

代 鎳 鍍 層
資 料 選 集

机械工业出版社編



机械工业出版社

代 鎳 鍍 層
資 料 選 集

机 械 工 业 出 版 社 編



机 械 工 业 出 版 社

1 9 5 9

內 容 簡 介

为了节约镍铬资源，我国电镀工业自几年前即已开始研究采用各种代用镀层。其中以铜锡合金在生产中采用的最为广泛，并已取得了丰富的经验。此外对白黄铜及铜锡锌三元合金，也进行了研究。

本选集是搜集了自 1956 年以来各地研究代镍镀层的文献，并包括了 1958 年 10 月在上海召开全国第一次表面处理会议的有关资料共 33 篇。还有最近武汉热处理研究所在自行车制造业中试验铁锌合金代镍的初步总结，今汇订一册以利有关从业人员的参考，借以进一步促进这方面的发展。

NO. 2832

1959 年 5 月第一版 1959 年 5 月第一版第一次印刷

787×1092 $1/25$ 字数 244 千字 印张 12 $3/25$ 0,001—6,050 册

机械工业出版社(北京阜成门外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业许可证出字第 008 号 定价(11) 1.90 元

目 次

加强鎳的代用工作，貫徹电鍍工艺座談会的

決議……………一局技术处 (5)
苏联專家謝基宁关于鍍銅錫合金代替

鍍鎳的报告……………天津自行車厂整理 (7)
高錫青銅的电鍍……………热处理研究所譯 (15)
鍍白青銅……………上海自行車厂譯 (30)
白青銅(高錫青銅)电鍍液的分析方法……………热处理研究所譯 (33)
电鍍用鎳代用材料的初步研究……………通用机械研究所 吳鍾嵐 (36)
銅合金的电鍍……………通用机械研究所 汪泰临譯 (45)
青銅的电鍍……………热处理研究所譯 (53)
銅錫合金的电鍍……………沈阳自行車厂譯 (68)
在电鍍中用銅錫合金代替鎳銘的經驗……………安紹祖 (81)
鍍高鋅含量的銅鋅合金初步試驗报告……………一机部第二設計分局 (88)
在防护裝飾性电鍍工艺中，以青銅代替鎳的

試驗工作初步总结……………上海自行車厂 (97)
电鍍青銅合金代替鍍鎳工作的初步总结……………上海医疗器械厂 (110)
电鍍銅錫合金試驗报告……………北京广播器材厂 (142)
銅錫合金电鍍……………天津广播器材厂 (159)
鍍鎳代用品問題的商榷……………卓宗一 張紹恭 (171)
高錫青銅电鍍試驗小結……………热处理研究所 (177)
青銅代鎳电鍍……………热处理研究所 (185)
阴極鍍層銅、錫沉积的規律及其成分对

鍍層性能的关系……………热处理研究所 (192)
青銅槽液和鍍層的分析方法……………热处理研究所 (198)
青銅槽液中有害雜質的影响問題……………热处理研究所 (203)
青銅鍍液中雜質分离和分析方法……………热处理研究所 (208)

列宁格勒工学院 Н. П. Федотьев 教授关于銅錫合金电镀

某些問題的答复·····	热处理研究所(214
高錫青銅的电镀·····	电器科学研究所工艺研究所(216
电镀白銅总结·····	国营望江机器制造厂(224
电镀白銅·····	童和芳(228
白銅和青銅的电镀試驗·····	唐恢緒(238
用鋅銅合金(白黃銅)代替鍍鎳層·····	(269
白青銅氧化呈黑色·····	北京广播器材厂(275
新的銅錫青銅电解液的試驗报告·····	第一汽車厂(278
銅錫鋅光亮合金·····	国营惠丰机器厂(281
鍍鎳工作报告·····	北京鋼鐵学院(291
电积 Fe-Zn 合金試驗报告 ·····	热处理研究所(297

加强鎳的代用工作，貫徹 电鍍工艺座談会的決議

一局技术处

这次电鍍工艺座談会在苏联專家的具体指导下，會議是成功的，基本上达到了預期的目的。为了更好地繼續开展这项代用鎳的工作，經會議討論作出下列決議，局屬各厂必須認真貫徹。

