

1955年7月1-5日

苏联科学院

和平利用原子能会议论文集

技术科学之部



1955年7月1—5日

**蘇聯科學院  
和平利用原子能會議論文集**

——→·←——  
技術科學部

科學出版社

1958年3月

1955年7月1—5日  
蘇聯科學院  
和平利用原子能會議論文集  
技術科學部

---

原著者 [蘇聯] E. C. 卡林尼柯夫等

出版者 科學出版社  
北京朝陽門大街117號  
北京市書刊出版業營業許可證出字第061號

印刷者 中國科學院印刷廠

總經售 新華書店

---

|              |                  |
|--------------|------------------|
| 1958年3月第一版   | 書號：1046          |
| 1958年3月第一次印刷 | 字數：244,000       |
| (京)道：1-635   | 開本：787×1092 1/18 |
| 報：1-800      | 印張：12 1/3 插頁：13  |

定價：(10)道林本4.00元  
報紙本2.80元

## 內 容 提 要

本書為蘇聯科學院和平利用原子能會議論文集的技術科學部分，敘述有關技術科學方面的研究成果，其主要內容：

- (1) 用放射性同位素研究冶煉方面夾雜等項問題；
- (2) 用放射性同位素研究金屬的厚度以及刀具和燃料的磨損問題；
- (3) 放射性同位素在勘探上的應用。

# 目 錄

|  |                      |
|--|----------------------|
| 澆注設備上的耐火材料對鋼受非金屬夾雜物沾污的影響.....                            | E. C. 卡林尼柯夫等 ( 1 )   |
| 利用放射性同位素研究平爐熔池中的攪拌過程.....                                | A. И. 奧西坡夫等 ( 18 )   |
| 硫從生鐵轉入爐渣(CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 系統)的動力學..... | O. B. 特拉文等 ( 31 )    |
| 用放射性同位素來研究非金屬夾雜物.....                                    | C. M. 格努捷夫等 ( 46 )   |
| 量度金屬擴散係數與蒸發速度的同位素交換法... АН. Н. 涅斯米揚諾夫等 ( 58 )            |                      |
| 用放射性同位素研究擴散的方法.....                                      | A. A. 茹霍夫斯基 ( 75 )   |
| 利用放射性同位素研究潤滑油和燃料油的抗磨特性...Ю. С. 柴斯拉夫斯基 ( 84 )             |                      |
| 利用放射性同位素研究切削刀具的磨損 .....                                  | E. П. 娜傑茵斯卡婭 (101)   |
| 厚截面金屬的 $\gamma$ -射綫探傷用的電離法 .....                         | И. Г. 法吉多夫等 (120)    |
| 利用放射性同位素測量厚度和密度.....                                     | A. M. 波格切夫等 (132)    |
| 在工業上應用同位素標誌鋼材的經驗.....                                    | B. A. 雅努施柯夫斯基 (145)  |
| 用放射性同位素法對蒸汽攜帶鹽份和兩相流體動力學的研究.....                          | M. A. 斯拖里柯維奇 (151)   |
| 放射性方法在有用礦勘探上的應用.....                                     | B. H. 達赫諾夫 (164)     |
| 關於利用放射性測量法勘探油藏的可能性的問題...Ф. А. 阿列克西也夫等 (182)              |                      |
| 利用放射性探測法在已下套管井中區分含油層和含水層.....                            | A. И. 霍林 (191)       |
| 在已下套管井中用放射性鈉法測含油層與含水層和測水油接觸面的可能性.....                    | H. K. 庫哈連科等 (204)    |
| 勘探和開發油田工作中利用放射性射綫的遠景.....                                | Г. Н. 弗列羅夫等 (216)    |
| 在石油工業中使用閃爍計數器作為放射性測量儀器.....                              | Б. Г. 葉羅佐里姆斯基等 (227) |

# 澆注設備上的耐火材料對鋼受非金屬 夾雜物沾污的影響

E. C. 卡林尼柯夫

蘇聯科學院  
通訊院士

A. M. 薩馬林

非金屬夾雜物對鋼的性質的不良影響是大家都很清楚的。非金屬夾雜物沾污了鋼材，降低鋼的衝擊韌性、抗磨性能、疲勞強度、可塑性及抗腐蝕性能。譬如非金屬夾雜物的數量和形狀，對滾珠鋼的工作質量就具有決定性的影響；所以尋找那些能使滾珠鋼的夾雜物含量最少的方法，就是優質鋼冶煉中最重要任務之一。爲了這個目的，首先就應當研究鋼受沾污的主要來源，特別是因澆注設備上的耐火材料而受到的沾污。

B. A. 格里高良 (Григорян) 和 A. M. 薩馬林 (Самарин)<sup>[1]</sup> 使用“示踪”原子已經確定出：盛鋼桶和下注設備上所用的耐火材料是滾珠鋼中非金屬夾雜物的重要來源。因此迫切需要尋求能夠抵抗鋼液和爐渣的作用，而且適於製造澆注設備上的襯磚的耐火材料。

