

甜 菜 糖 生 产

第 三 册

糖 汁 和 糖 漿 的 提 淨

〔苏〕 A. И. 伏斯托科夫 著
И. П. 列彼什金

輕 工 業 出 版 社

甜 菜 糖 生 产

第 三 册

糖 汁 和 糖 漿 的 提 淨

〔苏〕 A. II. 伏斯托科夫 著
II. II. 列 彼 什 金

王錫初 赵光仪 译

輕 工 業 出 版 社

1958年·北 京

內 容 介 紹

本册叙述甜菜糖厂糖汁和糖漿的提淨过程，並解釋了关于提淨方法的技术規程。

可供糖厂預加灰工、主加灰工、飽和工、硫酸工、压濾机和真空過濾机工長以及袋濾机工長等閱讀。

А. И. ВОСТОКОВ, И. П. ЛЕПЕШКИН
ПРОИЗВОДСТВО САХАРА
ИЗ СВЕКЛЫ
Выпуск Третий
ОЧИСТКА СОКА И СИРОПА
ПИЩЕПРОМИЗДАТ МОСКВА, 1955

本書根據苏联國家食品工業出版社莫斯科 1955 年版譯出

甜 菜 糖 生 产

第 三 册

糖汁和糖漿的提淨

[苏] А. И. 伏斯托科夫 著
И. П. 列彼什金

王錫祜 趙光儀譯

*

輕工業出版社出版

(北京市廣安門內白紙廠路)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 099 号

東單印刷廠印刷

新華書店發行

*

787×1092 公厘 · 2 印張 2 插頁 · 40,000 字

1957 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

1958 年 8 月北京第 1 版第 3 次印刷

印數：2,701—5,200 定價：(10) 0.38 元

統一書號：15042·166

目 录

序 言	(4)
滲出汁的組成和有关糖汁提淨化学的一些知識	(5)
糖汁提淨車間总工艺流程	(10)
糖汁的第一次提淨	(12)
預加灰	(13)
主加灰	(19)
第一次飽充	(22)
第一次飽充汁的過濾	(30)
压濾机	(30)
第一次飽充汁的真空過濾裝置	(37)
袋式過濾机 (机械的)	(44)
糖汁的第二次提淨	(47)
第二次飽充	(48)
第二次飽充糖汁的過濾	(49)
糖汁的第三次提淨	(51)
糖汁的硫熏	(51)
硫熏糖汁的過濾	(54)
濃糖漿的提淨	(55)
糖漿的硫熏	(55)
糖漿的過濾	(56)
用活性炭处理糖漿	(57)
提淨糖汁的离子交換法	(59)
糖汁和糖漿提淨的檢查	(60)
糖汁提淨車間的先进操作法	(61)
劳动保护、安全技术和衛生要求	(62)

序 言

这本小冊子介紹了甜菜糖厂糖汁和糖漿的提淨过程，並对实行提淨方法的技术規程作了解釋。

这本小冊子可作培养下列工序技工，如預加灰工、主加灰工、飽和工、硫熏工、压濾机和真空過濾机工長以及袋濾机（机械過濾机）工長的教材。

苏联制糖工業上現在剛編成的标准糖汁和糖漿提淨工艺流程是比較簡單的，採用的材料（石灰、二氧化碳、二氧化硫、以及有时採用的硅藻土和活性碳）都是容易取到的，同时，可保證相当高的非糖份清除效果和清淨糖汁及糖漿的物理性質良好。

应当指出，現在全世界在提淨糖汁上所通用的石灰法早在1801—1802年就在俄国第一个甜菜糖厂——土利斯基省阿拉別耶夫村——耶西勃夫和布藍堪那哥尔糖厂中採用了。那时以及在那以后的二、三十年西欧各甜菜糖厂还採用着复杂而昂貴的硫酸鹽法。