1. 局屬各厂必須集中力量作电鍍銅錫合金的生产試驗工作一直到全面投入生产为止。其他代用方法均停止試驗。如銅錫鋅三元合金目前尚不能掌握，距离可用于生产的阶段尚远，且其質量好坏还不能作出最后結論，故只能留待以后倚靠科学研究机构去研究。

2. 严格地按照苏联專家建議的方法(見專家报告和电鍍手冊第200頁的配方和条件)，进行生产性試驗，必須进行系統的化学分析(鍍液、鍍層等)，并作好技术記錄。每半个月作出綜合性报告报局，并抄送中南工业試驗所、通用机械研究所和其他二个自行車厂。

在1956年8月份內至少要有一个生产用的大型槽作生产性的試驗；并要求在达到一定質量而且相当稳定时，即可由生产性的試驗过渡到試驗性的生产，即連續作业的小批試制性的生产，一面生产，一面研究。

3. 过渡期間的質量标准：

鍍層可有白青銅和青銅二种。采用一种或两种，以及那种零件鍍那种鍍層可由厂决定。

(1) 厚度(最后最小厚度)：

白青銅(含錫40~45%) 25公忽，可不再鍍鎳。

青銅(含錫在10%左右) 22公忽，鍍鎳3公忽。

(2) 耐腐蝕試驗：不能採用噴食鹽水霧的方法（原理可見“電鍍手冊”第350頁），可以用自然條件下的試驗法。

(3) 氣孔率：正常情況應無孔，過渡期間可用貼試紙辦法， 3×6 公分上不得超過3~4點（藍色點）。試驗方法是先用浸有氯化鈉液的紙，貼10分鐘將紙揭下後放在赤血鹽液中去浸，如有氣孔時則紙上現出藍色點。

(4) 韌性：用0.5公厘左右厚的板作樣板，彎曲到 90° 往復各一次無裂痕，彎曲處的半徑為10公厘左右。

(5) 外觀檢查：鍍出後鍍層為銀白色，均勻，無條痕，無裂紋。

以上各項尚須各廠在實際應用當中加以修改確定。經過一段試用期間後再由局正式訂為統一的質量標準。

4. 各廠必須抓緊工作，在九月底以前全部掌握這一新的工藝，制訂出正規的工藝規程，它是在生產試驗時已訂出了草案，經過使用中反復修訂而確定的。

5. 抓緊設備的改裝工作，以便逐漸地全面投入生產。一般是應從車圈開始，逐漸到其他零件，並須根據本廠的特點作好全面規劃。

6. 由於這項工作系新的工作，所以在生產試驗時，車間主任必須領導這一工作，同時也必須考慮對工人的培訓。

7. 設備改裝需用各種規格鋼板、角鐵、扇風機、洋灰等，都須從八月份即陸續到廠。所需要的氰化鈉、純錫、純銅都須立即部分供應。另外由於是逐漸地將鎳代用，故鎳板還需供給，這些問題須請國家計委會、部及供應局大力支持。

8. 本次會議所有各種技術資料，蘇聯專家認為對研究銅錫合金代替鎳的工作已足夠。希各廠將該項資料結合專家報告進行有組織的學習。

苏联專家謝基宁关于鍍 銅錫合金代替鍍鎳的报告

天津自行車厂整理

今天主要是把鍍青銅問題談一下，不算报告。

鍍青銅在俄文〔电鍍原理〕、〔电鍍手冊〕、〔高錫青銅的电鍍〕及所譯的英文資料上都談的很清楚，这些資料我們手中已都有了譯本，所以对配方技术条件今天不再重复，只就鍍青銅中如何保証質量等問題談一下。