本文的內容即在研究用火磚、高嶺土磚或高鋁磚所砌盛鋼桶襯和流鋼槽襯對滾珠鋼中非金屬夾雜物含量的影響。

## 耐火磚的製造和試驗

盛鋼桶和流鋼槽的襯磚，係在全蘇耐火材料研究所的實驗工廠中製成的。當製造火磚時向粘土中加入了放射性同位素  $\text{Ca}^{45}$ 。爲了加入方便起見，預先對粘土進行了乾燥和粉碎，此後將其裝入混合器內，以便與  $\text{Ca}^{45}\text{Cl}_2$  的水溶液相拌和。放射性鈣的加入量爲每噸乾料 150 毫居里。由於將以上材料在混合器和螺旋壓型機中處理四次，所以同位素在耐火材料中的分佈是均勻的。爲了消除烘乾及焙燒中  $\text{Ca}^{45}\text{Cl}_2$  析移於團塊表面的現象，曾向上述材料中加入了蘇打溶液，其加入量應使  $\text{Na}_2\text{O}$  爲焙後材料重量的 0.1%，然後又將所有材料在混合器系統中通過兩次。這

樣處理的結果，在成品中同位素的分佈就更加均勻了。用同樣辦法也向事先粉碎過而且與粘土混合起來的高鋁材料中加入了同位素。

團塊製成後，對其進行了烘乾和焙燒處理。用察索夫-亞爾斯基粘土製成的團塊的焙燒溫度為  $1320^{\circ}\text{C}$ ，用高嶺土—— $1470^{\circ}\text{C}$ ，而用高鋁材料—— $1570^{\circ}\text{C}$ 。焙燒後將團塊粉碎並磨細到需要的粒度。在配料和其後在碾輪上的混合中，又按混入粘土的多少向材料中加入了  $\text{Ca}^{45}\text{Cl}_2$ （其加入量以每噸乾料 150 毫居里計），經過 15 分鐘的拌和後再向其中加入蘇打溶液。在碾輪上 20 分鐘的拌和可使同位素均勻地分佈於濕料中。

在磨擦壓型機中壓成了火磚，在水壓機中壓成了高嶺土磚和高鋁磚，壓製好的生磚坯在箱形乾燥爐內進行了乾燥和焙燒。火磚、高嶺土磚及高鋁磚的性質如表 1 所示。

表 1. 製造中加入了放射性同位素  $\text{Ca}^{45}$  的耐火磚的性質

| 磚                                |  | 用察索夫-亞爾斯基粘土製造的火磚 | 用基洛夫高嶺土所製造的高嶺土磚 | 高鋁磚                      |
|----------------------------------|--|------------------|-----------------|--------------------------|
| 爐料成分 %                           | 熟料                                     | 75               | 85              | 85                       |
|                                  | 粘土                                     | 25               | 15              | 15                       |
| 化學成分 %                           | $\text{SiO}_2$                         | 58.38            | 53.30           | 20.10                    |
|                                  | $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ | 36.40            | 44.41           | 77.73                    |
|                                  | $\text{Fe}_2\text{O}_3$                | 1.36             | 1.09            | 0.32                     |
|                                  | $\text{CaO}$                           | 0.87             | 0.63            | 0.68                     |
|                                  | $\text{MgO}$                           | 0.66             | 0.11            | 0.42                     |
|                                  | $\text{R}_2\text{O}$                   | 2.25             | 0.61            | 0.61                     |
|                                  | 其他                                     | 0.24             | 0.20            | 0.16                     |
| 磚坯焙燒溫度 $^{\circ}\text{C}$        |  | 1320             | 1450            | 1560                     |
| 耐火度 $^{\circ}\text{C}$           |  | 1720             | 1770            | 1840                     |
| 空隙度 %                            |  | 19.2             | 10.5            | 5.6                      |
| 吸水 %                             |  | 9.80             | 4.40            | 1.84                     |
| 體積重量, 克/厘米 <sup>3</sup>          |  | 1.96             | 2.41            | 3.05                     |
| 抗壓強度極限, 千克/厘米 <sup>2</sup>       |  | 250              | 857             | 1190                     |
| 收縮量 ( $1400^{\circ}\text{C}$ ) % |  | 0.5              | 0.0             | 1550 <sup>°</sup> 時為 0.0 |

盛鋼桶磚在尺寸和形狀方面都是標準的。

在砌盛鋼桶襯磚時：如用火磚，則採用含砂 75% 和粘土 25% 的泥漿，如用高嶺土磚和高鋁磚則採用含沙蘭諾夫斯基鉻礦 90% 和察索夫-亞爾斯基粘土 10% 的含鉻粘土泥漿。

滾珠鋼是在 20 噸鹼性電弧爐中熔煉的。

出鋼前和澆滿盛鋼桶後，用有薄鐵蓋子的樣模取樣，用插入式熱電偶測量盛鋼桶中鋼液的溫度，採用下注法澆注，鋼錠重量為 485 千

克。將鋼錠軋成直徑 70—100 毫米的圓鋼後，在相當於第一盤和第五盤的鋼錠中部取試樣，以測定氧和氮的含量。由盛鋼桶及第一和第五盤鋼錠上所取的試樣，經電解分離和破壞碳化物後，確定夾雜物的總含量。

每種鋼樣的非金屬夾雜物的沉澱是在陽極上溶解四個試樣後收集起來的，試樣事先在油中於 1200°C 下進行淬火處理，其長度為 120 毫米，直徑為 20 毫米，溶解操作不間斷地進行 48—72 小時，電解液的電解操作和電解槽容積的選擇，係根據文獻 [2, 3] 中的介紹適合於滾珠鋼和碳鋼者。將由四個試樣中分解出的沉澱物收集於兩個容量為 800 毫升的玻璃杯中。由於在碳化物破壞前測定沉澱物放射性的嘗試並未得到良好結果，故測定放射性操作是在用硝酸-過錳酸鹽法破壞碳化物後才進行的。