提淨的主要目的是尽可能地除去甜菜糖汁和糖漿中的非糖份，以制取透明的淺色糖液，而且不需要多加水稀釋。

滲出汁的組成和有关糖汁

提淨化学的一些知識

进行提淨的滲出汁是一种帶泡沫而略微混濁的液体，呈淺褐色，暴露在空气中会很快的变成暗黑色。滲出汁中除了糖份以外还溶有非糖份和悬浮狀甜菜渣纖維的微小顆粒。这些顆粒是从主滲出罐和除渣器(Мезголовушка)篩網中漏出的。

滲出汁量(用泵抽送的)一般为加工甜菜重的 115~125%。

滲出汁的組成大致如下(为汁重的%)：

固形物.....15~18% 糖份.....13~16

非糖份..... 2左右 純度①.....86~89

酸度(相当于 0.015~0.02% CaO)

滲出汁中所含的非糖份具有不同的化学性質和物理化学性質。滲出汁中如果存在大量的非糖份那就会造成以后加工的困难，使糖汁在蒸發时变坏和發生泡沫，在熬糖和結晶时降低結晶糖的質量而且不易使它充分析出，同时使大量糖份夾杂在生产廢料中損失了。因此，滲出汁中的非糖份，必須尽可能多地清除出去。

非糖成分的多种多样及其性質的不同使糖汁提淨工作变得

①糖品的純度是(1克斯度)含糖量(糖份)对固形物重量鍾度 1 的百分率，即

$$\text{純度} = \frac{\text{糖份} \times 100}{\text{固形物}}$$

例如，假定滲出汁的(鍾度)为 16.8°，含糖份为 14.78%，則汁的純度是

$$\frac{14.78 \times 100}{16.8} = 88.0$$

非常复杂，提淨的效率也因之較低。採用一般葯剂（如石灰、二氧化硫和二氧化碳）提淨滲出汁只能除去非糖份原含量的35~40%。其余的非糖份則随着糖液經過生产的所有阶段，最后集聚在廢蜜中，並抑制大量的糖的結晶。其量約达甜菜重的1.8~2.2%，或为甜菜中原含糖量的10~13%。

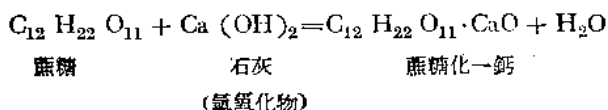
糖汁中溶解的糖主要是蔗糖，同其他糖質一样，亦是一种碳水化合物（醣）。

碳水化合物是一种含有碳、氢、氧的化合物，后二个元素在碳水化合物中所成比例恰巧像在水中的一样，即每二个氢原子对一个氧原子（这就是“碳水化合物”一詞的来源）。

蔗糖的化学分子式是 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 。在酸、高温、微生物的作用下以及其他原因的影响下蔗糖分解成两种單醣——葡萄糖和果糖——的混合物，这两种糖的分子式均可写成 $C_6H_{12}O_6$ ，虽然它們的組成是一样的，但是它們的化学結構和物理性質却有所不同。这个过程就叫轉化，生成的葡萄糖和果糖的混合物称为轉化糖。

蔗糖在化学本性上可說是活性不大的物質，而且和大多数的化合物均不起化学反应，只和碱土族金屬（鈣、鋇、鎂）的氧化物化合生成类似鹽的稳定化合物——蔗糖鹽化物（Сахарат），这是因为蔗糖微显酸性的緣故。

例如，可按式生成蔗糖化一鈣



某些蔗糖鹽，如蔗糖一鈣($C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO$)，易溶于水，其它蔗糖三鈣($C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 3CaO$)則难溶于水而生成沉淀物。

在加灰阶段中蔗糖与石灰作用生成蔗糖一鈣；但当用二氧

化碳飽充時，它又分解出來而溶解於水中，石灰則與二氧化碳化合生成碳酸鈣(CaCO_3)而沉淀。

轉化糖經石灰作用則進一步分解而生成深色物質。

在滲出汁中有时还不免含有其他的糖份，如棉子糖。這些物質大部分都对蔗糖的結晶过程有不良的影响，所以它們仍屬於非糖份。

滲出汁中的非糖份，按其来源，可分为矿物（無机）的和有机的。

無机非糖份主要是来自 K、Na、Mg、Ca、Fe 和 Al 等金属以及 P、Cl 和 S 等非金属，金属与非金属在其中生成磷酸、和硫酸等的鹽类。此外，上述的金属还与有机酸生成鹽类。