一、青銅之意义：

青銅是一种合金，用途很广，它的种类很多，有銅錫、銅鋁、銅錳、銅硅等多种，今天主要談銅錫合金。

二、銅錫合金之性能：

它与单独銅或錫已完全不同，就优点來說，首先光澤好，与銀子比美；其次硬度高，介于鎳鉻之間，耐磨力强；第三耐蝕化学性能較强，能抵抗碱和弱酸，比鎳要好。它的缺点是在硝酸、氨水中易被腐蝕，其次合金在一定比例下脆性很大，如合金中錫在9~45%以內脆性大，这是指鍍層溶化后比例，而不是指沉积在被鍍物件上的鍍層。鑄出的青銅件本身就有脆性的。青銅在机器制造业中常被用在要求耐磨力强，防腐性能强的軸承等零件上。

三、青銅的电鍍方法：

鍍青銅是将銅錫合金鍍复于黑色金屬上，所以青銅也叫做銅錫合金，只是名詞的不同。鍍層中銅、錫所占比例之多少，以及鍍層的顏色和性能均取决于电解液中銅、錫和各种成分含量之多少与操作制度执行之好坏。錫含量范围很广，2~45%均可，当錫含量在60~70%时不能叫青銅，虽然仍是銅錫合金。青銅就含錫量之多少而分为二种。一般說含錫在2~15%为低錫，叫一般青銅；在40~45%为高錫，叫白青銅；我們最主要的研究这二种。

四、一般青銅：(含錫2~15%)在很久以前就被使用，它的電鍍方法在各種資料上都有詳細記載。在B. И. 拉依涅爾教授所著的教科書「電鍍原理」上說的最詳細。青銅鍍液成分，一般由下述二種溶液混合組成。

1. 錫酸鹽鍍錫液。

2. 氰化鍍銅液。

由此可知一般青銅與單獨的錫酸鹽鍍錫或氰化鍍銅液的好壞是有關係的。所以要理解一般青銅，必須先搞清楚鍍錫和鍍銅二種實質。這二種溶液中的有害雜質對一般青銅來說同樣也有害，一般青銅成分可詳見「電鍍手冊」第200頁，不再重複。就目前來說以第200頁中的1、2兩配方與操作制度是較好的，這是經過多次試驗証實的結果，因此我們就不必再作低溫、高溫等不同條件的試驗，應該完全按它的配方、操作條件來作。根據蘇聯著名電鍍專家B. И. 拉依涅爾及H. П. 費多啓夫二教授的研究，証實青銅的性能超越于鎳。首先硬度比鎳強，這是指鍍在零件上後的硬度，至于單獨青銅合金層硬度那是另外一回事；其次多孔性比鎳強；第三防腐性也不次于鎳。根據這二位教授的研究結果，完全可以「鍍青銅-鎳」代替鎳。由于青銅的多孔性，一般厚度達到10公忽時即沒有針孔，因此就自行車零件來說鍍25公忽就足够了。鍍後除去拋光3~4公忽，加上鍍鎳3公忽，這樣24~25公忽的厚度決不次于多層鍍鎳（一般鍍鎳在鎳層上一公忽即可，青銅上却需三公忽）。

同時根據二位教授試驗証實一般青銅電解液的穩定性較強。大家知道，穩定性是指每一公升所通電流大小而言，青銅電解液通過34安培·時/公升不會起任何變化。

据此加以計算可以確定槽液的校正的周期，如1700公升容量的槽，每次鍍24個車圈，二班制，每周須校正二次。

鍍青銅所需槽子的數量，專家按鍍車圈24個/槽，70分鐘（包括輔助時間20分鐘）二班制，每槽可鍍312個，然後按日產1000輛，而每槽如按300個計則需7個，加上一個過濾所需8個即够，

这样槽子負荷为0.83。

銅和錫濃度的比例应为 1:2, 青銅鍍層中錫大約占 10~12%, 至于阳極上所需电流密度在談白青銅时一并詳述。

阳極如用合金, 則錫含量应与电解液中錫的含量一样; 如果是單独的銅、錫阳極則其面积比应同电解液中銅、錫含量比。

五、白青銅: 又名高錫青銅, 含錫量40~45%, 性能与一般青銅基本相同, 比較优点的是硬度强, 耐磨性大, 反光率高, 易拋光, 拋光后的光澤能保持很久不变; 因此一般書上介紹白青銅完全能代銀; 虽然电解液有毒, 但鍍層沒有毒, 可以鍍在一般食具上。根据 H. J. 費多啓夫教授試驗白青銅可用作防护与裝飾性鍍層。也应說明这在很多国家因錫价值貴而行不通, 但在錫多的中国可代替鎳来使用。一般多層电鍍: 鎳——酸性銅——鎳——鉻, 而鍍白青銅工序少, 可能成本也能降低。由于白青銅的光澤超过一般青銅, 加以硬度强于鎳而稍逊于鉻, 故根据其它專家試驗的結果, 在鍍白青銅后完全可不鍍鉻。

