

内河船舶蒸汽动力装置的 碱质再生软水器

И.Ф.夏伯金 М.П.維謝洛夫 著

刘維倩 译

人民交通出版社

这本小册子叙述爐外碱質再生軟水法的原理、低压鍋爐碱質再生軟水设备的构造和蒸汽动力装置中所采用的河运部中央設計院設計的碱質再生軟水器的结构。

这本小册子的讀者对象是各航运部門的广大工程技術人員和設計部門的工作人員。

內河船舶蒸汽动力装置的碱質再生軟水器

И. Ф. ШАПКИН и М. И. ВЕСЕЛОВ

СОДОРЕГЕНЕРАТИВНЫЕ
ВОДОУМЯГЧИТЕЛИ
ДЛЯ РЕЧНЫХ ПАРОСИЛОВЫХ
УСТАНОВОК

ИЗДАТЕЛЬСТВО «РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ»
Москва — 1952

本書根据苏联河运出版社莫斯科 1957 年俄文版本譯出

刘 雄 倩 譯

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版业营业許可証出字第〇〇六号

新 华 書 店 发 行

人 民 交 通 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

1959年7月北京第一版 1959年7月北京第一次印刷

开本: 850×1168₃₂ 印張: 1¹/₂ 張

全書: 35,000字 印數: 1—600 册

統一書号: 15044·6156

定价 (9): 0.24元

目 录

緒 言.....	2
碱質再生軟水設備的作用性質和原理.....	5
碱質再生軟水器使用簡述.....	12
中央設計院試驗碱質再生軟水器的結果.....	16
船上采用中央設計院設計的碱質再生軟水器的經驗.....	23
鈉离子交換和碱質再生軟水器的适用范圍.....	37
鍋爐污水再生量的計算.....	41
蒸汽鍋爐中裝置碱質再生軟水器及其使用中的 一些注意事項.....	44

緒 言

在內河船舶的蒸汽动力装置中，水管鍋爐和火管鍋爐一样，也得到广泛的采用。如果說，在火管鍋爐中采用爐內水处理的方法防止結垢，一般多得到良好效果，則在水管鍋爐中进行爐內水处理并非經常能够得到预期的效果。

在水管鍋爐內部进行水处理的重大困难，是不論任何時間，在鍋爐內部維持一均匀的碱度，和保証泥污能可靠地自鍋爐中排出。

如所周知，水管鍋爐的特性是水比容小，也就是鍋爐每一平方公尺受热面积上的水量（公升数）很少。

經証明，鍋爐的水比容越小，則鍋爐越不适宜进行爐內水处理。

因为水管鍋爐的水比容小，在其中进行爐內水处理时，必須不断地向鍋爐中加入碱性化学藥品，其数量等于消耗量；同时，經過一短時間后，还須化驗鍋爐水的質量。否則，不是由于碱性化学藥品被蒸汽帶走和随污水排入洩水管中（当上述化学藥品在鍋爐水中的浓度大为增加时，就会发生这种現象）而浪費藥品，就是降低爐內水处理在防止結垢方面的效果（当鍋爐水中碱性藥品的浓度过分降低时就会发生这种現象）。

进行爐內水处理时，为进行分析而取出鍋爐水水样的最长容許時間間隔 τ ，可由下式求得：

$$\tau = \frac{M_{\text{max}} - M_{\text{min}}}{[X_{\text{HK}} + \varphi(X_{\text{HK}} + M_{\text{K.B}}) + M_{\text{П}}]} \cdot \frac{w}{k} \text{ 小时}$$

式中：

M_{max} ， M_{min} 和 $M_{\text{K.B}}$ ——按次分別为鍋爐水的最大和最小容許总碱度和平均总碱度，毫克·当

量/公升;

M_n ——鍋爐飽和蒸汽的總碱度, 毫克-當量/公升;

