01	0.01
Cy2	0.08	0.001	0.005	0.00002	0.005	0.01	0.01	0.05

- 註： 1. 在取得消費者同意后，ГОСТ 1089—41 容許牌号 Cy0, Cy1, Cy2 銻中含 Pb 达 5%，用于制造印刷合金的 Cy1 和 Cy2 銻中容許含 Zn 达 0.03%。
2. 与銅或鉛一起制合金所用的牌号 Cy3 和 Cy4 的銻中分別容許含 Cu 达 5% 或含 Pb 达 5%；这两种牌号的銻如果用于制造神巴比合金，容許含 As 达 3%。在所述这些情况下所指出的元素不算在杂质总量以内。

錫和鉛在熔融状态时能完全互溶，而在冷凝时则形成共晶合金，这点由图 100 中的 Pb—Sb 状态图可以看出。这种合金磨片的显微照相如图 101。

图 100 Pb—Sb
状态图

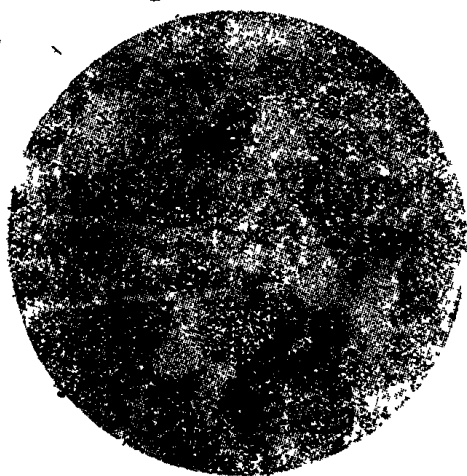
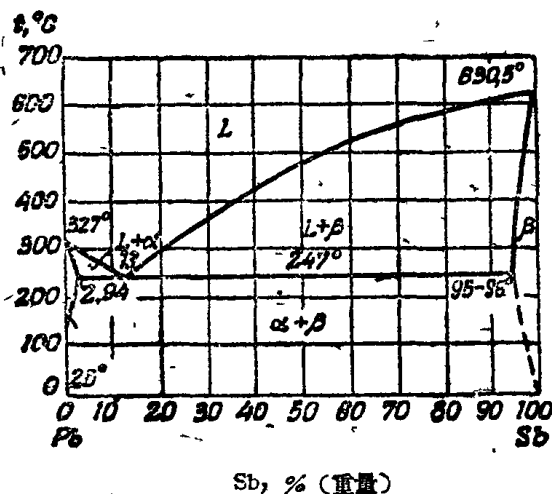


图 101 鉛錫合金磨片

將錫加到鉛中，可以大大提高鉛的硬度和機械強度（圖 102），改善合金的性質，減少收縮。硬鉛對硫酸的作用比較穩定。隨錫含量的增高，合金的韌性和延展性會減低，合金的導電

率也会减低。硬鉛具有“时效”性能。

錫主要应用在制造硬鉛（作蓄電池的格柵、管子、電纜包皮、化工生产和電化生产中的抗蝕結構，作金屬子彈）。

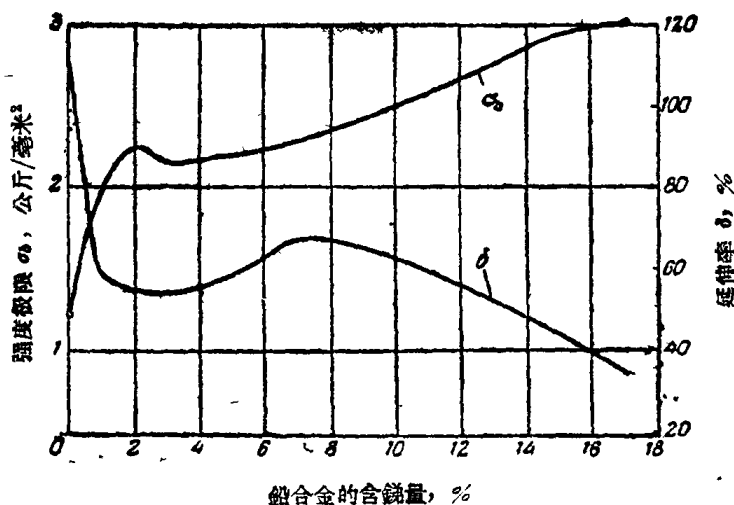


图 102 添加錫時鉛的機械性能的变化

將錫加到含鉛和含錫的合金中，能使合金具有很高的耐磨性：錫可以提高耐磨合金塑性基體的強度，它可以組成合金的硬質晶粒，這種晶粒即承擔軸的負荷並保證有低的摩擦係數。除了在錫巴比合金和鉛錫巴比合金中以外，錫廣泛用來製造印刷合金和低熔合金。

在化學工業中錫用來制搪瓷、顏料和填充劑。

以冶金方法處理蓄電池廢件以及其它含錫的廢件與廢料，可獲得再生硬鉛。表80中列有按ГОСТ 1292—41規定的各種牌號再生硬鉛成分。

除上述牌號外，根據ТУИМО 1941—56，由鉛廢件與廢料中還可以熔煉出鉛錫錫合金。這種合金在生产巴比合金和焊料時用來作補充配料的物料。為了使牌號CCy0合金与其它鉛合金區別

表 80

硬鉛化学成分和用途
(按ГОСТ 1292-41規定)

牌 号	Pb+Sb 不少于 (%)	其中的錫 (%)	雜質不多于 (%)				主 要 用 途
			Sn	Cu	Zn	其它	
CCy1	99.5	0.3—3.0		0.3		0.2	彈头心的合金
CCy2	99.4	3.0—6.0	—	0.3	0.05	0.25	活字金
CCy3	98.8	1.0—6.0	0.25	0.5	0.25	0.25	鋅合金的冲模, 用作补充 配料

- 註: 1. 硬鉛中 Pb+Sb 的总含量取决于 100 与表中所指所有雜質的差数。
 2. 牌号 CCy2 硬鉛中 Fe 和 Al 以及其它雜質的含量每一种容許不超过 0.05%。
 錫的含量未限制, 它的含量計算在 Pb+Sb 的总量內。
 3. 用作加重剂(平衡錘等)的硬鉛中 Pb+Sb 的含量容許不少于 97%, 此含量
 決定于 100 与 Zn+Cu+Sn 总合的差数。

开来, 在这种合金錠的末端涂以洗不掉的藍色顏料綫条。

按 ТУММ 1941—56 規定, CCy0 鉛錫錫合金成分如下,
%

鉛+錫不少于.....	94.7
錫不多于.....	4.5
雜質不多于:	
銅.....	0.5
鋅.....	0.15
鐵.....	0.1
鉍.....	0.05
其他.....	0.2

由上列数据可知, 再生硬鉛中污染有雜質, 不能用来制造蓄
 電池极板。

按照 ИМТУ 4526—54 技术条件的規定, 現在采用了一种新
 牌号的硬鉛 (CCyA)。这种牌号中錫和鉛的含量未予限制 (在