對吸出的溶液蒸發後所得沉澱物所作的放射性測定和在透射顯微鏡下對夾雜物的研究指出：當碳化物破壞後  $\text{Ca}^{45}$  係留存於氧化物中。不論碳化物破壞前或破壞後在顯微鏡下對非金屬夾雜物的仔細研究，都指出有一些組成是含有鈣的。

碳化物破壞前後的主要夾雜物為氧化鋁。氧化鋁夾雜物有以細顆粒的剛玉出現的，有呈粗片狀的，它們與硅酸鹽夾雜聚集在一起。數量較少的夾雜物有：磁鐵礦  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ，純  $\text{SiO}_2$ ，含鐵、鉻雜質的石英玻璃，尖晶石 ( $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ )，含鉻的玻璃及氮化鈦。僅在碳化物破壞前才看到少量的硫化物。

### 耐火材料、非金屬夾雜物及爐渣的放射性的測定

某些研究者<sup>[4]</sup>指出在供給他們的  $\text{Ca}^{45}$  試劑中存在有放射性硫的雜質。為了檢查所用試劑是否純淨，在作試驗和檢查耐火材料內放射性的均勻程度中，曾選出了六個靶樣(Мишень)；將靶樣保存於乾燥器中，並在標準狀態下，定期地用有雲母鏡頭的末端式放射計量器測量了放射性，雲母的直徑為 25 毫米，厚度為 1.3 毫克/厘米<sup>2</sup>。在 1400—2500 伏特之間，放射計量器的讀數不應隨電壓的改變而改變。在不同的月份中外界的放射變化於 26—30 脈衝/分之間。測量放射性的結果如表 2 所示。

靶樣放射性隨時間而變化的情形，以半對數的形式表示於圖 1 中。圖中的直線表示出所用放射性試劑具有很高的“純度”。按公式

$$a = a_0 \times 2^{-\frac{t}{T}}$$



表2. 所用同位素  $\text{Ca}^{45}$  的“純度”鑑定

| 從開始測量算起的時間(日) | 放射性脈衝/分 | 測量誤差±% | $\ln a$ | 放射性脈衝/分 | 測量誤差±% | $\ln a$ | 放射性脈衝/分 | 測量誤差±% | $\ln a$ |
|---------------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|
|               | 靶 樣 1   |        |         | 靶 樣 2   |        |         | 靶 樣 3   |        |         |
| 0             | 2381    | 0.69   | 7.7753  | 1458    | 0.77   | 7.2849  | 1305    | 0.81   | 7.1740  |
| 57            | 1780    | 0.97   | 7.4844  | 1184    | 1.20   | 7.0767  | 1108    | 1.24   | 7.0103  |
| 113           | 1318    | 0.57   | 7.1839  | 867     | 1.09   | 6.7650  | 776     | 1.14   | 6.6542  |
| 126           | 1223    | 0.76   | 7.1091  | 817     | 0.94   | 6.7056  | 738     | 0.99   | 6.6038  |
|               | 靶 樣 4   |        |         | 靶 樣 5   |        |         | 靶 樣 6   |        |         |
| 0             | 287     | 2.06   | 5.6595  | 282     | 1.97   | 5.6419  | 229     | 2.34   | 5.4334  |
| 52            | 258     | 1.50   | 5.5530  | 243     | 1.63   | 5.4931  | 179     | 1.95   | 5.1874  |
| 108           | 188     | 1.45   | 5.2364  | 180     | 1.42   | 5.1930  | 135     | 1.57   | 4.9053  |
| 121           | 171     | 1.55   | 5.1417  | 160     | 1.60   | 5.0752  | 122     | 1.48   | 4.8040  |

計算, 得出靶樣 2 的半衰期等於 152 日——與表中數值極為符合。

在測定耐火材料、非金屬夾雜物及爐渣放射性的過程中, 使用了具有平底有機派熱克斯玻璃小槽, 被測試樣以粉末的狀態撒入小槽內, 並仔細地用硬毛刷子(配合以輕微的敲震)刷平。這樣就可得到厚度足夠均勻和面積恆定的一層試樣,

試樣和鏡頭兩者面積之比為 1:2。粉末的重量可用小槽充填前後的重量差求出。所有測量都是在距雲母鏡頭 12 毫米的情況下進行的, 而且所用小槽未換, 因而就可認為幾何因素是不變的。