有机非糖份包括兩类化合物：含氮的和不含氮的。属于第一类的主要是蛋白質和氨基酸，属于第二类的是某几种有机酸（例如草酸、酒石酸、苹果酸）、果膠物質、脂肪、染料及其他物質。燃燒糖汁干固后的殘渣时，矿物质便变成灰份殘留而有机物質則完全燒尽。

对糖的結晶最有害的化合物就是鉀鹽，这种金属的含量多于其他金属，而且一般的提淨处理不能除掉它（如用石灰、二氧化硫及二氧化碳处理）。

滲出汁微呈酸性反应，这可解釋为其中含有游离有机酸、無机酸和这些酸所組成的酸性鹽。

滲出汁內之所以有泡沫，多半是由于汁中含有特別易起泡沫的皂角甙物質；而汁之所以發暗以及易受氧化而进一步變暗，这是由于易氧化的物質所引起的。

汁中一部分非糖份（蛋白質、果膠質等）呈膠体（黏稠或冻膠狀）状态而糖和大部分非糖份則仍呈溶解状态。

在某些条件下（如加热、改变酸碱度等）汁中膠体物質易

凝成棉絮狀沉淀。這種現象叫作膠體凝結作用。沉淀出的膠體物質如受特別長時間的加熱或受強酸或強鹼的作用可重新溶解。這種現象叫做膠溶作用。沉淀物中含有膠體物質有碍糖汁的過濾。

糖汁的石灰處理，依據現在採用的標準工藝流程共分二個步驟。首先在預加灰處理時滲出汁中只加少量石灰（甜菜重0.25~0.30%的CaO）以中和游离酸，凝聚膠體物質並使一系列的非糖份物質沉淀。按照標準工藝流程，預加灰系利用第一次飽充回用未濾汁：用鹼性的未加足氣的或完全加足氣而其中加入鹼性灰汁或石灰乳的糖汁。

然後進行主加灰，即在汁中加入大量的石灰乳（為甜菜重2.0~2.5%的CaO）。這時分解和沉淀非糖份的過程繼續進行，同時石灰和糖發生相互作用（生成蔗糖鹽）。在第一次飽充處理時將灰汁加入飽充氣（CO₂）進行處理，CO₂則與蔗糖鹽以及過剩石灰發生作用。

結果在汁中生成密致的晶體狀的沉淀物，其中主要是碳酸鈣CaCO₃。但是，為了不致引起沉淀物發生部分膠溶現象，石灰在第一次飽充處理時用二氧化碳氣進行不完全中和，只中和到剩餘鹼性約為0.08~0.10% CaO。然後進行過濾，將沉淀物分離去。再用二氧化碳進行第二次飽充，直到最終鹼度達到0.015~0.020% CaO為止，再過濾一次。這樣，在加灰和飽充時，糖汁受到二次石灰和二氧化碳處理。

第二次飽充濾過的糖汁和蒸發後的濃糖漿仍要進行一次硫燐處理，即用二氧化硫（SO₂）氣體處理，這可進一步保證降低色度和黏度。

糖汁和糖漿的鹼度是提淨各階段產物的重要工藝質量指標。一般均以石灰含量百分數（CaO對產物的重量%）表示之。

但是利用指示剂(即因溶液的作用而改变颜色的物质,例如酚酞、麝香草酚酞、甲酚红等)来滴定产物以测定其酸鹼度时,对溶液的实际有效鹼度或酸度并不能得出正确的概念。

所以为了比较正确的测出溶液的有效酸鹼度可利用氢离子浓度的理解。这就是利用“任何水溶液以及纯中性的水中都有水分子部分分离(离解)成氢离子(H^+)和氢氧离子(OH^-) ($H_2O = H^+ + OH^-$)”的道理。