M_{ak} ——給水的非碳酸鹽(永久)硬度, 毫克-當量/公升^①;

φ ——鍋爐污水排入洩水管的排污度, 以小数計算;

w ——鍋爐的水比容, 公升/公尺³;

k ——鍋爐受熱面的平均單位蒸發量, 公斤/公尺²·小時。

由前式可見, 水比容越小和受熱面的單位蒸發量越大, 則用前式求得的時間間隔 τ 也越短。

即使能維持一均勻的碱度, 水管鍋爐用爐內水處理的方法來保證不生水垢, 也要比火管鍋爐困難得多。

鍋爐的水比容越小, 則進行爐內水處理時, 過飽和溶液和鍋爐受熱面的接觸可能性也越大, 產生水垢的可能性也越大。水管鍋爐進行爐內水處理時, 小口徑的沸騰管內特別易生水垢。

水管鍋爐在工作時, 較難保證泥污不斷地和可靠地排出。在這種鍋爐中, 鍋爐水的強烈循環, 阻止泥污在汽鼓水空間的下部集中, 即使這種鍋爐的下水鼓也不是聚集泥污的適宜地方, 因為它們常被循環的強烈水流穿過。因此, 在水管鍋爐中, 為了得到應有的效果, 排污時勢必要排出大量泥污含量不高的鍋爐水。綜上所述, 在內河船舶蒸汽動力裝置中所用的鍋爐中, 最不適宜進行爐內水處理的就是水管鍋爐。

在內河船舶的水管鍋爐中, 防止水垢的最合理方法, 是採用爐外軟水器。考慮到內河船舶蒸汽動力裝置的特點, 這種軟水器必須輕而緊湊, 便於在自己車間內製造, 維護和管理簡單。

① 現在已把測量水的硬度和碱度的新單位定為標準單位(ГОСТ 6035-51), 測量水的高硬度時, 用每公升毫克當量(毫克-當量/公升), 測量低硬度時——每公升微克當量(微克-當量/公升); 1 毫克-當量/公升 = 1000 微克-當量/公升 = 2.8 度。

但在內河船舶上采用爐外水處理的方法，並不意味着以後完全廢止爐內水處理法，它仍在繼續改進中。特別應該指出的是，進行爐內水處理時，鍋爐中加入鹼質使水部分軟化這一方法的優點。

內河船舶蒸汽動力裝置爐外軟水法中最有希望的一個，就是鹼質再生軟水法。下面將要說明，當處理非碳酸鹽（永久）硬度較低的河水時，最適宜採用這種方法，因為在這種情況下，鹼性化學藥品的消耗量較少。必須指出，我國大部分河水的非碳酸鹽硬度較低。