由於所採用的放射性測量法為相對的方法, 所用標準取自三種成分的耐火磚, 所以非金屬夾雜物和爐渣的放射性測定結果, 就應與上述標準作比較。

對於每種成分的耐火材料, 在三個試樣上測定了放射性, 此三個試樣取自不同的磚塊和磚塊斷面的不同地方; 同

時測定了試樣重量對比放射性的影響。放射性測量中的統計錯誤不超過  $\pm 2\%$ 。

曾經作了表明比放射性與粉末試樣重量的關係曲線(圖 2—4); 應用這些曲線

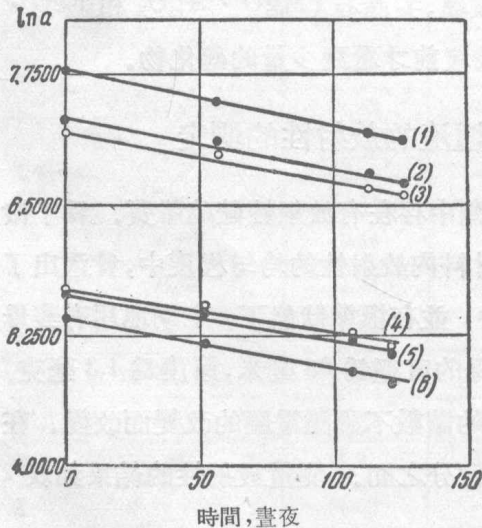


圖 1. 靶樣放射性的對數值與時間的關係

來比較試驗相應成分的耐火磚材料時所取試樣中任何量的夾雜和爐渣的比放射性。圖中各點分散很小的情形,表示放射性同位素的分佈是相當均勻的,在非金屬夾雜物和爐渣的放射性測定中,測量前後對計數器的外界放射都定期地作了測定。除了對外界放射進行校正以外,在測定結果中還對放射衰減情形進行了校正,因為耐火材料的放射性僅在試驗前作了測定。開始記錄時間的一天,即被作為耐火材料的放射性測定日期。粉狀材料內部輻射的自衰現象並未校正,因為非金屬夾雜及爐渣試樣的放射性係與圖上同量的耐火材料的放射性比較的,測定時假設非金

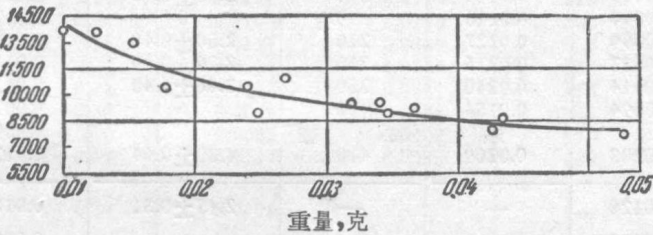


圖 2. 高嶺土磚單位放射性與試樣重量的關係(縱坐標表示  $\alpha$  值,脈衝/分·克)

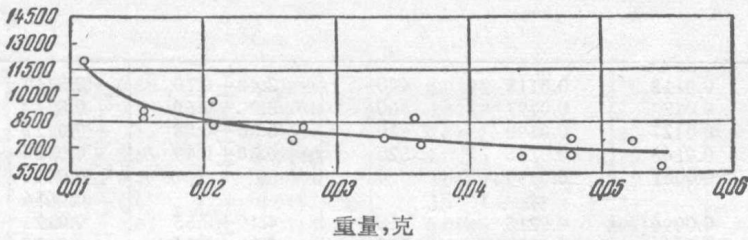


圖 3. 同上圖,試樣為火磚(縱坐標表示  $\alpha$  值,脈衝/分·克)

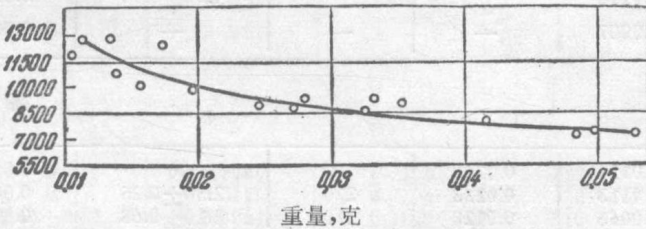


圖 4. 同上圖,試樣為高鋁磚(縱坐標表示  $\alpha$  值,脈衝/分·克)

屬夾雜(或爐渣)的密度與耐火材料的密度相等。對計數器讀數的再現性曾作了定期的檢查,其法是在一個放射性下採取三個相等的時間間隔進行測量。在這種情況下,測量的結果常在統計誤差所允許的精確範圍內變化。

