

造纸译丛

第二輯

輕工業部造紙工業管理局編譯室編

輕工業出版社

造 紙 譯 叢

第 二 輯

輕工業部造紙工業管理局編譯室編

內 容 介 紹

本書是選譯蘇聯有關硫酸鹽紙漿和磨木漿生產工藝方面的論文匯集而成的。共有十九篇論文：內有介紹硫酸鹽紙漿高減量蒸煮的兩篇，介紹磨木漿製造工藝的兩篇，研究硫酸鹽紙漿蒸煮時木質素氧化消耗量的兩篇，介紹連續苛化、紙漿快速洗滌、黑液蒸發等新方法的各一篇，介紹酸蒸餾、苛化裝置等製造改造方法的三篇。其餘是介紹有關硫酸鹽紙漿製造過程中生產廢料和廢物利用（如苛化後的石灰回收，廢液中的硫酸鹽皂化物的收集、放氣中松節油和硫醇類的提取）的研究報告。可供制漿造紙工廠和試驗研究機關的工程技術人員、專業院校師生參考。

造 紙 譯 叢

第 二 輯

輕工業部造紙工業管理局編譯室編

*

輕工業出版社出版

（北京西單區皮庫胡同52號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第062號

建築工程出版社印刷廠印刷

新 華 書 店 發 行

*

統一書號：15042 · 紙 28 · (77) · 850×1168 1/32 · 5印張 · 100千字

一九五六年十一月北京第一版

一九五六年十一月北京第一次印刷

印數：2,500

定價：(+)0.87元

目 錄

高碱量蒸煮对硫酸鹽紙漿	
化学性質的影响	Ю. Н. 森伯宁 (5) Л. Н. 薩比茨娜 (5)
高碱量的硫酸鹽蒸煮	Г. Э. 西姆金 (18)
氧对木質素的氧化(一)	В. М. 尼基金 (21) О. Н. 克拉索夫斯卡娅 (21)
" " (二)	В. М. 尼基金 (29)
硫酸鹽紙漿在扩散器中	
的快速洗滌	В. С. 索洛蒙科 (37) А. Д. 波多尔斯基 (37)
黑液的蒸发	苏联“造纸工业”杂志 (44)
近代化連續苛化方法	Ю. Н. 森伯宁 (50)
苛化裝置的改进	Ю. Н. 森伯宁 (60)
硫酸鹽紙漿生產的石灰回收	В. Н. 馬留欽 (75)
在真空濾过器上石灰殘渣	
的兩段洗滌法	Г. Э. 西姆金 (85)
硫酸鹽紙漿蒸煮中的硫化物	Б. Д. 波哥莫洛夫 (98)
苏里仿的制造及其性質	Б. Д. 波哥莫洛夫 (109) А. А. 索科洛娃 (109)
硫酸鹽松节油和苏里仿收集方法	
的改进	Б. Д. 波哥莫洛夫 (120) А. А. 索科洛娃 (120)
硫酸鹽松节油的生产提純	И. И. 葉菲舍夫等 (128)
粗硫酸鹽皂化物的收集和加工	В. Д. 胡多維科夫 (135)
蒸煮化学紙漿的新型蒸鍋	А. П. 比賽洛夫 (143)
用鑄炭鋼制造蒸煮鍋的另件	И. Д. 杜魯巴也夫 (148)
用松木制造磨木漿	А. Д. 沙比羅 (150)
磨木漿的兩段精选	Я. 庫比契克 (158)

高碱量蒸煮对硫酸鹽紙漿化学性質的影响

C. M. 基洛夫林業科學研究院

副教授 Ю. Н. 森伯寧 Л. Н. 薩比茨娜

大家都知道，硫酸鹽法蒸煮理論上所需要有效碱量，等於中和蒸煮時所產生的酸性有机物所需要的碱量。

實際上，蒸煮所用的碱量總是比理論上所需要的碱量為多，而這部分多加的碱，則加快蒸煮過程。

過量的碱有這種加速作用，是由於溶液中有效碱量增加所致：從物理化學中我們知道，任何化學反應的速度都是隨反應試劑濃度的增加而增加的。如果蒸煮鍋中的液體量不變而用碱量增加時，我們不僅在蒸煮初期，而且在整個蒸煮過程中都能保證碱的濃度較高。在制取比較軟的紙漿時，多餘的碱量應該相對地多一些，因為木材被破壞的速度是隨蒸煮時間而減低的^①。例如，根據馬爾金（Мартин）和布列伊（Брей）^②的資料，為了保證蒸煮時間相同，通常用碱量比理論應該多出些：在製造硬漿時是10~12%，在製造中等漿時約為30%，在製造軟漿時是50~60%。