自行車的車把、脚蹬子鍍白青銅后是否还須鍍鉻, 尙待經過实用半年証实。白青銅电解液成分可見电鍍手册 200 頁第二节, 不再复述。附帶說一下英国开宁公司的电解液配方与俄文电鍍手册中基本上无区别。电鍍手册中第二个配方是 B. H. 拉依涅耳, 第三个配方是 H. J. 費多啓夫教授試出的也无大出入。第 3 个配方比第 2 个的錫含量高, 电流密度也需高些。白青銅扩散力强, 电流效率 70%, 电流密度一般采用 2 安培/公寸², 欲鍍 1 公忽則只需 2 分鐘。如自行車零件采用厚度 28 公忽, 只需 56 分鐘, 减去拋光 3~4 公忽后还剩 24~25 公忽, 对自行車來說防腐与硬度都很好了。

白青銅电解液稳定性比一般青銅差一些。一般青銅可通电——34 安培·时/公升, 白青銅只有 30 安培·时/公升。

六、电解液配制与校正方法:

鍍白青銅的配方是将錫酸盐鍍錫液和氰化銅鍍銅液分別配製再混合在一起。然后再加氰化鈉詳見書載不再多談。

現在着重把錫酸盐配制方法談一下。配法有：

1. 溶解二价錫；2. 溶解四价錫；3. 溶解一般金屬；4. 最好的是阳極溶解純錫等四种方法来配制。很多專家認為在碱性溶液中用阳極溶解純錫办法为制取錫酸盐的好办法。其主要办法是在60%的氫氧化鈉，60~70°C条件下溶解錫，錫以四价形式溶解，通电后最初10~15分鐘阳極电流密度要高些，可在3~5安培/公寸²，然后調整到2安培/公寸²。阳極為錫板，阴極為其它金屬，并用陶瓷管套，錫的溶解量为在1安培/公寸²，0.75克/小时。我們要45克/公升，需电解60安培-小时/公升。

阴極所以采用陶瓷管套的原因有二：一为不讓产生的氫气把四价錫变为二价錫；一为避免将錫鍍复于阴極上，可省錫。

将电解得之錫酸盐溶液，加入預配之氰化銅溶液，再加入定量之氰化鈉、氫氧化鈉、水即成为鍍青銅的电解液。

电解液中二价錫超过1.5克/公升时即需处理，目前用氧化方法使二价錫变为四价錫。处理方法可用阳極处理法，阳極采用非溶解性的鍍鎳的鋼。阴極采用鍍錫的鉄，阳極电流密度4~5安培/公寸²，溫度60~70°C。如果二价錫不太多，可加10%过氧化氫1~2克/公升以代替电解处理。用現成的錫酸鈉配制自然方便，但很不經濟。

白青銅（含錫40~45%）电解液中銅、錫濃度保持1:3或1:4，即錫含量相当銅的3~4倍；游离氰化鈉、游离碱及溫度均应按書上严格控制。

有害雜質，对單獨鍍錫及氰化銅溶液中的有害雜質，对鍍青銅也同样有害，主要有鉛不大于0.5克/公升，二价錫不大于1~1.5克/公升，还有砷、銻也是有害雜質。

白青銅鍍液的分析与校正問題，應該說明截至目前为止各种資料尚未有統一意見，因为这工作是比较新的，不像其他电鍍已有完整資料。据有的作者說：每天分析，每小时校正，这不一定切合实际，也有說进行周期性校正，我們不应过长过短，每周应分析2~3次；即当电解液在正常时二次，不正常时三次；这是指