測定夾雜和爐渣放射性的時間照例為 60 分鐘,在個別情況下曾將時間增長到 80 分鐘或更長。

表3. 鋼中氧化物夾雜含量及

| 熔煉№             | 盛鋼桶中的樣品     |             |                         |                   | 第一盤鋼          |             |
|-----------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------------|---------------|-------------|
|                 | 夾雜總含量,<br>% | 沉澱物重量,<br>克 | 沉澱物的比<br>放射性;<br>脈衝/分·克 | 因桶襯而產生的<br>夾雜物, % | 夾雜物總含<br>量, % | 沉澱物重量,<br>克 |
| 高 嶺 土 磚         |             |             |                         |                   |               |             |
| 27702           | 0.0183      | 0.0440      | 300                     | 3.60±0.28         | 0.0095        | 0.0185      |
| 27705           | 0.0095      | 0.0230      | 220                     | 2.10±0.40         | 0.0057        | 0.0207      |
| 27709           | 0.0119      | 0.0140      | 380                     | 2.90±0.46         | 0.0113        | 0.0184      |
| 27715           | 0.0094      | 0.0240      | 0                       | 0                 | 0.0072        | 0.0248      |
| 27717           | 0.0099      | 0.0227      | 270                     | 2.50±0.40         | 0.0157        | 0.0287      |
| 27719           | 0.0083      | 0.0276      | 310                     | 3.20±0.40         | 0.0118        | 0.0210      |
| 27722           | 0.0114      | 0.0240      | 350                     | 3.40±0.40         | 0.0133        | 0.0267      |
| 27724           | 0.0094      | 0.0154      | 0                       | 0                 | 0.0071        | 0.0374      |
| 27726           |             | 未           | 取                       |                   | 0.0099        | 0.0240      |
| 27731           | 0.0203      | 0.0209      | 470                     | 4.30±0.44         | 0.0120        | 0.0261      |
| Σa:n            | 0.0120      | —           | —                       | 2.45±0.31         | 0.0104        | —           |
| ±ρ <sub>A</sub> | 0.0009      | —           | —                       | —                 | 0.0007        | —           |
| 火 磚 盛           |             |             |                         |                   |               |             |
| 27795           | 0.0118      | 0.0118      | 400                     | 3.40±0.70         | 0.0118        | 0.0271      |
| 27797           | 0.0123      | 0.0197      | 800                     | 8.90±0.60         | 0.0140        | 0.0359      |
| 27800           | 0.0127      | 0.0190      | 480                     | 5.30±0.58         | 0.0127        | 0.0290      |
| 27803           | 0.0168      | 0.0246      | 520                     | 6.30±0.49         | 0.0120        | 0.0159      |
| 27807           | 0.0081      | 0.0199      | 0                       | 0                 | 0.0071        | 0.0144      |
| 27813           |             | 未           | 取                       |                   | 0.0086        | 0.0168      |
| 27817           | 0.0096      | 0.0218      | 350                     | 4.10±0.55         | 0.0121        | 0.0200      |
| 27819           | 0.0111      | 0.0209      | 290                     | 3.20±0.54         | 0.0120        | 0.0330      |
| Σa:n            | 0.0118      | —           | —                       | 4.50±0.50         | 0.0113        | —           |
| ±ρ <sub>A</sub> | 0.0007      | —           | —                       | —                 | 0.0005        | —           |
| 高 鋁 磚           |             |             |                         |                   |               |             |
| 27844           | 0.0121      | 0.0268      | 0                       | 0                 | 0.0108        | 0.0268      |
| 27846           | 0.0113      | 0.0283      | 230                     | 2.50±0.35         | 0.0088        | 0.0176      |
| 27850           | 0.0068      | 0.0120      | 270                     | 2.20±0.68         | 0.0098        | 0.0177      |
| 27852           |             | 未           | 取                       |                   | 0.0118        | 0.0243      |
| 27856           | 0.0094      | 0.0138      | 290                     | 2.50±0.63         | 0.0140        | 0.0253      |
| 27860           | 0.0054      | 0.0178      | 310                     | 3.00±0.54         | 0.0051        | 0.0122      |
| 27877           | 0.0125      | 0.0202      | 270                     | 2.80±0.52         | 0.0096        | 0.0198      |
| 27879           | 0.0053      | 0.0189      | 220                     | 2.20±0.54         | 0.0100        | 0.0227      |
| 27883           | 0.0080      | 0.0129      | 260                     | 2.20±0.64         | 0.0114        | 0.0219      |
| 27886           | 0.0111      | 0.0191      | 0                       | 0                 | 0.0087        | 0.0162      |
| Σa:n            | 0.0091      | —           | —                       | 1.93±0.43         | 0.0100        | —           |
| ±ρ <sub>A</sub> | 0.0006      | —           | —                       | —                 | 0.0005        | —           |

## 因盛鋼桶磚襯而形成的夾雜%

| 錠的樣品                    |                   | 第五盤鋼錠的樣品     |          |                         |                   |
|-------------------------|-------------------|--------------|----------|-------------------------|-------------------|
| 沉澱物的比<br>放射性,<br>脈衝/分·克 | 因桶襯而產生<br>的夾雜物, % | 夾雜物總含量,<br>% | 沉澱物重量, 克 | 沉澱物的比<br>放射性,<br>脈衝/分·克 | 因桶襯而產生<br>的夾雜物, % |
| 盛 鋼 桶                   |                   |              |          |                         |                   |
| 360                     | 3.10±0.37         | 0.0060       | 0.0212   | 290                     | 2.70±0.43         |
| 150                     | 1.30±0.40         | 0.0178       | 0.0328   | 620                     | 6.90±0.40         |
| 130                     | 1.10±0.44         | 0.0117       | 0.0200   | 210                     | 1.90±0.40         |
| 140                     | 1.40±0.44         | 0.0100       | 0.0236   | 200                     | 1.90±0.40         |
| 190                     | 2.00±0.35         | 0.0111       | 0.0339   | 0                       | —                 |
| 180                     | 1.70±0.33         | 0.0066       | 0.0144   | 570                     | 4.50±0.54         |
| 320                     | 3.20±0.38         | 0.0135       | 0.0211   | 370                     | 3.40±0.43         |
| 260                     | 3.70±0.38         | 0.0096       | 0.0185   | 320                     | 2.80±0.45         |
| 280                     | 2.80±0.40         | 0.0082       | 0.0200   | 470                     | 4.20±0.45         |
| 230                     | 2.30±0.37         | 0.0117       | 0.0280   | 280                     | 2.90±0.38         |
| —                       | 2.26±0.39         | 0.0106       | —        | —                       | 3.12±0.39         |
| —                       | —                 | 0.0007       | —        | —                       | —                 |

