

木材热解工艺学

中国林业出版社

下 册

中国林业出版社

木材热解工艺学

下 册

苏联B.H.柯兹洛夫 A.A.尼蒙威茨基著

黄律先 章元济 程 芝译

中国林业出版社

本書系根据苏联森林工業和造紙工業出版社 (Гослесбумиздат) 1954年出版的 В. Н. 柯茲洛夫 (Козлов) 与 А. А. 尼蒙威茨基 (Нимвицкий) 著“木材热解工艺学” (Технология Пирогенетической Переработки Древесины) 一書譯出。原書經苏联高等教育部审定为高等林業学校林化系教科書。

書中系統地介紹了木材热解的理論、产品加工的工艺过程和設備的構造等。原書分兩部分，第一部分介紹木材热解的基本理論和設備以及初制产品的处理；第二部分介紹木材热解初制产品的加工。中譯本分上下兩冊出版，上冊包括原書第一部分的內容，下冊包括原書第二部分的內容。

本書除了可供木材化学工艺專業作教材以外，对于木材热解方面的科学工作者、工程师及其他实际工作人員都有参考价值。

本書下冊的第十八章由南京林学院木材化学工艺專業程芝同志翻譯，第二十五、二十六、二十七等三章由浙江省应用化学研究所章元济同志翻譯，其余各章均由南京林学院木材化学工艺專業黃律先同志翻譯。

下 册 目 录

第十四章 木精醋石生产.....	1
用木精醋石法加工木醋液的流程图.....	2
第十五章 用蒸馏法分离混合物的原理.....	26
液体混合物的类型.....	26
蒸馏的种类.....	27
第十六章 木醋液的加工。木醋液的脱醇和蒸馏.....	31
直接由木醋液制取醋酸的工艺过程.....	31
第十七章 从木醋液中抽提醋酸的方法.....	48
用有机物从脱醇和脱焦的木醋液液相或汽相中抽出醋酸.....	48
粗醋酸的精馏和净制.....	57
用醋酸乙酯抽提醋酸.....	68
第十八章 用恒沸点法从木醋液中提取醋酸.....	69
对诱导剂的基本要求.....	73
恒沸点法的工艺过程.....	76
第十九章 用吸收法从木醋液或蒸汽气体中抽出醋酸.....	96
吸收过程的基本原理.....	97
吸收器的材料平衡.....	98
用吸收法加工木醋液的流程图.....	100
用吸收法加工木醋液的技术指标.....	103
吸收剂的制备.....	108
用吸收法从蒸汽气体混合物中抽出醋酸.....	104
第二十章 粗甲醇的加工.....	107
概述.....	107
间歇式醇精馏设备 (ПДА)	107
连续式醇精馏设备 (НДА)	111
木醇溶剂的制造.....	132

第二十一章 將醋石加工成醋酸	135
粗醋酸的制造.....	135
粗醋酸的精餾和淨制.....	148
醋酸鈉的制造.....	156
第二十二章 將醋酸加工成酯类。醋酸酯溶剂的制造	161
酯化反应.....	161
副反应.....	165
由醋酸和醇类制造酯类的工艺过程.....	166
直接由醋石制取醋酸丁酯的工艺过程.....	183
第二十三章 丙酮、木焦油呋喃、甲乙酮、甲丙酮和 其他高級酮类的制造	184
第二十四章 甲醛水、聚甲醛和脒仿的制造	191
甲醛水的制造.....	191
聚甲醛的制造.....	208
脒仿的制造.....	211
第二十五章 木焦油和焦油、松节油产品的加工。浮选剂和 起泡剂	214
木焦油的加工.....	214
阻氧化剂的生产.....	222
焦油松节油产品的加工.....	225
浮选起泡剂.....	230
焦油松节油生产中的廢料及其利用.....	242
第二十六章 木炭加工成活性炭和渗碳剂	248
活性炭.....	248
渗碳剂.....	251
第二十七章 甲醇和醋酸的合成	256
甲醇的合成.....	256
醋酸的合成.....	261
結論	267