鹼質再生軟水器具具有下列優點：

1) 它能保證船舶蒸汽動力裝置的水管鍋爐在工作中不結水垢和積聚泥污。

2) 鹼質再生軟水法中用的鹼性藥品和爐內水處理時一樣，僅消耗於沉淀非碳酸鹽硬度鹽類，補充被蒸汽帶走和隨污水排入洩水管的鹼質。

3) 軟化水^①不須預先（進軟水器前）濾清，這可大大簡化供水設備。

4) 如在鹼質再生軟水器中備有隔板預熱器，則在高度軟化的同時，還能對這種鍋爐保證處理水有足夠好的除氣作用。

5) 在這種軟水器中，通過使大部分污水回入軟水器的方法，可以達到鹼性化學藥品的經濟消耗和鍋爐鹼性污水的經濟利用。

6) 由於軟水器的外形緊湊和在大气壓力下工作，製造時消耗的金屬極少，又因其構造簡單，故能在航運局自己的機械車間和修理車間中製造。

7) 這種軟水器在軟水時，可用植物灰的水浸液代替工業製造的鹼性藥品。

8) 這種型式的軟水器極便於根據軟水^①的鹼度檢查工作。

鹼質再生軟水設備還有下列缺點：它雖可降低鍋爐水的鹼度，但不能解決降低其中鹽類含量的問題；因此，如用礦物質含

^① 軟化水是須經軟化的水，軟水是已經軟化的水，為譯名簡便計，下文同此——譯注。

量很多的河水作为水源，在一般情况下，鍋爐除再生排污外，还須向洩水管中^①排污。

应当順便提及，內河船舶水管鍋爐中广泛采用的鈉离子交換軟水器。在某些方面，要比碱質再生軟水器差些，特別是鈉离子交換過濾器須預先把水引至特殊裝置（机械過濾器）濾清。此外，經鈉离子交換后的水（和冷凝水一起）最好經過除气或除氧。鈉离子交換法的最大缺点是：軟化具有高碳酸盐硬度的水时，鍋爐因碱度过高而必須排出大量污水。

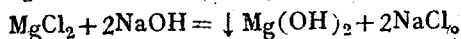
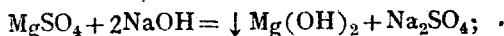
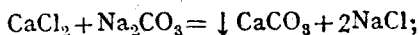
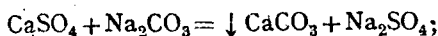
目前，由于內河船舶蒸汽动力装置工作参数的提高，必須設計一种合理的、其中装有給水除气或除氧和鍋爐水磷酸盐化的爐外軟水設備的蒸汽动力装置。

碱質再生軟水設備的作用性質和原理

如所周知，在碱性化学藥品量比理論需要量更多的条件下进行水处理时，在按沉淀硬度盐类法工作的装置中才能得到最好的軟水效果。这种情况促使装有軟水器的鍋爐中积聚碱質；因此，鍋爐就必須排污入洩水管，借以降低其中的碱質浓度。由于碱性藥品随污水一起排出，藥品的浪費是避免不了的。

如上所述，在碱質再生軟水系統中，碱性污水回入軟水器，就成为該系統的一个必要属性了。

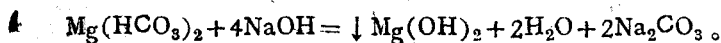
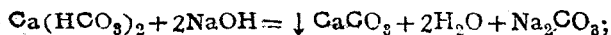
非碳酸盐硬度盐类在碱質再生軟水器中的沉淀和普通的一样，即碳酸鈣和氯化鈣用碳酸鈉（碱）沉淀析出，而硫酸鎂和氯化鎂則用苛性鈉。这些反应可用分子式表示如下：



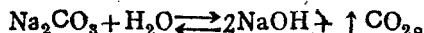
符号 $\downarrow$ ，表示它后面的化合物从溶液中沉淀析出。

^① 但必須注意到，碱質再生軟水器能降低鍋爐水的相对碱度，因此，就能防止苛性脆化过程的进行。

軟化水的碳酸盐硬度，在碱質再生軟水器中按照下列反应式沉淀：



在碳酸盐硬度盐类的沉淀过程中所产生的碱灰 Na_2CO_3 ，一部分在軟水器中用于沉淀組成非碳酸盐硬度盐类的硫酸鈣和氯化鈣，其余則随軟水进入鍋爐。碱在鍋爐中經水解后（图 1）就变为苛性鈉。这一反应可以分子式表示如下：



符号 $\uparrow$ 表示它后面的化合物成为气体化合物而从水中析出。例如，鍋爐中的工作压力为 10 表大气压时，40% 的碱因水解而轉变为苛性鈉（看图 1）。