## 鋼 桶

|      |            |        |        |     |           |
|------|------------|--------|--------|-----|-----------|
| 750  | 9.30±0.53  | 0.0113 | 0.0336 | 580 | 7.80±0.45 |
| 390  | 5.30±0.38  | 0.0107 | 0.0247 | 190 | 2.30±0.47 |
| 240  | 3.00±0.43  | 0.0081 | 0.0167 | 330 | 3.50±0.66 |
| 250  | 2.60±0.65  | 0.0140 | 0.0356 | 330 | 4.50±0.38 |
| 320  | 3.10±0.55  | 0.0094 | 0.0198 | 340 | 3.80±0.51 |
| 400  | 4.20±0.65  | 0.0101 | 0.0167 | 530 | 5.60±0.64 |
| 1140 | 12.80±0.63 | 0.0164 | 0.0416 | 202 | 2.90±0.34 |
| 0    | 0          | 0.0140 | 0.0348 | 200 | 2.70±0.43 |
| —    | 5.04±0.48  | 0.0118 | —      | —   | 4.14±0.49 |
| —    | —          | 0.0007 | —      | —   | —         |

## 盛 鋼 桶

|     |           |        |        |     |           |
|-----|-----------|--------|--------|-----|-----------|
| 0   | 0         | 0.0086 | 0.0148 | 280 | 2.50±0.57 |
| 0   | 0         | 0.0117 | 0.0206 | 0   | 0         |
| 270 | 2.60±0.54 | 0.0064 | 0.0103 | 310 | 2.30±0.45 |
| 110 | 1.10±0.42 | 0.0082 | 0.0167 | 170 | 1.60±0.59 |
| 250 | 2.70±0.42 | 0.0100 | 0.0166 | 240 | 2.30±0.67 |
| 380 | 3.10±0.57 | 0.0060 | 0.0148 | 220 | 2.00±0.59 |
| 180 | 1.80±0.43 | 0.0074 | 0.0153 | 120 | 1.10±0.52 |
| 0   | 0         | 0.0073 | 0.0363 | 90  | 1.10±0.34 |
| 200 | 2.10±0.43 | 0.0074 | 0.0124 | 140 | 1.10±0.53 |
| 0   | 0         | 0.0108 | 0.0253 | 260 | 2.80±0.47 |
| —   | 1.34±0.28 | 0.0084 | —      | —   | 1.68±0.47 |
| —   | —         | 0.0004 | —      | —   | —         |

### 滾珠鋼受盛鋼桶磚襯耐火材料沾污的情況

放射性的測定，使我們能夠確定由盛鋼桶磚襯耐火材料帶入鋼液中的非金屬夾雜物的含量。這些夾雜物的量可以用它們在（電解法從鋼中分離後再破壞碳化物所得的）全部非金屬夾雜物總量中所佔的相對值表示。

表 3 列出用高嶺土磚、粘土磚和高鋁磚作桶襯時所測出的結果。從澆注期間所取試樣中分離出沉澱物，測量放射性，得出鋼中夾雜含量如圖 5 所示。

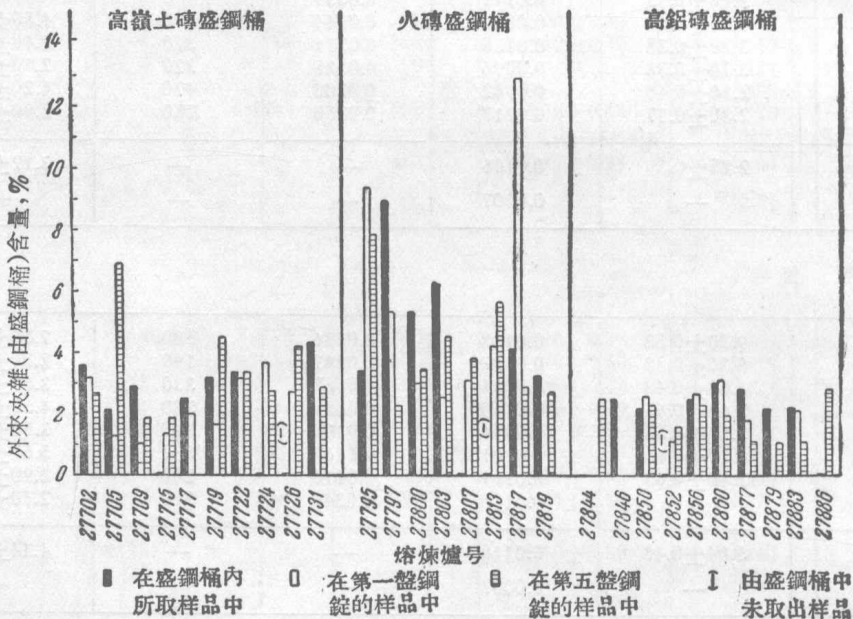


圖 5. 澆注過程中由於高嶺土磚、火磚及高鋁磚桶襯破壞而在滾珠鋼中生成的外來夾雜的百分數

由所得數據可以作出如下結論：

1. 因盛鋼桶磚襯破壞所形成的非金屬夾雜物，對鋼的污損程度相對的說並不嚴重；而且污損程度與桶襯耐火材料有關。
2. 根據非金屬夾雜物對鋼污損的嚴重程度，可將試驗過的耐火材料排列成下列的次序（按污損程度遞減的次序）：火磚、高嶺土磚、高鋁磚。
3. 在澆注過程中，並未發現因桶襯破壞而形成的非金屬夾雜含量有何變化。