木材热解初制产品的加工

第十四章

木精醋石生产

木精醋石生产，按时间来说是由阔叶树木材热解所得木醋液制造林产化学产品的开端。这个生产的主要产品是醋石〔含有混杂物的醋酸钙 $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 〕、甲醇和焦油。

通过醋石来制取醋酸的方法可以认为是不利的。这个见解的根据是：第一，根据旧式木精醋石工厂的操作资料，在制取醋石的过程中，燃料、水分和蒸汽的耗用量较大和它的单位产量较低，第二，要耗费较多量的石灰和硫酸，它们在醋酸的制造过程中未被利用，并以硫酸钙的形式和混有硫酸和焦油的硫化物一起排出即成为所谓粗石膏。

但是，当在连续式炭化窑中炭化木材时，用中性醋石溶液从未经冷却的蒸汽气体中抽出醋酸，在喷雾干燥器内蒸发和干燥醋石，则制取醋石和焦油时不用耗费蒸汽，耗费的水分和燃料也不多，并且可以提高醋石的产量。当将醋石加工成醋酸时，得到的粗石膏可用以加工成建筑材料。因此，通过醋石制取醋酸的方法，在进一步加工醋石时需要耗费的蒸汽和水分量是相当少的，可以大大地减少工厂建设的投资，这是目前比较理想的方法。

在这个生产上，木材炭化所需用的原料和设备（干馏釜和冷凝设备）在本书的第一部分已提到过。这里将只叙述加工木醋液的方法。

用木精醋石法加工木醋液的流程圖

第一种流程圖 由木材热解所得到的木醋液中含有酸类、醇类、酯类、酮类、醛类、焦油和其他有机物。分出和分离这些物質主要是基于物理的过程，而只有一部分是属于化学过程。

首先，木醋液澄清时形成兩層：下層是不溶于水的沉淀焦油，上層是由各种有机物組成的輕油的水溶液。

但是，無論怎样仔細地澄清和澄清的时间無論怎样長，得到的沉淀焦油中常常含有相当多的水分、酸类和其他物質。水分、酸类、醇类和其他有机物在焦油中的含量，随这些物質在澄清木醋液中的含量而定，并且这些物質在木醋液中的含量愈高，則轉入焦油中的量也愈多，同时有愈多的焦油溶解在木醋液中。

澄清木醋液中含有中性物質和酸性物質。当用碱加工时，酸类变为鹽类，酚类变为酚鹽，加热时，过剩的碱使酯类皂化，使酚类和醛类生成树脂等。

酸类（醋酸及其同系物）对由鋼和鑄鐵制造的設備有腐蝕作用。因此蒸餾釜必需用銅制或用里面襯有耐酸磚的鉄制釜。如果木醋液經過中和，則可以用沒有內襯的鉄釜。所有这些見解可歸納如下：在工艺合作社的工厂中，澄清木醋液一般用石灰中和，石灰是最容易得到和最便宜的碱。中和以后的木醋液进行蒸餾，蒸出所有易揮發物質和部分水分，餾出物即为粗甲醇；剩下的醋酸及其同系物的鈣鹽水溶液混杂有可溶性焦油以及与石灰同时加入的礦物質。

因为醋酸及其同系物的鈣鹽在热水中和在冷水中的溶解度几乎是一样的，所以想用冷却热的飽和溶液使之結晶的方法来分出它們是不可能的。必須首先將醋石溶液蒸發，然后將得到的粗醋石干燥。在一級的褐醋石中，醋酸及其同系物的鈣鹽含量〔以全干的醋酸鈣 $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 計算〕应不少于67%，而水分的含量不超过10%。