这两种离子数量相等,而用 pH 值 7 来表示氢离子浓度时,可以说:水或水溶液是呈中性的。

pH 值可由 0 变到 14, pH 值小于 7 时意味着氢离子多而溶液呈酸性(pH 值愈小,则酸度愈大),反之当 pH 大于 7 时,则意味着氢氧离子多而溶液呈鹼性(pH 值愈大,则鹼度愈大)。

对糖品来说, pH 值用比色法(把溶液用指示剂染色后与按比色表配成的代表各种 pH 值的有色标准溶液进行比较)或者用准确的电表法使用特制的试验室仪器如电位计或 pH 测定表来测定。

甜菜糖生产中的各中间产物大约具有下列的氢离子浓度指标:

渗出汗 pH = 5.5 ~ 6.5

硫熏后的糖漿 pH = 7.5 ~ 8.0

第二次饱满的糖汁 pH = 9.0 ~ 9.5

第一次饱满的糖汁 pH = 11

灰汁 pH = 12

酚酞的中性反应相当于 pH = 8.4; 麝香草酚酞的——pH = 11.0; 而甲酚红的——pH = 7.5 ~ 8.0。

糖汁提淨車間总工艺流程

滲出处理后获得的糖汁流到計量槽，並从槽中流到工厂的糖汁提淨車間。在这个車間里除进行糖汁提淨处理外，还进行糖汁蒸發和糖漿的提淨。圖 1 是甜菜糖厂糖汁提淨車間的标准工艺流程。

自計量槽 1 出来的温度为 $35\sim 40^{\circ}\text{C}$ 的滲出汁用泵 2 送到生糖汁預热器 3 中，並用蒸汽加热至 $85\sim 90^{\circ}\text{C}$ ，然后使糖汁进入热的累加式預加灰罐 4。此处向滲出汁加第一飽充未濾汁：或加入甜菜重 $60\sim 100\%$ 的未加足碳酸气的飽充汁（鹼度为 $0.3\sim 0.5\%$ CaO ），抑或加入甜菜重 150% 左右的正常飽充汁（鹼度为 $0.08\sim 0.10\%$ CaO ）。在后面的情况下須向汁中加入氧化鈣相当于甜菜重的 $0.25\sim 0.30\%$ 的石灰乳或相当于甜菜重 10% 的灰汁。

預灰汁自动流入主加灰罐 5，向主加灰罐糖汁中用半自动化的計量槽 6 加入为甜菜重 $2.0\sim 2.5\%$ 的 CaO 的石灰乳。为了在預加灰时定量地加入石灰乳，采用单独的自动調節器 6a。計量槽和調節器的石灰乳来自帶攪拌器的貯槽 7，而貯槽 7 的石灰乳是由工厂的石灰車間用泵陸續抽送来的。多余的石灰乳則回到石灰車間。

灰汁自主加灰罐自动地流入第一次飽充罐 8，在那里用含有 $30\sim 32\%$ CO_2 的飽充气加以处理，直至鹼度为 $0.08\sim 0.10\%$ CaO 为止。飽充气在石灰石燃燒爐中制得經瓦斯罐淨化和冷却后用送風泵压入各飽充罐。

第一次飽充的部分未濾汁自飽充罐的单独控制箱，如前所

示，用泵 9 送到預加灰部分；其余的則由主控制箱用泵 10 抽出並送到預热器 11，加热到 $90\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。在这个温度下未濾的飽充汁送入多層式沉降器 12（如圖 1 所示流程中采用真空過濾器時）或到第一飽充汁壓濾機（如流程中采用壓濾機時）。

自沉降器流出的一是清汁（ $75\sim 80\%$ ），一是髒的悬浮液（ $25\sim 20\%$ ）。清汁由泵 13 送到控制袋濾機 22 上的高位槽（壓力槽）21。髒的悬浮液則用泵 14 送到預热器 15 加热到 90°C 然后送到真空過濾器 16 的槽里。