### 滾珠鋼受流鋼槽磚襯形成的非金屬夾雜物污損的情況

曾應用上述三種成分的耐火磚來製造流鋼槽的磚襯。對鋼中氧化物夾雜的總含量和出鋼過程中因流鋼槽磚襯破壞而進入鋼中的放射性夾雜百分數也曾加以測定。這些測定的結果如表 4 所示。

根據用電解法分離及隨後破壞碳化物處理所得放射性夾雜含量的數據，可以證明流鋼槽磚襯對滾珠鋼受非金屬夾雜沾污的影響不大。

### 不同成分盛鋼桶磚的抗渣蝕性能

曾經採用了以下的試樣：出鋼前爐中的渣樣、澆注前盛鋼桶中的渣樣及澆注完畢後傾入渣罐中的渣樣。

藉助於測定試樣的放射性，可以確定在出鋼和澆注過程中，盛鋼桶磚襯成分對爐渣成分改變的影響，因而可以比較不同成分磚襯的抗渣蝕性能。表 5 中列舉了爐渣鹼度改變的數據和澆注過程裏渣中耐火材料含量的數據，由於沒有盛鋼桶中爐渣重量的數據，所以在澆注過程中，未找出跑入爐渣中的耐火材料絕對數量。澆注前後跑入爐渣中的耐火材料量的增長情況如圖 6 所示。

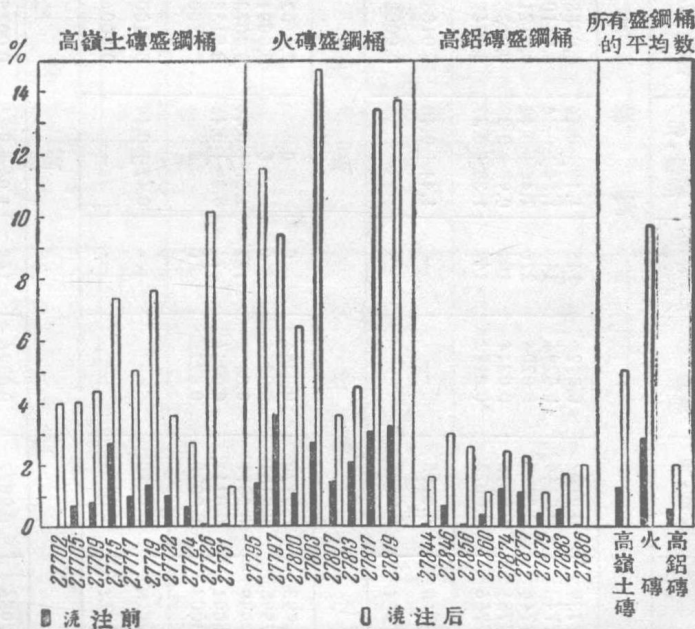


圖 6. 澆注過程中爐渣內桶襯耐火材料含量百分數的改變



表 5. 澆注過程中爐渣碱度和渣中耐火材料含量的改變

| 爐號 №          | 出鋼前的碱度 | 出鋼後爐渣的特性 |             | 澆注後爐渣的特性 |             |
|---------------|--------|----------|-------------|----------|-------------|
|               |        | 碱度       | 渣中耐火材料含量, % | 碱度       | 渣中耐火材料含量, % |
| 高 嶺 土 磚 盛 鋼 桶 |        |          |             |          |             |
| 27702         | 3.06   | 2.59     | 0           | 1.72     | 4.00±0.20   |
| 27705         | 2.24   | 2.43     | 0.70±0.20   | 1.62     | 4.00±0.20   |
| 27709         | 2.61   | 2.32     | 0.80±0.30   | 2.20     | 4.40±0.25   |
| 27715         | 2.78   | 1.94     | 2.70±0.22   | 1.74     | 7.40±0.26   |
| 27717         | 2.48   | 2.19     | 1.00±0.27   | 2.12     | 5.00±0.23   |
| 27719         | 3.92   | 2.79     | 1.30±0.20   | 2.29     | 7.60±0.24   |
| 27722         | 2.28   | 2.23     | 1.00±0.20   | 1.43     | 3.60±0.20   |
| 27724         | 2.60   | 2.13     | 0.60±0.20   | 1.99     | 2.70±0.22   |
| 27726         | 3.68   | 2.86     | 0           | 1.74     | 10.10±0.25  |
| 27731         | 1.96   | 1.82     | 0           | 2.20     | 1.30±0.20   |
| Σa:n          | 2.76   | 2.33     | 0.80±0.16   | 1.90     | 5.00±0.22   |
| 火 磚 盛 鋼 桶     |        |          |             |          |             |
| 27795         | 2.60   | 2.65     | 1.40±0.30   | 2.02     | 11.50±0.30  |
| 27797         | 3.44   | 2.71     | 3.60±0.30   | 2.33     | 9.40±0.27   |
| 27800         | 2.54   | 2.50     | 1.00±0.25   | 2.09     | 6.50±0.27   |
| 27803         | 3.52   | 2.90     | 2.70±0.27   | 1.72     | 14.70±0.34  |
| 27807         | 2.42   | 2.38     | 1.50±0.26   | 2.44     | 3.60±0.25   |
| 27813         | —      | 1.47     | 2.00±0.26   | 1.16     | 4.50±0.30   |
| 27817         | 4.22   | 2.57     | 3.10±0.26   | 1.79     | 13.40±0.30  |
| 27819         | 2.49   | 2.48     | 3.20±0.30   | 2.01     | 13.70±0.37  |
| Σa:n          | 3.04   | 2.46     | 2.30±0.27   | 1.94     | 9.70±0.30   |
| 高 鋁 磚 盛 鋼 桶   |        |          |             |          |             |
| 27844         | 2.27   | 2.88     | 0           | 2.53     | 1.60±0.26   |
| 27846         | 2.46   | 2.56     | 0.60±0.34   | 1.49     | 3.00±0.19   |
| 27856         | 4.16   | 3.36     | 0           | 2.58     | 2.60±0.26   |
| 27860         | 2.21   | 2.83     | 0.40±0.21   | 1.93     | 1.10±0.22   |
| 27874         | 2.89   | 2.70     | 1.20±0.18   | 2.38     | 2.40±0.23   |
| 27877         | 3.32   | 3.12     | 1.10±0.24   | 2.67     | 2.30±0.20   |
| 27879         | 1.90   | 1.87     | 0.40±0.18   | 1.44     | 1.10±0.20   |
| 27883         | 3.85   | 3.26     | 0.50±0.19   | 1.70     | 1.70±0.22   |
| 27886         | 2.91   | 2.89     | 0           | 2.76     | 2.00±0.22   |
| Σa:n          | 2.89   | 2.85     | 0.50±0.15   | 2.17     | 2.00±0.22   |