苛性鈉和碱同污水一起回入軟水器后，即用于沉淀硬度盐类。因此，在具有碱質再生軟水器的装置中，蒸汽鍋爐好象一个用碱制造苛性鈉的工具。上述反应証明，在軟水器中由軟

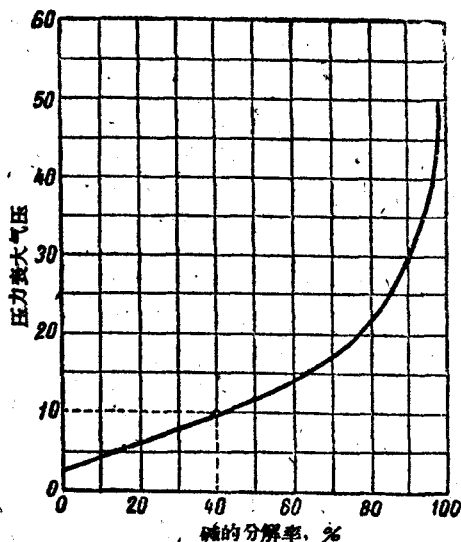


图 1 蒸汽压力与碱灰分解的关系

化过程中所形成的碱中用于沉淀碳酸盐硬度盐类的苛性鈉，又在鍋爐中得到回收。因此，采用碱質再生軟水法时，如上所述，碱性化学藥品仅消耗于沉淀非碳酸盐硬度盐类，补偿被蒸汽帶走的碱質和从鍋爐、軟水器中排入洩水管中的污水的碱質。

碱性藥品可直接加入碱質再生軟水器，也可用部分水經過鈉离子交换的方法加入，后面一个加碱性藥品的方法是由全苏酒精

工业科学研究所提出的。

图2所示为碱性化学药品直接加入软水器的碱质再生软水设备的原理图。图3所示为同样的原理图，惟碱性药品加入软水器时，部分水经过钠离子交换。

上述图上采用下列代号： D ——一台或数台锅炉的蒸发量，吨/小时； φ_K ——锅炉污水排入洩水管的排污度，以小数计算；

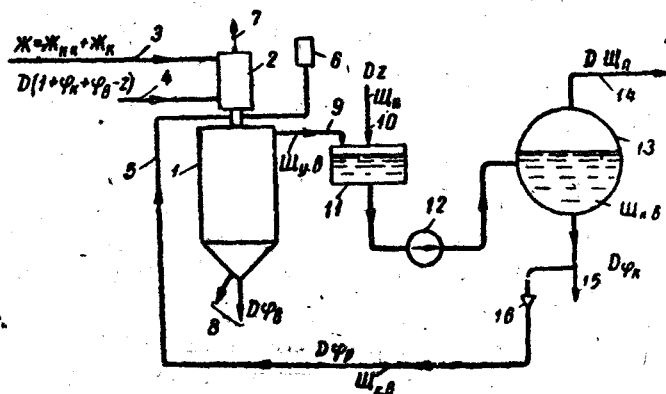


图2 碱性化学药品直接加入软水器的碱质再生软水设备的原理图

1-软水器；2-混合式隔板预热器；3-生水入口；4-加热蒸汽入口；5-锅炉污水排入软水器的入口；6-碱性药品测量漏斗；7-透气管；8-软水器排入洩水管的污水口；9-软水出口；10-冷凝水入口；11-给水箱（热水箱）；12-给水泵；13-蒸汽锅炉；14-蒸汽出口；15-锅炉排入洩水管的污水口；16-减压盘。

等于排出的污水量和锅炉蒸发量之比； φ_B ——软水器的污水排入洩水管的排污度，以小数计算； φ_P ——锅炉污水排入软水器的再生排污度，以小数计算； z ——冷凝水回入锅炉给水的数量，为锅炉（几台锅炉）蒸发量的零点几； X ， X_K 和 X_{HK} ——分别为生水水源的总硬度、碳酸盐硬度和非碳酸盐硬度，毫克-当量/公升； $W_{K.B}$ ， W_{H_2O} ， W_{H_2O} 和 W_K ——分别为锅炉水、锅炉产生的饱和蒸汽、软水和回收冷凝水的总碱度，毫克-当量/公升； Y ——进入钠离子交换软水器的生水量，以锅炉蒸发量的小数计算。