我們曾經指出^③，用大量的過剩碱來加速蒸煮在經濟上是不大合算的；同時還不可避免地要增加新化學藥品（石灰，硫酸鹽）的單位消耗量。而且更主要的是必須大大地增加回收工段的生產能力。

可是，關於高碱量蒸煮對所得紙漿的性質的影響問題，却

① Ю. Н. 森伯寧，“造紙工業”，1948年第3期。

② J. S. Martin and M. W. Bray, "Faber Trade Journal" 第117頁，1943年第12期。

③ 同 ①

使人很感兴趣。要想回答这个问题，必须知道木质素，半纖維和纖維素的破坏速度是怎样随着用碱量的增加而变化的。在有效碱的濃度增加时，如果木质素和多縮戊糖的破坏速度相对地比纖維素破坏速度增加得快一些的话，那就很明显地看出，高碱量蒸煮的结果，将得到硬度相同而質量較純的漿料——多縮戊糖含量低，粘度高， α -纖維素含量高。制得的高級紙漿可以抵償由于碱量增加而引起的經濟上的損失。很可惜，对于这个問題迄今意見还不統一。

大家知道，蒸煮硫酸鹽軟紙漿时，通常用碱量都相当高。这种紙漿除了木质素含量較少，多縮戊糖含量也比較低，但粘度也降低了^④。至于 α -纖維素含量，根据某些文献資料介紹^⑤，当用碱量在15~25% (NaOH对木质素重量) 范围内增加时，木质素和多縮戊糖含量同时减少，而 α -纖維素含量則增加。但是，也有一些相反的報道。例如，埃德林格頓 (Эдлингтон) 和罗斯 (Росс) ^⑥ 研究过用濃度特別高的碱液 (溶液中含 20~40% NaOH) 进行蒸煮。他們指出，这样蒸煮有不利的影響：紙漿粘度低， α -纖維素含量也較少。

在某些历史文献^⑦中指出，有效碱的濃度增加，会使紙漿的撕裂强度和耐破度稍有降低，並使可漂性变坏；于是建議在蒸煮可漂紙漿时使用低濃度药液。这些資料好像是反对提高蒸煮的用碱量。又例如，什瓦尔茨 (Шварц) 和布列伊^⑧直截了当地断定：提高用碱量到30% (NaOH对木材重量) 以上

④ A. Г. 拉烏別，中央造紙科學研究所資料1937年，第25期。

⑤ M. W. Bray, J. S. Martin and S. L. Schwartz "Paper Trade Journal", 第106頁，1937年第24期。

⑥ W. E. Adlington and J. H. Ross, "Pulp and Paper Mag. of Canada" 第32, 1932年，第248頁。

⑦ E. Hagglund och K. Aarsrud, "Svensk Papperstidning" 第36卷，1933年第807頁和 E. I. Wise, "Wood Chemistry", New York 1944年，第716頁。

⑧ S. L. Schwartz and M. W. Bray, "Paper Trade Journal", 第107頁，1938年第12期。

时，就不合理了，因为紙漿的質量就会变坏。

A. Г. 拉烏別 (Jay6e) ① 在我們廠里 研究制造硫酸鹽可漂紙漿最适宜的条件时，得出了另外一些結論。他首先指出，蒸煮硫酸鹽軟漿时，如用碱量低于木材重量的25~27% NaOH 实际上是不合理的，因为需要非常長的时间。按照 A. Г. 拉烏別的资料， α -纖維素的含量並不决定于用碱量的多少；随着漿的硬度的改变，它差不多不起变化。相反的，漿的粘度和多縮戊糖的含量既随着漿的硬度的減少而下降，也随着蒸煮用碱量的增加而下降。要想得到高錳酸鹽硬度值約为50、多縮戊糖含量低(4~4.5%)的軟漿，A. Г. 拉烏別建議用极其高的有效碱量——对木材重量38~40%左右的 NaOH——來进行蒸煮。他把这个規程在工廠的条件下順利的运用了。但是，所得到的紙漿，粘度却相当低(按銅鈹液法測得粘度在 25 毫泊以下)，而且在單級次氯酸鹽漂白以后，漿的 α -纖維素含量也显著降低。