蒸出的粗醇进行精餾和濃縮，选取甲醇、木醇溶剂和木醇油等成品餾份。

第二种流程图 首先將木醋液澄清，得到沉淀木焦油和澄清木醋液。沉淀木焦油进行蒸餾，蒸出混杂有树脂油的酸水；剩下的是木焦油成品。

澄清木醋液进行蒸餾并使它的蒸汽通过石灰乳。由于氢氧化鈣和醋酸、蟻酸、丙酸、丁酸和其他酸类交互作用的结果生成相应的酸的鹽类。酯类部分地皂化，生成酸的鈣鹽和游离醇。因此，可溶性焦油和部分的水分殘留在蒸餾釜內，而石灰乳变为醋酸及其同系物的鈣鹽的水溶液，并混杂有少量的焦油物質。这个溶液蒸發成干渣并將干渣干燥；得到的灰醋石含醋酸及其同系物的鈣鹽80—82%（以醋酸鈣計算）和水分6—8%。

通过石灰乳的各种物質的蒸汽被冷凝而得到粗甲醇；將它进行濃縮和精餾选取甲醇、木醇溶剂和木醇油的成品餾份。

为了保証使木醇溶剂尽可能达到最高的产量，可以通过蒸餾塔先从木醋液中蒸出酯类，將其直接送入冷凝器（不通过石灰乳），然后使木醋液蒸汽通过石灰乳。因此酯类不会皂化，而得到的溶剂产量較大。

其他的流程图 在苏联，木精醋石生产上几乎只用上述的流程图加工木醋液，但是，在个别的情况下也应用其他的流程图。

其中一种流程图是將木醋液澄清和分出沉淀焦油以后进行蒸餾；在蒸餾鍋內殘存部分的水分和可溶性焦油，而所有其余的物質被蒸出并一起被冷凝。蒸餾后的木醋液用石灰中和，其进一步的加工和第一种流程图一样，可以制得灰醋石成品。

有时在冷凝木醋液以前，預先在特設的焦油分离器中从蒸汽气体中分出焦油。

下面只詳細地叙述加工木醋液的第一种和第二种木精醋石生产的流程图。

在沒有蒸汽动力站的工厂中，按第一种流程图加工木醋液和制出木炭、焦油、褐醋石以及粗甲醇

工厂每年（300个工作晝夜）加工5000層积立方米白樺薪材。工

厂中有八个干餾釜，干餾釜的裝料容量为2.1層积立方米薪材，周轉一次为22—24小时。工厂每年能生产125吨褐醋石（含64—66%的醋酸鈣）、40吨濃度为50°的甲醇、60吨焦油和450吨木炭（一層积立方米薪材能出产100公斤）。工厂的厂房是用木头造的。設備的設置按工艺过程分为四个車間，即干餾釜車間、澄清車間、木精醋石車間和蒸發車間（圖62）。

干餾釜車間 干餾釜車間中有排成一系列的和設置在总的磚灶中的八个干餾釜1，干餾釜的下面有爐烟气的支管。每兩個相鄰的干餾釜共有一个烟囱。这种干餾釜已在第九章“干餾釜”一节中叙述过。

磚灶的前面鋪有用角鉄包上的木軌道，以使用小車將薪材送往干餾釜的加热爐。木炭卸入鉄制的熄炭車內，也由这条軌道送出。在干餾釜卸出木炭处的上面有附有导出管的鉄制傘形罩，导出管通出厂房屋頂之外。

干餾釜磚灶的上部表面可供干燥醋石之用；它用磚平砌而成，并抹以泥灰，泥灰是由粘土、石灰和焦油下層水混和而成。

每个干餾釜內的气体 and 蒸汽由銅管导出，送入銅制的空气焦油分离器2（前面叙述过）中。

所有焦油分离器中的焦油沿斜槽3流入焦油槽（焦油收集槽）4內。气体和蒸汽进一步导入銅制的水冷凝器5中，冷凝器放入（兩個在一起）盛水的木槽中。这些木槽摆在厂房外面的屋檐下。水分定期的更換。經冷凝器以后，冷凝物（木醋液）、气体和少量的蒸汽送入气体分离器6中，气体分离器放在冷凝器5的同一个盛水木槽內。帶有少量蒸汽的气体由气体分离器导出，沿导管7送入木制的裝滿树枝的洗滌塔8中，气体由洗滌塔沿导管向外排出，而含有醋酸和醇的冷凝物流入槽內。