在採用火磚、高嶺土磚及高鋁磚三種桶襯的情況下，澆注後渣中耐火材料數量的比例為 5.0:2.5:1。這表示火磚的抗渣蝕性能為高鋁磚的五分之一，而為高嶺土的二分之一。

### 滾珠鋼在出鋼和澆注過程中氧和氮含量的變化

為了測定鋼中氧和氮的含量，曾於出鋼前在爐內(用鋁脫氧後)，並在盛鋼桶中及第一盤和第五盤的軋製鋼錠中取樣。

氧含量採用真空熔化法測定(冷凝法)，而氮含量(化合氮)採用氮蒸餾法測定。

由表 6 中可以看出最大的氧含量，出現於那些用火磚盛鋼桶進行澆注的鋼樣中。

表 6. 出鋼和澆注過程中鋼中氧含量的改變

| 爐 號 №         | 樣 品 中 的 氧 含 量, % |             |         |        |        |
|---------------|------------------|-------------|---------|--------|--------|
|               | 取 自 爐 中          | 取 自 盛 鋼 桶 中 | 取 自 軋 件 |        |        |
|               |                  |             | 第一盤的鋼錠  | 第五盤的鋼錠 | 平 均    |
| 高 嶺 土 磚 盛 鋼 桶 |                  |             |         |        |        |
| 27702         | 0.0015           | 0.0015      | 0.0022  | 0.0024 | 0.0023 |
| 27705         | 0.0014           | 0.0018      | 0.0022  | 0.0023 | 0.0023 |
| 27709         | 0.0017           | 0.0024      | 0.0033  | 0.0034 | 0.0033 |
| 27715         | 0.0024           | 0.0023      | 0.0026  | 0.0032 | 0.0029 |
| 27717         | 0.0026           | 0.0029      | 0.0030  | 0.0028 | 0.0029 |
| 27719         | 0.0021           | 0.0026      | 0.0028  | 0.0031 | 0.0030 |
| 27722         | 0.0020           | 0.0032      | 0.0023  | 0.0022 | 0.0022 |
| 27724         | 0.0018           | —           | 0.0028  | 0.0015 | 0.0022 |
| 27726         | 0.0016           | —           | 0.0022  | 0.0018 | 0.0020 |
| 27731         | 0.0018           | 0.0032      | 0.0037  | 0.0024 | 0.0030 |
| $\Sigma a:n$  | 0.0019           | 0.0025      | 0.0027  | 0.0025 | 0.0026 |
| $\pm \rho_A$  | 0.0001           | 0.0001      | 0.0001  | 0.0001 | 0.0001 |
| 火 磚 盛 鋼 桶     |                  |             |         |        |        |
| 27795         | 0.0027           | 0.0032      | 0.0043  | 0.0038 | 0.0040 |
| 27797         | 0.0026           | 0.0034      | 0.0035  | 0.0034 | 0.0035 |
| 27800         | 0.0024           | 0.0037      | 0.0034  | 0.0032 | 0.0033 |
| 27803         | 0.0022           | 0.0026      | 0.0028  | 0.0024 | 0.0026 |
| 27807         | 0.0023           | 0.0030      | 0.0024  | 0.0030 | 0.0027 |
| 27813         | —                | —           | 0.0025  | 0.0026 | 0.0026 |
| 27817         | 0.0027           | 0.0034      | 0.0034  | 0.0037 | 0.0036 |
| 27819         | 0.0028           | 0.0030      | 0.0036  | 0.0035 | 0.0036 |
| $\Sigma a:n$  | 0.0025           | 0.0032      | 0.0032  | 0.0032 | 0.0032 |
| $\pm \rho_A$  | 0.0001           | 0.0001      | 0.0002  | 0.0001 | 0.0001 |