这样就出現了一个問題：如果在增加用碱量的同时又降低蒸煮温度，能不能得到更好的結果呢？如同过量碱一样，温度也是加速反应速度的因素，而且对木材木質素的破坏反应速率和碳水化合物破坏反应速度的影响很可能是不同的。誠然，根据某些著作說明②，蒸煮最終温度在160°~180°C 內变动，是不会影响紙漿的質量(机械强度)的；但是工廠在实际生產中多半奉行另一种意見：在制造重要品种的紙漿时，一般都降低最終温度或縮短最終保温时间。A. Г. 拉烏別在 前述的著作中③指出，蒸煮的最終温度降低到 170°C，而不是降低到 175°C 时，大概能使 α -纖維素含量提高。Ю. А. 捷尼索

① 同 ①

② J. S. Martin, M. W. Bray and C. E. Curran, "Paper Trade Journal", 第97卷, 1933年第20期。

③ 同 ③

夫 (Денисов) ⑥ 在研究生產電纜紙用漿的蒸煮規程時，認為增加有效碱用量，同時稍微降低蒸煮的最終溫度(降低 2°C)，並縮短最終保溫時間，這樣做是合理的。

麥列爾 (Меллер) ⑦ 用高碱量在溫度不很高時 ($145^{\circ}\sim 162^{\circ}\text{C}$) 進行的單級和兩級的實驗室蒸煮工作特別令人感覺興趣。這些實驗所用的木材原料，是澳大利亞幼松樹 (12~15年)，木材中木質素含量比較少 (20.9%)。用碱量為木材重量的40~60% NaOH的單級蒸煮可以得到含多縮戊糖為4~5%的紙漿。漿的粘度雖然多半是不高的，但可以發現粘度隨着用碱量的增加和蒸煮溫度的降低而有一定的增高趨勢。兩級蒸煮的採用使多縮戊糖的含量更加降低 (達3~4%)，而粘度下降却相當少。採用中間洗滌以除去紙漿黑液的兩級蒸煮，在除去多縮戊糖方面得到了最好的效果 (2~3%)。但是，這樣的蒸煮使紙漿的粘度降低得最厲害。

在有幾次試驗中 α -纖維素含量達到93~94%。

雖然麥列爾的試驗工作需要繼續補充研究，以便使它更加明確，但是在目前已經有了它的實際意義，因為它提出了在一個蒸煮鍋中有可能使蒸煮過程和精制過程聯合起來的途徑。大家知道，硫酸鹽漿是不宜於熱法精制的。H. A. 羅普貝爾格 (Розенбергер) ⑧ 解釋硫酸鹽漿的這種性質，是由于存在着大量的難以水解的多縮戊糖所致。要是在蒸煮過程中就已經除去了大部分多縮戊糖，那末就會給生產精制硫酸鹽紙漿創造了很大的可能性。

為了詳細地說明單級和兩級高碱量蒸煮對所得紙漿化學性質的影響的特點，我們在林業科學研究院制漿造紙教研室的實驗室里進行了小型試驗，茲將試驗結果敘述如后：

⑥ Ю. А. 捷尼索夫，中央造紙科學研究所資料，1935年，第17期。

⑦ A. Meiler, "Paper Trade Journal", 第113卷，1946年第26期。

⑧ H. A. 羅普貝爾格爾，中央造紙科學研究所資料，1940年第20~30期。

單級蒸煮 實驗室蒸煮用的木片，是由直徑為 220 毫米、樹齡為 107 年的松樹木材制成的。木片由人工制备，其規格為 $20 \times 25 \times 3$ 毫米。在使用之前，並于空氣中風干到約含水分在 10% 以下。由化學分析得知，木材中的樹脂和油脂含量（乙醚抽出物）為 3.19%，灰分為 0.34%，多縮戊糖為 14.6%，木質素（對脫脂木材）為 25.9%。

蒸煮試驗是以四個 1 升的在油浴中加熱的一組壓力罐進行的。在每一個壓力罐中裝入 120 克木片（以絕干重量計），和注入 600 毫升藥液。藥液由工業用試劑（ $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$ ）配成；在使用之前先進行過濾。制成的藥液硫化度為 25.5~26%。加入的有效碱量（ $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$ ）（絕干木材重量計算）依次為 30、40、50 和 100% NaOH 。