图2中，进入软水器的生水量等于 $D(1 + \varphi_K + \varphi_B - z)$

如不回收冷凝水，即 $z = 0$ 时，上式可化成更简单的形式：

$$G = D [(X_{HK} + III_n) + \varphi_K (X_{HK} + III_{K.B}) + \varphi_B (X_{HK} + III_{y.B})]$$

克-当量/小时。

碱质再生软水器需用的碱性药品量，以技术产品的重量计算，可由下式求得：

$$G = D [(X_{HK} + III_n) + \varphi_K (X_{HK} + III_{K.B}) + \varphi_B (X_{HK} + III_{y.B}) - Z(X_{HK} + III_K)] \frac{k}{\varepsilon} \text{ 克/小时。}$$

化为体积单位时为：

$$Q = \frac{1000D}{III_p} [(X_{HK} + III_n) + \varphi_K (X_{HK} + III_{K.B}) + \varphi_B (X_{HK} + III_{y.B}) - Z(X_{HK} + III_K)] \text{ 公升/小时。}$$

上式中：

k ——碱性药品的系数，以克/克-当量计算，等于它的当量重量；

ε ——技术产品的纯粹程度，以小数计算；

III_p ——碱性药品溶液的总碱度，毫克-当量/公升。

当用预先把部分生水经钠离子交换过滤器软化的方法（看图3）、把碱性药品加入碱质再生软水器时，经过钠离子交换的水重量，可由下式计算。

随经钠离子交换的水面进入的碱量等于：

$$G_0 = DY X_K \text{ 克-当量/小时，}$$

随冷凝水进入的碱量为：

$$D_4 = DZ III_K \text{ 克-当量/小时。}$$

这些碱消耗于沉淀部分生水的非碳酸盐硬度盐类，补充被饱和和蒸汽带走和自锅爐、软水器排入排水管中的污水的碱。

消耗于沉淀部分生水中非碳酸盐硬度盐类的碱性药品量，可由下式计算：

$$G_1 = D(1 + \varphi_K + \varphi_B - Z - Y) X_{HK} \text{ 克-当量/小时；}$$

锅爐、软水器中的污水，因排入排水管而消耗的碱性药品量

等于:

$$G_2 = D(\varphi_K \text{III}_{y.B} + \varphi_B \text{III}_{y.B}) \text{克-当量/小时};$$

被饱和蒸汽带出鍋爐的碱性藥品消耗量等于:

$$G_3 = D \text{III}_{r.} \text{克-当量/小时}.$$

然后列出碱性藥品加入量和消耗量的平衡式:

$$G_0 + G_4 = G_1 + G_2 + G_3$$

或

$$DY \mathcal{K}_K + DZ \text{III}_K = D(1 + \varphi_K + \varphi_B - Z - Y) \mathcal{K}_{HK} + D(\varphi_K \text{III}_{K.B} + \varphi_B \text{III}_{y.B}) + D \text{III}_{no}$$

由上式解出 Y , 得:

$$Y = \frac{1}{\mathcal{K}} [(\mathcal{K}_{HK} + \text{III}_{no}) + \varphi_K (\mathcal{K}_{HK} + \text{III}_{K.B}) + \varphi_B (\mathcal{K}_{HK} + \text{III}_{y.B}) - Z(\mathcal{K}_{HK} + \text{III}_K)]$$

如不回收冷凝水, 即 $Z=0$ 时, 表示 Y 的上式可化成更简单的形式:

$$Y = \frac{1}{\mathcal{K}} [(\mathcal{K}_{HK} + \text{III}_{no}) + \varphi_K (\mathcal{K}_{HK} + \text{III}_{K.B}) + \varphi_B (\mathcal{K}_{HK} + \text{III}_{y.B})]$$