分析銅、錫的含量。至于游离氰化鈉需每天分析。二价錫的分析有些人認為需要，我們可以每周至少二次。

七、阳極的选用与处理：

阳極对鍍一般青銅白青銅來說都是很重要的問題，究竟采用銅錫合金，还是單独的銅、錫，其說不一，根据 H. JI. 費多啓夫試驗二者效果相同，B. И. 拉依涅耳認為应采用單独的，英文开宁公司資料中也主張單一。根据許多資料的介紹，綜合起来以及我个人意見，最好还是采用單独的，但缺点在控制較麻煩，如电流表就需要三个，因在銅、錫阳極上都要安装。所以單独銅錫阳極能用而麻煩一些，然而單独的銅錫阳極，能較好的控制电解液，这样对正确性是好的。

也能采用鑄出的合金阳極，鍍一般青銅可用合金阳極，錫与銅含量，可同电解液中錫与銅的比例。

鍍白青銅可用單独的阳極，阳極的电流密度为銅阳極 0.7 安培/公分²，錫阳極 2.1 安培/公分²，即錫：銅 = 3:1，相差这么大的原因，目的在保持錫的鈍化現象，以四价錫的形式溶解，同样阳極的面积錫：銅也是 3:1。

为保持阳極鈍化，即防止四价錫还原为二价錫，而以四价錫的状态溶解，錫阳極在工作前一定要用較高的电流密度 $4 \sim 7$ 安培/公分² 处理，至錫阳極产生黄色的鈍化層为止，处理可在鍍槽中或其他槽中进行，在我們厂來說应在單独的槽中进行，因为在溶化开始以前，会在鍍槽中产生二价錫。

錫阳極不能过寬，不超过 100 公厘，为了保持錫阳極处于鈍化状态，首先保持清潔，特別是阳極的接触点，接触不好，电流密度就要小，注意电流不能小，为了防止二价錫出現。使錫阳極以四价錫形式溶解，应有严格的工作制度，工作制度是：

1. 先放零件；

2. 通电流，先通銅阳極，将銅阳極放入；再通錫阳極电流，然后放入錫阳極（它是已經鈍化的）；

3. 青銅槽操作晝夜不間斷。

零件取出后馬上放入新的零件，应当在槽中保持一定量的零件，例：槽中有十个活，拿出一个补入一个。

4. 工作結束时，也应遵守上述次序，即：

(1) 先把錫阳極取出；(2) 銅阳極取出；(3) 取出鍍件；(4) 关闭电流。

这种操作制度只有鍍青銅（白青銅及一般青銅）才这样。如采用合金阳極，易产生二价錫，質量不易保証。

在采用鍍白青銅，一般青銅天津厂是走在較前面，所鍍出来的零件都已見到，这是全厂努力的結果。希望天津厂应进一步努力。

*

*

*

另外把到厂后見到的情况作如下建議：

一、白青銅电解液成分的不正确。初到本厂时(7月26日)分析：

銅分析 10 克/公升，应为10~15克/公升，还接近；

錫分析 25 克/公升，应为 30~45 克/公升，差很远；

游离氫氧化鈉分析 17 克/公升，应当 7 克/公升，差很远。

不知为什么这样？掌握一个新的电镀方法，应该按規定不能差一点兒，要像最准的表走得一样准。

二、昨晚到化驗室見到測定白青銅多孔性用測定鎳的貼紙方法，即用食盐与赤血盐混合液来进行是不行的。找了許多資料后可以确定鍍層含銅60%的高錫青銅是不能用这种方法測定的。另外測定多孔性之前应先測定厚度。測定厚度办法尚未找到恰当办法，但可用千分尺或天秤測量。