在最終溫度為 150°C 和 160°C 時進行了兩組蒸煮；這兩組的升溫都是 2 小時，最終溫度的保溫也是 2 小時。在蒸煮完了之後，從油浴中取出壓力罐，用一股流速很急的冷水使它們冷卻，然後打開。黑液用瓷漏斗濾去。紙漿經洗滌和篩選後進行檢驗：測定高錳酸鹽硬度，銅鉍液粘度（標準法），木質素含量（用 72% 的硫酸），多縮戊糖含量（方法是用 12% 的鹽酸蒸餾出糠醛，然後用間苯三酚加以沉澱）以及 α -纖維素含量。

單級蒸煮的結果列于表 1。在圖 1 和圖 2 以圖解方式表示出紙漿的收穫率和化學性質與蒸煮用碱量的關係。

從表 1 和圖 1、2 可以看出：增加蒸煮用碱量就會大大地加速了蒸煮過程，而減少了收穫率，降低了硬度和漿中的木質素含量。同時，隨著蒸解度的加深，紙漿中多縮戊糖的含量和粘度降低。所有這一切都說明了，當用碱量增加時，不僅木質素的破壞過程加快了，而且半纖維素和纖維素本身的破壞過程也加快了。

表 1

蒸 煮 編 號	有效鹼用量 %NaOH (對絕干木 材重量)	蒸液濃度 %NaOH (對絕干木 材重量)	纖維素的 收率率 對木材重 量的%	化 學 性 質				
				高錳酸 鹽度	木質素 %	多縮戊糖 %	α -纖維素 %	纖維粘度 (毫泊)
最 終 溫 度 為 150°C 的 蒸 煮								
1	30	26.0	49.7	117	11.3	10.0	63.1	1182
2	40	26.0	42.4	139	6.9	9.7	89.1	940
3	50	26.0	41.1	133	4.9	6.7	92.2	602
4	100	26.0	38.6	109	3.2	4.0	86.9	137
最 終 溫 度 為 160°C 的 蒸 煮								
5	30	25.5	42.8	117	3.3	5.5	74.8	679
6	40	25.5	41.8	86	2.9	5.4	80.6	336
7	50	25.5	37.8	83	2.2	4.8	92.1	324
8	100	25.5	25.7	74	1.3	4.6	84.1	37

附注：1. 第一號蒸煮的未蒸解分為2.5%，其他的各蒸煮號都沒有未蒸解分。

2. 在所有的情况下，總的蒸煮時間都是4小時。

当用碱量为 100% 时 (4、8 号蒸煮) 紙漿的粘度降落得特別快。在这方面，7 号和 8 号蒸煮 (160°C) 的对比是最有代表性的：用碱量从 50% 增加为 100% 时，引起多縮戊糖含量的降低只不过是 0.2%，而此时漿的粘度却减少了九分之八。当用碱量由 40% 轉为 50% NaOH 时 (6、7 号蒸煮)，多縮戊糖的含量降低了 0.6%，而紙漿的粘度几乎未变。显然，对每种蒸煮条件來說，都存在一种极限用碱量，当超过此极限时，纖維素被破坏的程度就开始超过半纖維素被破坏的程度。 α -纖維素含量的变化曲線 (图 1 和图 2) 也証明这样的推测是正确的。在兩組蒸煮試驗中 (150°C 和 160°C)，发现了 α -纖維素含量固定的最大值 (約 92%)，相当于用碱量 50% NaOH。当用碱量增加为 100% NaOH 时， α -纖維素含量在两种情况下都剧烈地下降。大概在纖維素完全与易水解的半纖維素分离以前，用碱量的增加使半纖維 (多縮戊糖) 受破坏的速度大于纖維素本身受破坏的速度，当存在于纖維素小纖維内部的难以水解的多

縮戊糖开始除去的时候，用碱量的增加主要是加速纖維素的破坏。因此，对每一种蒸煮条件（温度及时间）来说，显然都有它「最适宜的」用碱量，并且它是随温度的降低而提高的。要为各种蒸煮条件确定一个最适宜的用碱量，应该是专门研究工作的对象。