澄清車間 冷凝物（木醋液）由气体分离器6流入总的斜槽，斜槽將它导入四个澄清槽9的第一个澄清槽中。澄清槽为木制槽，排成一系列，这样，木醋液可以沿上部相連接的斜槽自行流通，由第一个澄清槽流入第二个澄清槽，由第二个澄清槽流入第三个澄清槽等。澄清槽的底部沉积有沉淀焦油層，它定期地放入木桶內。在正常操作的情况

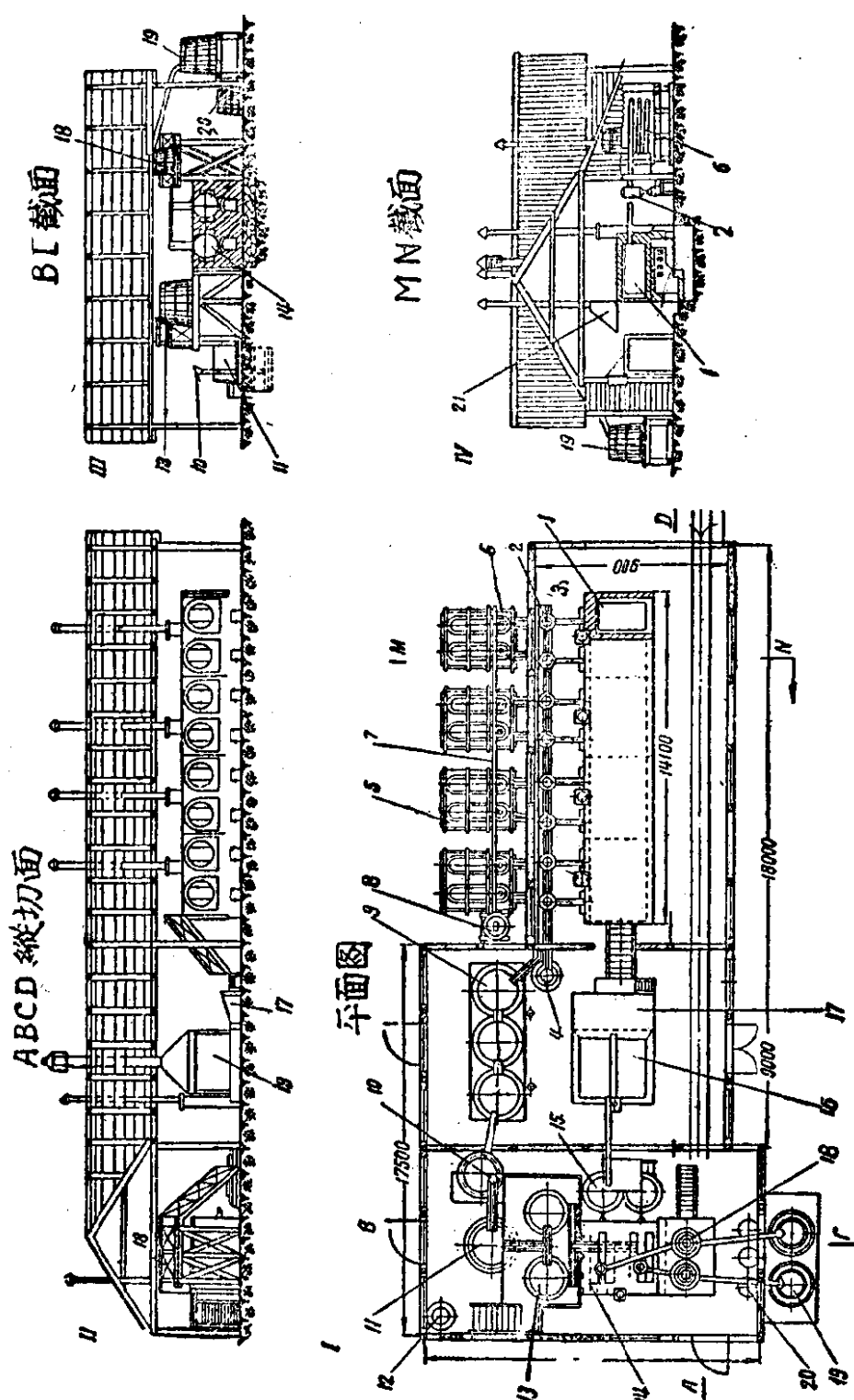


圖6-2 最簡單の木精醋石工厂

I—平面圖；II—縱截面圖；III和IV—橫截面圖；1—干餾釜，2—焦油分离器，3—焦油的斜槽，4—焦油槽，5—冷水冷凝器，6—气体分离器，7—气体导管，8—洗滌塔，9—澄清槽，10—手泵，11—中和槽，12—石灰乳制备槽，13—由中和槽II送来的木醋液的澄清槽，14—醇蒸餾釜，15—澄清槽，16—蒸發槽，17—流液板（Стекатель），18—醇蒸餾釜的蒸餾塔，19—冷凝器，20—甲醇槽，21—傘形罩和烟气管

下，最后一个澄清槽中的木醋液已不含沉淀焦油。木醋液澄清得愈好，制得的醋石愈純淨，醋酸及其同系物的鈣鹽含量也愈大。为了完全除去沉淀焦油，必需使木醋液通过全部澄清槽的时间不少于三晝夜，为此，全部澄清槽的容量应等于工厂三晝夜所能加工の木醋液量。在气温低的车間中，沉淀焦油的沉淀比温暖的车間中为慢；因此

澄清槽应設在有暖气的房間內。

澄清木醋液的組成爲：酸類（以醋酸計算）7—10%、含丙酮的甲醇3%、可溶性焦油7%、水分80—83%。沉淀焦油的組成爲：醋酸2%、水分17.5%、焦油80.5%。一層積立方米白樺薪材能產10公斤無水焦油。