三、直到現在測定二价錫的方法还未找到，可到天津市圖書館去找一找資料，这并不是很困难的。

四、从前天看到白青銅鍍層厚度用眼觀察还不到 10 公忽太薄；在10公忽以上不会有針孔的。

五、到車間去看槽子很髒，鍍鎳槽盖塵埃不少，这样不清潔，不仅影响鎳鍍層質量；对青銅影响更大。極棒上氧化物很多，导电

不好，鍍出鍍層一定很薄，因此鍍合金更須注意清潔。另外昨天鍍出的東西好像有孔眼，準確原因不敢肯定。當然天津廠還有優點。

*

*

*

對鍍青銅的結論：

自行車零件在沒有或缺乏鎳的情況下，完全可以鍍青銅代替鎳。

一、採用一般青銅（含錫10~12%） 25公忽；

再鍍鉻 3公忽。

二、也可採用單層電鍍白青銅（含錫40~45%）28公忽。

三、車把可鍍一般青銅——鍍鉻。

應該提高電鍍車間人員的技術水平，嚴格遵守操作制度與配方，則鍍層質量沒有問題一定會好。

附錄：鍍青銅

（電鍍手冊第200頁譯文）

由電解而得到的銅錫合金其成分可在很大的範圍內變化，具體成分是与電解液的成分、陽極的成分及電解操作規程等有關。

有關工件鍍銅錫合金所用電解液成分及鍍槽的工作制度等數據列於表 119 內。

表119 鍍銅錫合金的電解液的成分及鍍槽工作制度

鍍液號	電解液成分(克/升)				鍍液溫度(°C)	電流密度(安/公寸 ²)	電流效率(%)
	銅(氯化銅絡鹽形式)	錫(錫酸鈉形式)	氯化鈉(游離)	氫氧化鈉(游離)			
1	28~30	14~15	12~15	5~8	60~70	2~2.5	60
2	10~15	30~45	10~15	5~7	60~70	15~25	60~75
3	10~15	45~60	10~15	25~30	60~65	3~4	60~80

青銅的電鍍速度決定於表 120 中陰極電流密度及電流效率。

鍍槽 1 用以得到黃色的青銅鍍層。

鍍槽 2 及 3 用以得到白青銅，為了得到含錫45%的鍍層。銅及錫在電解液中的濃度規定比例為1:3~1:4即以克/公升表示的錫

表120 含錫10~15%青銅電鍍速度 公忽/小時

電流密度 (安/公寸 ²)	電流效率(%)				電流密度 (安/公寸 ²)	電流效率(%)			
	55	60	65	70		55	60	65	70
0.5	7.0	7.7	8.3	8.9	3.0	42.2	46.0	49.9	53.7
1.0	14.1	15.3	16.6	17.9	4.0	56.3	61.4	66.5	71.6
2.0	28.1	30.7	33.3	35.8	5.0	70.3	76.7	83.2	89.6

在電解液中的濃度應為銅的濃度的2.5~4倍。為了避免在陰極上產生粗糙的難以拋光的沉積物，則銅及錫在電解液中的總濃度不應超過80~85克/公升。

在電鍍時推薦採用分開的銅的及錫的陽極，其表面之比為3:1。此時錫陽極上在電解液內積累二價錫離子，推薦預先將錫陽極掛在鍍槽內通以電流，或將其掛在槽內後以提高的電流密度進行電解，直至在陽極的表面產生金黃色的鈍態膜為止。在此種情況下，當降低電流密度時，二個陽極就溶解了，而錫以四價離子進入電解液內。錫陽極經常以不溶解的鐵陽極或鎳極代替，在這一情況下因在電解液內有氯離子出現是非常不好的。

電解液的配制：將配制好的溶液——氯化銅的及錫酸鈉的溶液經過過濾後倒入槽內，然後將水倒入至所需的水平高度。電解液就分解為銅、錫，游離氯化鈉及游離氫氧化鈉溶液（各45）。