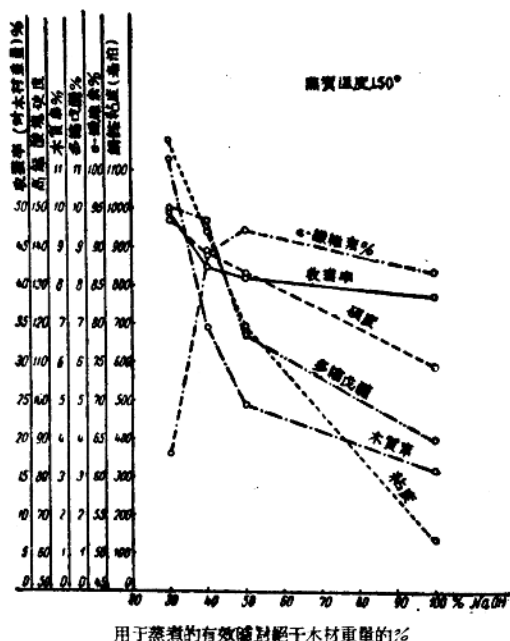


圖 1 紙漿收獲率和化学性質与蒸煮用碱量的关係

單級蒸煮中 4 号和 5 号得到了木質素含量相同的紙漿，通过这两号蒸煮的比較，关于在同时降低最终温度（从160°降至150° C）的情况下增加用碱量（从30增到100% NaOH）所起的影响可以作出一个总的結論，可以看見多縮戊糖含量減少，α—纖維素含量提高以及漿的粘度降低。这样，在温度較低

时，用較高的碱量进行蒸煮，預計应该得到 α -纖維素含量高，多縮戊糖含量低，但粘度比較低的紙漿。这是單級蒸煮試驗的最重要的結論。

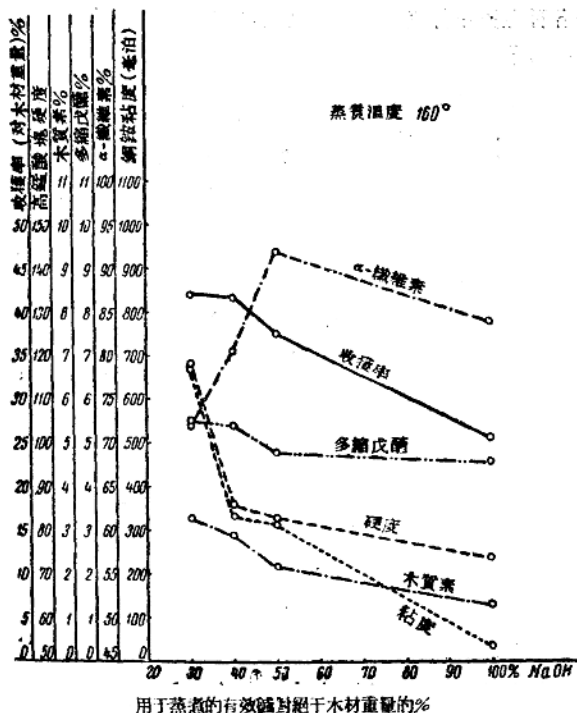


圖 2 紙漿的收獲率和化学性質与蒸煮用碱量的关系

兩級蒸煮 为了研究改进紙漿的各种指标的可能性，进行了兩級蒸煮。

第一級蒸煮的有效碱用量是絕干木材重量的50% NaOH。这个数字与單級蒸煮时得到最高 α -纖維素含量的“最适宜的”用碱量相接近。第一級蒸煮是在兩升的电热压力罐中进行的。

在压力罐中裝入 300 克木片（以絕干重量計算）和 1,500 毫升藥液。蒸煮規程与單級蒸煮相同：升温——2 小时，最終温度的保温——2 小时。最終温度有一种情况是 150°C，另一种情况是 160°C。蒸煮完毕后，从压力罐中取出 1,100 毫升藥液。把压力罐打开后，藥料随同留下的藥液一起卸出；称量后把它分成四等分。其中有兩分拿去洗滌，再由其中取出若干做試样測定其水分，以確定第一級蒸煮后藥料的总得率。最后，把所有的四分試样（兩分未洗过和兩分洗过的）分別裝入 1 升的压力罐中，按照与第一級蒸煮相同的曲線和相同的温度进行第二級蒸煮。其中兩分試样（一为洗过的，另一为未洗过的）的有效碱用量为对絕干纖維重量 40% 的 NaOH，另兩分試样的用碱量为 50% NaOH。未洗过的藥料試样黑液中所殘留的有效碱量这里不計算在內。在四个压力罐中，液体总体积对絕干纖維重量之比（液比）都是 8：1。因此，第二級蒸煮的液比是高于第一級的（5：1）。蒸煮液中碱的濃度也相应地低了一些。藥液的硫化度如同第一級蒸煮一样，仍然是 25%。第二級蒸煮完毕后，紙漿从各压力罐中卸出，然后再洗滌、篩选，並进行分析。