濾出的糖汁由真空過濾器經真空貯槽（受器）17 引到泵 13 处，然后連同自沉降器出来的清汁一道用泵 13 抽送到控制袋濾機 22。

在真空過濾機上洗滌濾泥的洗液經真空貯槽（受器）18 引至泵 19 处，由泵 19 送到石灰車間的洗液貯槽。

將洗过的濾泥从真空過濾機送至螺旋機 20，由螺旋機送到濾泥攪拌機，並自攪拌機处用泵送到過濾場上。

自袋式檢查濾機 22 將濾过的第一飽充汁用泵 23 送到預热器 24，加热到 $100\sim 102^{\circ}\text{C}$ 。然后送至第二飽和罐 25。此处將糖汁用飽充气处理至最后的鹼度到含 CaO $0.015\sim 0.020\%$ 时为止。

未濾的第二飽充汁用泵 26 由飽充罐的控制箱抽出送到壓濾機 27（或到馬尔揚奇克式過濾器）。濾过的糖汁則由壓濾機用泵 28 送到檢查袋濾機 30 上的壓力貯槽 29，並在其中過濾。

第二飽充濾汁（經過袋濾機处理好）用泵 31 送到稀汁的噴淋式硫熏罐 32，在罐中用含有 $10\sim 12\%$ 的二氧化硫的硫熏气加以处理，直至鹼度达 $0.010\sim 0.015\%$ CaO 时为止。硫熏气是在迴轉爐 33 內燃燒硫黃制成的，用風扇 34 送入硫熏罐 32。

經過硫熏的糖汁用泵 35 自硫熏罐的控制箱送到袋濾機 37

上的压力槽 36。

硫熏汁經袋濾机過濾后流到蒸發罐前的糖汁貯槽 38，由此处再用泵 39 压入蒸發罐 41 前的預热器 40 中，用蒸汽加热到第一效蒸發罐的糖汁沸騰温度，（一般到 $115\sim 125^{\circ}\text{C}$ ）。部分濾过的硫熏汁在預热器之后、蒸發器之前抽取作回溶黃糖之用。

在蒸發器里糖汁中固形物濃縮到 65% 的含量，同时自糖汁中蒸發掉的水份約为甜菜重的 100%。

濃的糖漿自最后一效蒸發罐用泵 42 抽出送至噴淋式濃糖漿硫熏罐 43，向罐中加入黃糖的回溶糖漿。糖漿和回溶糖漿的混合物再硫熏至 0.005% CaO 的鹼度为止，也就是說，几达中性反应。处理糖漿、回溶糖漿混合物所需的硫熏气是在迴轉爐 44 內制备后用風扇 45 吹入硫熏罐的。

經硫熏的濃糖漿和回溶糖漿的混合物用泵 46 从硫熏罐的控制箱抽至預热器 47，加热到 85°C ，然后送到压濾机 48。濾出的糖漿用泵 49 送到一号糖真空煮糖罐前的貯槽 50。从这些貯槽將糖漿送去作熬煮糖膏之用。

为了改善濃糖漿質量和過濾方便起見，在压濾机的帆布上用泵 52 鋪撒上一層硅藻土（用攪拌机 51 攪合成悬浮液状态）。硅藻土是由無定形 SiO_2 微粒組成的粉末，其用量为甜菜重的 0.01~0.02%。