木精醋石車間 澄清木醋液由最後的澄清槽9用手泵10泵入中和槽11中，在中和槽內進行木醋液的中和，即用石灰中和其中的酸類。這個手續應該慢慢地和仔細地進行，否則就會影響石灰的耗用量和醋石的質量。

絕對不能用生石灰中和木醋液，因為木醋液被急劇地加熱，會使部分的丙酮和其他易揮發物質揮發。也絕對不要將大塊的消石灰放入木醋液中，因為當它的外面被焦油（可溶性焦油）被復時即停止反應，這樣就會增加石灰的耗用量和使醋石的質量降低（因含有氫氧化鈣混雜物）。而且將這種醋石加工成醋酸時，硫酸的耗用量較大。因此，澄清木醋液應用石灰乳中和，石灰乳在另設的槽12內製備。將石灰乳加入木醋液中時，應在仔細的攪拌下少量地分次加入。

✓ 隨着酸類的中和，溶解在里面的部分焦油浮出液面；將它舀去。關於木醋液的中和是否完全，可按它的顏色變化（溶液由酒紅色變為黃褐色）來判斷，或用試紙（石蕊試紙或酚酞試紙）試驗。操作得好時，在被中和的木醋液中既沒有過剩的石灰，也沒有游离酸；如石灰過多時，像前面說過的，將醋石加工成醋酸時是有害的，如木醋液中含有游离酸時，則進一步將醋石加工成醋酸時，游离酸會轉入甲醇中使甲醇的質量降低。

木醋液由中和槽11唧入木制澄清槽13中，在這裡泥渣從木醋液中下沉，泥渣中含焦油、高級脂肪酸的鹽類、酚的鈣鹽和不溶於水中的礦物質，例如鋁和鐵的硅酸鹽，它們是隨着石灰乳混入木醋液中的。澄清以後的木醋液由澄清槽13自行流入兩個醇蒸餾釜14，醇蒸餾釜的構造如圖63所示。