例: 試求以軟水供給蒸发量 $D=4$ 吨/小时的鍋爐的碱質再生軟水器, 需用多少碱性化学藥品, 設已知:

冷凝水回收量 $Z=0.8$;

鍋爐排污度 $\varphi_K=0.02$;

軟水器排污度 $\varphi_B=0.005$;

水源的硬度: 总硬度 $\mathcal{K}=4.1$; 碳酸盐硬度 $\mathcal{K}_K=3.8$; 非碳酸盐硬度 $\mathcal{K}_{HK}=0.3$ 毫克-当量/公升。

水、蒸汽及冷凝水的碱度: $\text{III}_{K.B}=18.0$; $\text{III}_{no}=0.05$; $\text{III}_{y.B}=3.0$; $\text{III}_K=0.04$ 毫克-当量/公升。

用浓度为 1560 毫克-当量/公升的苛性鈉作为碱性藥品溶液时, 可用前述公式, 求出其需要重量为

$$Q = \frac{1000 \cdot 4}{1560} [(0.3 + 0.05) + 0.02(0.3 + 18.0)$$

$$+ 0.05(0.3 + 3.0) - 0.8(0.3 + 0.04)]$$

$$= 1.2 \text{ 公升/小时。}$$

如在进入碱质再生软水器前，部分水先用钠离子交换，钠离子交换的水量可用前述公式求出：

$$\gamma = \frac{1}{4.1} [(0.3 + 0.05) + 0.02(0.3 + 18.0) +$$

$$+ 0.005(0.3 + 3.0) - 0.8(0.3 + 0.04)]$$

$$= 0.112 \text{ 或 } 11.2\%。$$

经过钠离子交换的生水绝对重量为：

$$4 \cdot 0.112 = 0.45 \text{ 吨/小时。}$$

把碱性药品换算成技术产品的重量时，换算系数 k 取：苛性钠——40；碱灰——53；碳酸氢钠——84克/克-当量。

如药品直接加入碱质再生软水器，可采用苛性钠或碱灰，如二者都没有，可用植物灰的水浸液和任何工业企业的碱性废品。上述碱性药品，可用纯粹的，也可用混合物状的。

至于在什么情况下，应在碱质再生软水器中采用什么样的碱性药品的问题，还须研究。在研究这个问题之前，似乎苛性钠最宜用于软化含有较高碳酸盐及镁盐①硬度的生水以及和装有碱质再生软水器工作压力低的锅炉的水。而在其他情况下，则可以采用碱灰和工业生产的碳酸氢钠。必须注意，在使用上，碱灰是比苛性钠更为安全的药品。

管理使用苛性钠的碱质再生软水器时，工作人员必须按使用苛性钠安全规则的規定采取相应的防护措施。

水进入碱质再生软水器前部分经过钠离子交换（看图3）法的优点，是可以用象食盐之类的天然药品代替经常缺乏的碱性药品。

① 水中所含的钙化合物硬度称为钙盐硬度。

必須指出，鈉离子交換軟水設備的工作效果，實際上與動力裝置中的水的情況（即鍋爐水的情況）無關；而鹼質再生軟水設備的工作效果，卻在一定程度上決定於裝有軟水器的鍋爐的水的情況。在使用過程中，鹼質再生軟水設備由再生排污的管路与蒸汽動力裝置的蒸汽鍋爐相聯系；而鈉离子交換軟水設備卻只是蒸汽動力裝置的附屬裝置而已。