糖汁的第一次提淨

糖汁的第一次提淨过程包括預加灰，主加灰，第一次飽充，利用真空過濾机或压濾机過濾糖汁和用袋濾机（机械過濾

机)作糖汁檢查過濾。第一次提淨的結果可以分離出大部可能除掉的非糖份,糖汁變得發亮而又透明。

預 加 灰

在提淨以前，早在滲出處理時糖汁中甜菜微渣和細屑就已

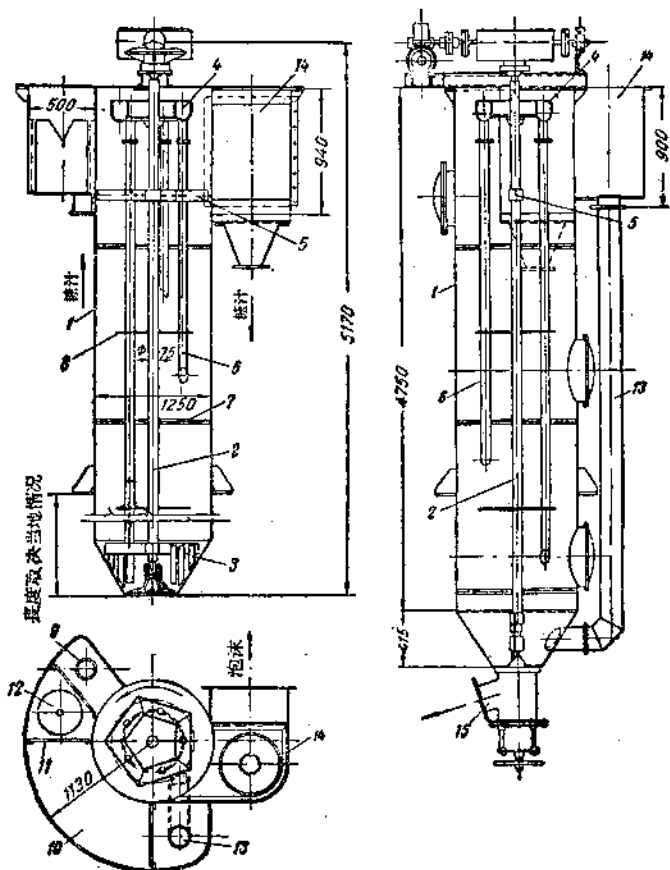


圖 2 卡尔塔雪夫累加式預加灰罐

除去，这些物質是在糖汁穿过滲出罐篩上的較大篩孔而混于糖汁中的（在滲出罐的篩子运转正常时，在每升汁中含渣量不超过3~4毫克）。为此在滲出罐組到量槽之間安有帶長篩縫（ 1×8 毫米）篩子的除渣器，用以充分攔住汁中的悬浮物。否則，在下一步糖汁加热和加石灰处理时就会使这些物質煮爛，並使一些物質溶解，这样，就会使糖汁的質量变坏，並造成进一步加工的困难。

糖汁自除渣器經預热器送去預加灰。在这里糖汁中加入少量的石灰乳（甜菜重的 0.25~0.30%CaO）或回流的鹼性的第一飽充未濾汁。

目前甜菜糖生产上所採用的标准工艺流程是采用热法累加式預加灰处理：將糖汁加热到 85~90°C，慢慢地（續断地）將回流飽充汁及石灰乳加到糖汁里。

預加灰的目的是小心地用石灰中和滲出汁中的游离酸、凝聚大部膠体物質並沉淀其他非糖份。汁中膠体物質在預加灰处理时形成密集的沉淀物，这种沉淀物在主加灰的濃鹼度作用下差不多完全不再溶解（膠溶）。經預加灰处理的飽充汁沉淀物較未經預加灰处理的易于過濾。

使用第一飽充未濾汁来进行預加灰处理可以使沉淀物的顆粒大大增大，因为在預加灰时沉淀出的物質积聚在飽充汁內沉淀微粒上，使它們变大，这就使下一步的過濾大为容易。

未經处理的滲出汁由 35~40°（即出滲出罐組的温度）加热到热法預加灰所需的温度 85~90°是在一些十二程管式預热器①分成几步进行的。未經处理的滲出汁預热器一般可以安設兩組，每組預热器都用相适的效蒸發罐的汁汽来加热。糖汁順

①預热器的詳細和操作方法見第四册“糖汁的加热和蒸發”。

序通过所有的預热器（待清洗的預热器除外），逐漸加热到需要的温度。

提淨糖汁所需的石灰乳須配制成比重为 1.19，也就是說相当于含有 20% 时 CaO 或每升乳液含有 255 克 CaO 。定量加石灰乳采用半自动化間歇式計量槽或用自动化的連續調節器。