醇蒸餾釜1是由鐵板鉚接而成，圓筒形，水平地砌於磚灶2中。蒸餾釜的直徑為1.8米，長2.5米，有效（裝料）容量約為2立方米。

蒸餾釜的上表面有加料口 3 和連接分餾塔的孔口 4，甲醇蒸汽經这个孔口导出。在后边下面的底部有醋石溶液的放出管 5。在磚灶中蒸餾釜的下面設有加热爐 6，加热爐有供燃燒薪材的水平爐柵；爐烟氣在加热爐后面的末端向上进入烟道 7，沿烟道繞蒸餾釜一周，加热蒸餾釜下半部的側壁，然后由烟囱 8 逸出。如果兩個蒸餾釜并列地設置时，則可以共設一个总烟囱。

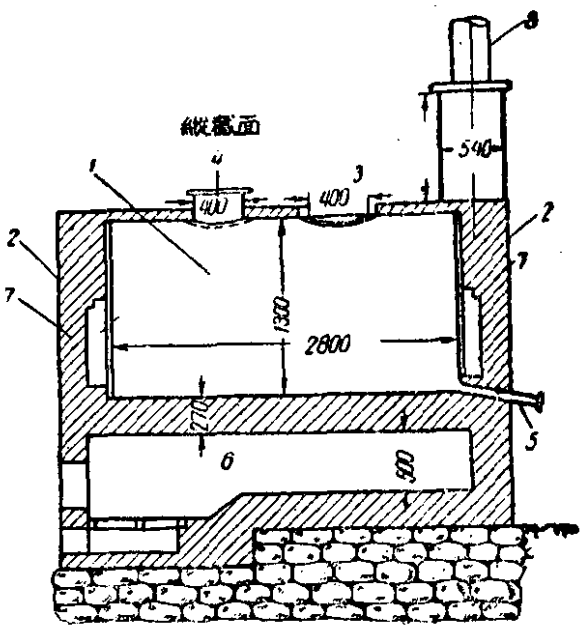


圖63 醇蒸餾釜（垂直縱截面）

1—蒸餾釜，2—磚灶，3—加料口，4—孔口，5—放出管，6—加热爐，7—烟道，8—烟囱

蒸餾釜的孔口設精餾甲醇的分餾塔（圖64）。分餾塔 1 为鉄制，有石綿的热絕緣。下部有具孔隔板 2，隔板上有一厚木炭層

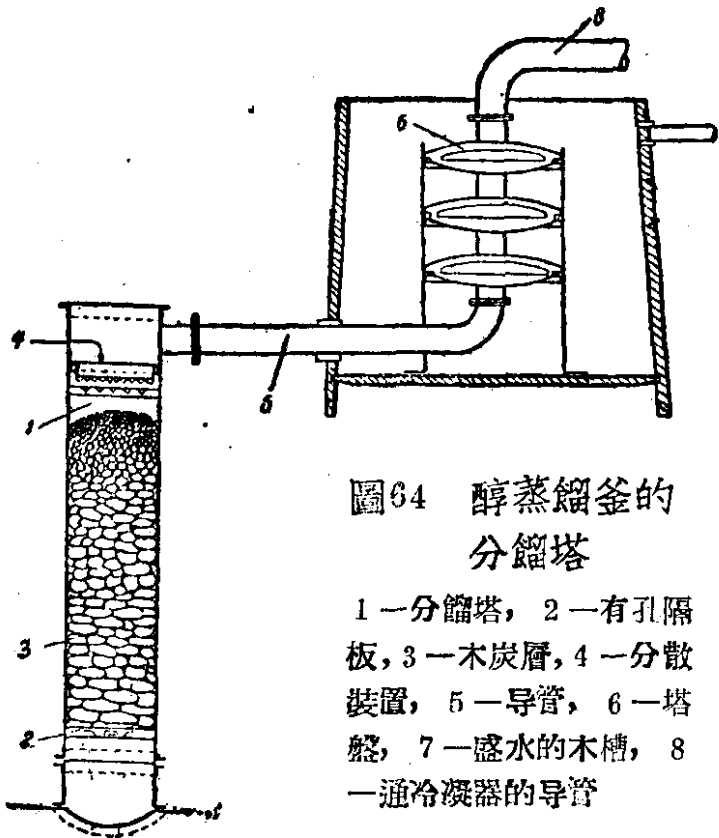


圖64 醇蒸餾釜的分餾塔

1—分餾塔，2—有孔隔板，3—木炭層，4—分散裝置，5—导管，6—塔盤，7—盛水的木槽，8—通冷凝器的导管

3，下部堆大塊木炭，上部堆小塊木炭。木炭上部有回流液的分散裝置 4。回流液从上部流入水平的斜槽，斜槽的横截面为三角形，每一个邊緣有五个缺口；回流液沿缺口流入五个同样的斜槽中，五个斜槽的位置是和第一个斜槽垂直。回流液由下面的五个斜槽流到木炭層上，回流液是在分餾塔的整个横截面上均匀地噴淋木炭。这个分餾塔阻留最不易揮