兩級蒸煮的結果列于表 2。紙漿在第一級蒸煮后，化学性質（实际上未測定）假設和用碱量为 50% NaOH 的單級蒸煮的数据（見表 1）相同，这些数据也列入此表中（在括弧里）。

表 2

蒸 煮 編 號	蒸 煮 級 數	兩 級 中 間 洗 滌	有 效 碱 用 量 % (對 絕 干 纖維 重 量)	蒸 煮 液 的 硫 化 度 %	蒸 煮 後 紙 材 收 率 %	紙漿的化學性質				
						高 硬 酸 鹽 度	木 質 素 %	多 戊 糖 %	α-纖維 素%	銅 銹 粘 度 (毫泊)
最終溫度 150°C 的蒸煮										
9	第一級	—	50	25.2	46.1	(133)	(4.9)	(6.7)	(92.2)	(693)
10			40	25.2	38.4	88	2.62	5.4	94.1	304
11	第二級	洗滌 同上	50	25.2	38.0	87	2.42	5.6	94.0	251
12			40	25.2	36.1	86	2.35	6.4	96.5	229
13			50	25.2	34.6	82	2.31	5.7	95.8	167

續表 2

蒸 煮 編 號	蒸 煮 級 數	兩級中間洗滌	有效鹼用 量 NaOH % (對絕 干纖維重 量)	蒸 煮 液 的 碱 化 度 %	蒸 煮 後 紙 材 的 收 率 %	紙漿的化學性質				
						高硬 酸 度	木 質 素 %	多 縮 戊 糖 %	α -纖維 素 %	纖維粘 度 (毫泊)
最終溫度 160°C 的蒸 煮										
14	第一級	—	50	25.1	38.2	(83)	(2.2)	(4.8)	(92.1)	(324)
15		洗滌	40	25.1	36.4	65	1.44	4.2	91.7	132
16	第二級	同上	50	25.1	35.1	55	1.36	3.1	92.9	127
17		未洗	40	25.1	34.6	61	1.36	4.15	88.8	—
18		同上	50	25.1	31.0	57	1.24	3.8	89.7	—

附注：每號蒸煮時間都是 4 小時，沒有未蒸解分。

表 3

蒸 煮 編 號	蒸 煮 級 數	兩級之間 的洗滌	有效鹼用 量 NaOH % (對絕 干纖維重 量)	蒸 煮 液 的 碱 化 度 %	蒸 煮 後 紙 材 的 收 率 %	紙漿化學性質				
						高硬 酸 度	木 質 素 %	多 縮 戊 糖 %	α -纖維 素 %	纖維粘 度 (毫泊)
21	第一級	—	50	70.0	38.4	—	—	—	—	—
22		中間洗滌	40	25.2	31.8	48	1.74	5.8	92.5	551
23	第二級	同上	50	25.2	31.7	46	1.61	4.2	91.6	144
24		未洗	40	25.2	36.6	52	2.01	5.8	90.8	159
25		同上	50	25.2	35.4	49	1.70	4.8	89.3	112

附注：每號蒸煮時間都是 4 小時，沒有未蒸解分。

研究在 150°C 進行兩級蒸煮的結果，可以發現第二級蒸煮使漿的硬度和木質素含量降低得相當多（大約降低 1/2），同時顯著地增加了 α -纖維素含量。但是，與此同時，漿的粘度大大地降低了（約一半以上），而多縮戊糖的含量相反地却減少得不够（只減少到 5~6% 以下）。在兩級之間未經中間洗滌的 12 號和 13 號蒸煮的漿得到了最高的 α -纖維素含量。但是，這兩號蒸煮所得到的紙漿，其粘度降低得比較顯著（特別是 13 號蒸煮），紙漿的收率也低於進行過中間洗滌的 10 號和 11 號蒸煮。同時，在用碱量為 40 和 50% NaOH 的第二級蒸煮，結果兩者之間沒有發現