鍍液的修正：由於電解液內游離氯的濃度減少了，白青銅的陰極沉積層含銅的濃度保持在規定的水平（數值）。

氫氧化鈉濃度的變化也使青銅的成分同樣的有影響。以提高溫度降低鍍層內的含銅百分數。陰極電流密度對鍍層的成分影響比較小，後者的變化對鍍層的質量有顯著的影響。

電鍍液中有毒的混合物與在鍍銅用的氯化銅電解液中及在鍍錫用的鹼性錫酸鈉電解液中有同樣的作用。為了穩定電解液中主要的成分的濃度，每天要進行電解液的分析。

（轉載通用機械雜誌 1956 年第 8 期）

高錫青銅的电鍍

热处理研究所譯

党的十九次代表大会关于苏联第五个五年计划發展的指示，規定以高速度發展机器制造和工具制造，作为苏联国民經济一切部門中新的强大技术进步的基础。

机器制造业的蓬勃發展就要求更大規模地使用电鍍作为机器和工具零件的防銹和裝飾。

白青銅鍍層是新型的鍍層中的一种，它对工业提供了很大的好处。

在电鍍的实际工作中，大家早已知道，普通成分的青銅含錫量为8~10%，在鍍鎳和鍍鉻时可以采用这种鍍層作为底層。

可是由于調整普通青銅鍍層电解液的成分存在着某些困难，由于可以成功地从氰化物电解液中得到黃銅和銅来代替白青銅，所以白青銅鍍層不能广泛的使用。

高錫青銅或白青銅具有許多有价值的性質，从其外表来看，儼然如銀子一样，它的反射率高于鉻，而且可以很久地保持这种性質；白青銅鍍層的硬度介于鎳与鉻之間。

白青銅是屬於非磁性的一种合金，如果白青銅鍍層的厚度为8~10公忽，則实际上是无孔隙的，从槽中可以得銀鏡光澤的鍍層，仅需稍为拋光。白青銅能够抵抗碱和弱酸的作用，果汁、牛乳、醋、啤酒和硫化物也是对它不起作用的。

由上述得出結論，可以利用白青銅鍍層作为銀的代用品（用作反光鍍層，某些仪器零件的鍍層，餐具的鍍層和乐器的鍍層等等），同时也可用以代替銅—鎳—鉻的三联合鍍層，直接以电鍍白青銅鍍層来代替由許多主要工序和輔助工序所組成的保护裝飾性鍍鉻，在裝飾性和化学稳定性方面都不会亞于三联合鍍層，这是最

令人注意的地方。

如果把白青銅的鍍層放入濃度為15%的苛性鈉溶液中，在80°C溫度下給以陽極處理就可以將其氧化成為美麗的黑顏色。

最近幾年來，關於用白青銅作為保護裝飾性鍍層的电鍍在文獻(1、2、3、)中已有記載，可是這些報導都是片斷的和不完整的。

本技術通報活頁援引了獲得白青銅鍍層方面的試驗數據，這一工作是在以列寧命名的列寧格勒工藝學院電化學實驗室所進行的。

電解液中主要的成分為氰化銅，氰化鈉，苛性鈉和鹼性錫酸物。

關於必須使用錫酸鹽或亞錫酸鹽的問題，在文獻中並沒有一個明確的答复，所以決定進行二價錫和四價錫的電解液試驗。

用錫酸鈉(或亞錫酸鈉)溶液與氰化銅絡鹽溶液相混合，以製備出電解液，氰化銅絡鹽溶液用平常的沙夫列爾鹽的方法取得，亞錫酸鈉溶液的製備是用隔膜板以電化學方法將金屬錫溶解於苛性鈉溶液中，利用上述方法得到的亞錫酸鈉，必要時氧化之，使其變為錫酸鹽。

利用銅片為陰極，陽極可用錫或銅片(第一部分實驗)，也用各種不同錫含量的白青銅(第二部分實驗)陽極。在採用錫和銅為陽極時，其過程的特徵為將銅和錫陽極並聯於兩組電路中，綫路上分別裝有安培計和電阻，以便分別地調整其電流密度；這樣就能夠控制這兩個金屬的溶解速度，並使電解液中的鹽類維持必要的濃度。為了使陽極溶解數量和陰極的沉積分佈均勻，而在所有的實驗中採用分開的四個陽極，兩個錫陽極和兩個銅陽極，按照其次序來排列。錫和銅陽極在不同條件下工作，銅陽極上的電流密度保持為0.5~0.7安培/公寸²的範圍，錫陽極在錫酸鹽電解液中的電流密度約為1安培/公寸²，在亞錫酸鹽電解液中的電流密度達2.0~2.1安培/公寸²，以使溶解的錫變為四價錫。白青銅陽極的制