累加式預加灰处理采用自动定量加石灰乳的标准自动化卡尔塔雪夫預加灰罐（圖2）。預加灰罐为高大的底部呈圓錐形的圓筒形罐体1（直徑 1.0~1.4 公尺而高达 4.7~4.8 公尺），罐內有可旋轉的立軸 2，其下部为攪拌叶片 3，每分鐘 20~30 轉。軸的上部安有石灰乳分配槽 4，該槽在平面圖上是五角环形的，並有拋沫叶片 5，由分配槽向下引出 5 个能与它一同旋轉的垂直方向的石灰乳管，这 5 个管口位于不同的高度，（下管口在每段都有一个）。罐內是被三个焊在罐体的环狀隔板 7，和二个安在旋轉軸和管子上的圓盤 8 分成上下六段（包括罐下部帶有攪拌叶片的錐形部分）。因此全部糖汁被分成几部，延長了糖汁經過的路程。

在預热器中加热了的滲出汁流經管口 9 后进入罐的上部折轉部分——受汁箱 10，箱中用帶有糖汁溢流缺口的隔板 11 分成兩半，箱的前半部有浮子 12，它与石灰乳的自动調節器（謝梁奇茨基式）用槓桿相連。糖汁流进得愈多，則在箱的前半部糖汁溢流口前的液面愈高，同时浮子也昇得愈高，于是石灰乳由調節器向預加灰罐流入得也愈多。

自受汁箱 10 后半部流出的滲出汁沿管子 13 切向流入預加灰罐的下部錐形部分，然后在罐中由下部昇到上部。預加灰汁由罐的溢流箱 14 流出，箱內泡沫則拋到並列的主加灰罐內。

与預加灰罐下部錐形部分相連有角閥 15，作放出沉淀物之

用(吹洗罐)。

連續預加灰用的謝梁奇茨基自动化石灰乳調節器^①(圖3)是由浮子箱、流汁管和石灰乳箱組成的。在卡尔塔雪夫标准預加灰器上,如上所述,浮子箱和流汁管設在受汁箱即罐的上部折轉部分上。

在單獨的謝梁奇茨基式調節器上,所有這三部分均安裝在一起。

浮子箱是直徑為400毫米的圓筒形容器,有進糖汁的管口2,引汁入流汁管的側縫3(120×500毫米)。箱的下部有穩

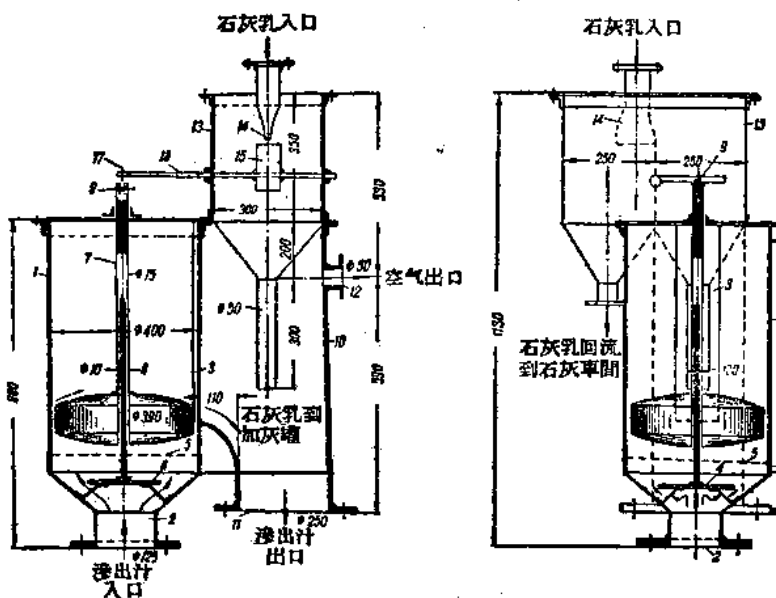


圖3 謝梁奇茨基氏自动化石灰乳調節器

① 此調節器同樣可以供主加灰之用。