重大的差別。這可能是在這種蒸煮條件下，第二級的用鹼量應該比40% (NaOH對纖維重量) 少一些就已夠了。

160°C 的兩級蒸煮所得的紙漿硬度，自然要比150°C 的低，木質素含量和多縮戊醣含量也較低；而同時，粘度和 α -纖維素含量也較低。15、17和18號蒸煮在第二級蒸煮之後， α -纖維素含量甚至還低於第一級之後的含量。因此，在這種情況下，所採用的第二級蒸煮規程，顯然是不適合於製造 α -纖維素含量高的精制化學漿的。中間洗滌（15號和16號蒸煮）在某種程度上能幫助獲得比較高的 α -纖維素含量。這一點與（150°C）的兩級蒸煮相反；在那種情況下中間洗滌導致 α -纖維素含量的降低。在第二級蒸煮時，用鹼量從40%提高到50% NaOH，使紙漿的收穫率、硬度、以及多縮戊醣含量（尤其是16號蒸煮）都有所降低，而粘度和 α -纖維素含量卻沒有多大變化。

由於進行實驗的次數少，所以暫時還很難指出導致兩級蒸煮所得紙漿在化學性質間的差別的原因和因素。只能指出一點，12和13號蒸煮在提高 α -纖維素的含量方面效果最好（達到了96%），16號蒸煮在降低多縮戊醣含量方面效果最好（3%以下）。為了找出最適宜的蒸煮條件（溫度、蒸煮過程的時間和用鹼量等），還須要进行巨大的工作。

為了檢驗得到含 α -纖維素高的紙漿的兩級蒸煮其結果復得的可能性，我們曾在溫度150°C時按照9~13號蒸煮條件（見表2），即分兩級，不用中間洗滌，用鹼量50% NaOH，在兩升的壓力罐中進行了19~20號兩級蒸煮。試驗結果，紙漿收穫率是36.4%，高錳酸鹽硬度是85，粘度是204毫泊，木質素含量是2.25%，多縮戊醣含量是5.4%， α -纖維素含量為94.3%。很明顯， α -纖維素含量是略低於13號蒸煮的（見表2）。

19~20號蒸煮所得到的紙漿，用為纖維重量的6.9%的氯，在35°C時進行了三小時的次氯酸鹽漂白（一直到氯全部耗完為止）。漂白後的紙漿，含 α -纖維素87.8%，含多縮戊

醣 5.3%，粘度75毫泊。可見，在漂白过程中，粘度和 α -纖維素含量是显著地下降了，而多縮戊醣的含量仍然不变。因此，單級次氯酸鹽漂白在这里如同对普通的硫酸鹽漿一样，实际上是不能用的；必須在氯-碱漂白法中去寻找解决問題的办法。必須指出，我們用高碱量蒸煮——不管是兩級还是單級蒸煮——所得到的紙漿，顏色与普通硫酸鹽紙漿的顏色大不相同。这种紙漿的顏色不是褐色，而是灰色，很象精制过的未漂硫酸鹽紙漿的顏色。这样的精制紙漿，不要漂白就可适用生產許多种產品了。

最后，在兩級蒸煮时，还作过第一級采用高硫化度药液的蒸煮試驗。大家知道，提高硫化度能促使提高漿的收获率和机械性能，而且可以預料，紙漿的化学性質会有某些改善。兩級都是在最終温度为160°C时进行的。第一級蒸煮是在兩升的压力罐中按照14号的蒸煮規程（見表2）进行的，所不同的只是蒸煮液硫化度是70%而不是25%。第二級蒸煮在一升大的压力罐中按照15~18号蒸煮規程，用通常硫化度（25%）的药液进行。

第一級用高硫化度药液进行的兩級蒸煮的結果列于表3。

在將表3中的22~25号蒸煮結果与表2中的15~18号蒸煮結果作比較时，首先必須指出，高錳酸鹽值比較低，而木質素含量却比較高。这說明在第一級使用高硫化度药液蒸煮时，殘余的木質素是比較容易受氧化的。采用中間洗滌的蒸煮（22和23号）得到的紙漿收获率，低于以普通硫化度的药液进行相当的蒸煮（15和16号）所获得的結果。反之，不用中間洗滌的蒸煮（24和25号），即当一部分含高硫化度的黑液留在漿料中而轉入第二級蒸煮时，紙漿的收获率高于兩級都用普通硫化度的药液进行类似的蒸煮的收获率（17和18号）。22~25号蒸煮的多縮戊醣含量显著地高于15~18号蒸煮；粘度是高些，但 α -纖維素含量实际上是一样的。

总的說來，第一級使用高硫化度的兩級蒸煮沒有得到預期