鹼質再生軟水器使用簡述

鹼質再生軟水器最早似乎是在上世紀的九十年代，在溫捷爾吐（瑞士）的蘇爾捷工廠開始製造的。

稍晚，這種軟水器就推廣到德國的蘭黑林公司，以後到茂蘭公司（曾出產當時著名的聶卡鹼質再生軟水器），希金茂蘭公司和蘭捷爾公司。在法國，鹼質再生軟水器的推廣要晚得多。

本世紀初，鹼質再生軟水器曾在俄羅斯各工廠被少量採用，但我們沒有大量推廣。

當時，各個工廠所出產的鹼質再生軟水器較笨重，在結構方面的差別也不大，主要是為了逃避專利權的限制而已。

在我們這一時代，把鹼質再生軟水器大量推廣到低壓工業鍋爐中去的工作，是由全蘇酒精工業科學研究院在1945—1946年間開始的。該研究院提出二種軟水器：直角形和圓筒形，並把它們運用到生產中去。這些軟水器由蘇聯機器儀具製造部化工機械總局所屬的別洛保爾斯基機器製造廠製造。

還必須提及塔干洛夫斯基的“紅色鍋爐工”工廠的工作，它在全國熱工研究所的水處理科和鍋爐科的參加下，創造和試驗了一種新型的鹼質再生軟水器。在為陸地小功率鍋爐創制合理的鹼質再生軟水器的結構中，鐵道部作出了一定的貢獻。

所有上述的軟水器，都是為陸地的工業鍋爐所創造的，對陸地鍋爐來講，設備的輕巧和裝置的緊湊性，並不像對內河船舶蒸汽動力裝置那麼重要。因此，根本談不到把陸地熱力裝置中所用的各型鹼質再生軟水器，直接用到內河船舶的蒸汽動力裝置中

去。因此，河运部中央設計院就着手为內河船舶鍋爐設計一种結構合理的碱質再生軟水器。

在国外，無論在固定式的和船用的蒸汽动力装置中，都采用一种輕巧的軟水設備，它装有管式反应器和机械粒質过滤器，以备水在軟化后再过滤。現在，“德末特里、波扎尔斯基”輪上采用作装有管式反应器的碱質再生軟水器。由于这种軟水器較为緊湊和輕便，故被用于內河船舶的蒸汽动力装置中。

帶有管式反应器的碱質再生軟水器的动作分三个阶段：第一——热力阶段，第二——热力化学阶段，第三——磷酸盐的全部軟化阶段。在这种設備中，在高度軟化的同时，还对处理水进行着热力除气。

生水（图 4）引入隔板預热器的上部，中部进入廢汽；如廢

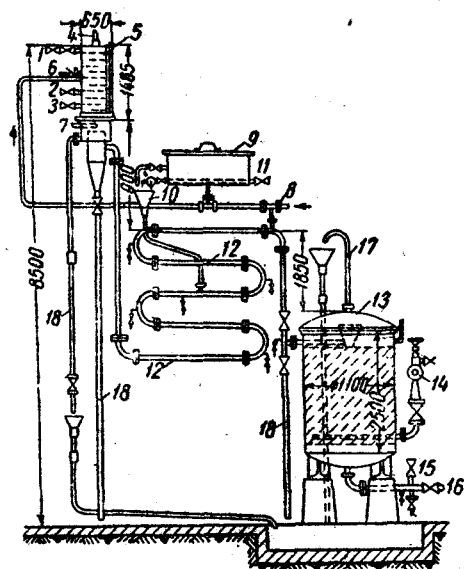


图 4 帶有管式反应器的碱質再生軟水器的分解图

1-生水入口；2-廢汽入口；3-新汽入口；4-透汽管；5-隔板預热器；6-温度調節器；7-鍋爐污水入口；8-气体出口；9-磷酸鈉溶液箱；10-把磷酸鈉加入处理水的漏斗；11-加热蒸汽入口；12-管式反应器；13-机械过滤器；14-噴射泵；15-軟水出口；16-冲洗过滤器用水入口；17-溢流管；18-洩水管。

汽量不够，則在預熱器的下部，往溫度調節器另外引入必需量的新汽。生水沿隔板邊自上向下溢流，在直接和蒸汽混合的過程中加熱至 99°C ，這時分離的氣體和少量的蒸汽，經由透氣管外逸，而碳酸鹽硬度因鈣、鎂的重碳酸鹽受熱分解而降低。

在隔板預熱器的下部，向已經預熱而部分軟化的水中，加入自鍋爐排來的鹼性污水。這時，軟化水的過程，就從熱力作用轉變為熱力化學作用。由隔板預熱器來的熱水和鍋爐水的混合水，進入管式反應器，水在里面是從下部流向上部。

如能正確選擇隔板預熱器和管式反應器高低間的距離，軟化水即能在自然壓力下經過反應器和機械過濾器而進入給水箱。軟化水的硬度經鍋爐水的鹼性作用後，在管式反應器中再度降低。由日用箱中經漏斗自動落下的磷酸三鈉溶液，進入反應器的中部，對處理水進行磷酸鹽的完全軟化。

為了提高填充粒質的沖洗效果，在沖水的同時，還用蒸汽空氣噴射泵將空氣噴入過濾器。這時進入過濾器的蒸汽，把沖洗水加熱至必要溫度，以免過濾粒質的裂開和損壞，因為用冷水沖洗時，如粒質溫度從 $95-99^{\circ}\text{C}$ 降到更低溫度時，上述情況即可能發生。

帶有管式反應器的鹼質再生軟水器，在佔據的面積上很緊湊，但同時又特別高。上述軟水器裝在不高的建築物中時，隔板預熱器必要時可直接裝在露天屋頂上或特制的天窗里面。帶有管式反應器的鹼質再生軟水器所裝備的隔板預熱器制成四方截面，其尺寸視軟水器的生產率而定，現列於表 1 中。

隔板預熱器的四方截面尺寸

表 1

根據帶有管式反應器的鹼質再生軟水器的生產率而定

淨生產率 公尺 ³ /小時	5	6	7
隔板預熱器的截面(b×b), 公厘	450×450	550×550	650×650

隔板預热器的高度一般取

$$h=2.3b$$

式中： b ——表1所列的預热器寬度。

隔板預热器內裝有10个隔板，板上不开孔，因为在生水进入軟水器后，这些孔很快就会結上水垢。

污水依切綫方向进入隔板預热器的下部。处理水在管式反应器內的逗留時間約为1分鐘。水在管式反应器中的流速約为0.5公尺/秒，在机械过滤器中則为5—6公尺/小时。再生的污水量平均約为20%。反应器用內径为32—70公厘的管子制成，根据軟水设备的生产率而定。

前述軟水器为德国A.L.G. 台恩公司出品，用于工作压力在36表大气压以下的鍋爐。这种軟水器能保証水的高度軟化。

某一工业企业曾在它的鍋爐裝置中装了一个生产率為6公尺³/小时，帶有管式反应器的碱質再生軟水設備。图5表示它的布置情况。机械过滤器的直径为1000公厘，內装以磨碎的白煤。这一軟水器供給蒸发量为4吨/小时、工作压力为5个表大气压的JM3型立式水管鍋爐的补充水。回收的冷凝水达40%。生水的总硬度約为3.5毫克-当量/公升，主要是碳酸盐硬度。

軟水器的管理和化驗工作系由企业人員在全苏热工研究所水处理科的科学工作人員的领导下进行的，历时达四个月。

鍋爐在使用軟水器以前，在水的一面已生有水垢，因为某些原因，未能清除。

为了观察水垢的形成过程，在鍋爐开始工作以前，曾在鍋爐二个鼓筒的壁上，用刮刀清除出了几个观察区，沸騰管端也用同法清除。在上述观察期內，給水总硬度平均为0.3毫克-当量/公升。根据观察区的检查資料，經過4个月工作后，鍋爐內并没有发现水垢。

必須指出，管式反应器和机械过滤器的白煤碎粒中，发现水垢增长較快。經過1—1.5月运轉以后，反应器的管子的进口端有20公厘水垢层，出口端有10公厘(进出口系依水的流向而言)。