發的焦油物質，焦油物質被冷凝并流回蒸餾釜中。水分、甲醇、丙酮和其他易揮發物質的蒸汽沿导管 5 导出，并由下而上的順序地通过三个塔盤 6，塔盤放在盛水的木槽 7 中。每一个塔盤是由两个銅盤邊緣銲接而成，而在它們的内部支架上面有第三个銅盤。气体和蒸汽从下部送入，在上部和内部銅盤之間由邊緣通向中心，并沿与上面的中間塔盤相接的导管向上流动。塔盤是分凝器。沸点較高的蒸汽被冷凝，冷凝物向下流入分餾塔中，而其余的蒸汽和全部的气体沿导管 8 进入冷凝器。比較好的塔盤在每一个塔盤上都有單独的盛水的容器，底下的塔盤上的水分是从上部塔盤流下来的；水分送入上面的塔盤的容器內，然后沿連接管流入下部塔盤的容器內，并由下部的容器內向外排出。这里是按照逆流的原理的。

冷凝器（圖65）是將銅蛇管 1 裝設在盛水的木槽 2 中而成；水分沿导管 3 送入槽底，而从上部旁边的导管 4 由槽內流出。这个冷凝器設在工厂厂房的外面。在冷凝器中冷凝甲醇、醛类、酯类、丙酮、丙烯醇、水分和其他物質，冷凝物流入設在厂房里面的槽內。冷凝物的濃度为 50—60%。

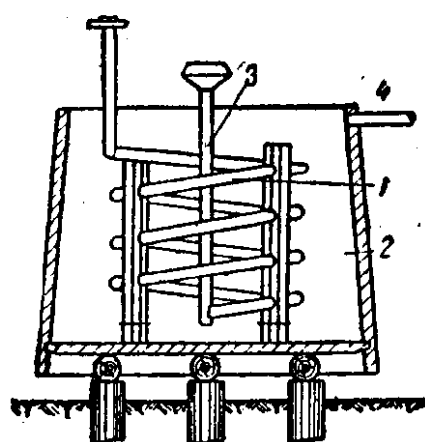


圖65 醇蒸餾釜的冷凝器

1—蛇管，2—盛水的木槽，
3—放入冷却水的导管，4—
排出廢水的导管

蒸發干燥車間 醇类蒸餾完畢时，蒸餾釜 14（圖62）中留下的是醋石的水溶液（醋酸及其同系物的鈣鹽，并含有焦油和礦物質混杂物）；它沿放出管放入木制澄清槽 15 中。澄清以后的醋石溶液含鈣鹽 9—10%（以醋酸鈣計算），用手泵 10 將它唧入蒸發槽 16。

蒸發槽 1（圖66）有兩個。它是由鉄板鉚接而成，并列的砌于磚灶 2 中。磚灶的前壁上有兩個燃燒薪材的加热爐 4 的入口孔 3，加热爐設有爐柵。爐烟气通过烟道 5 加热蒸發槽的底部和側壁的下部；首先它流向蒸發槽的后端，然后流向前端，由这里进入兩個蒸發槽的总烟囱 6。蒸發槽上面有鉄罩，鉄罩上有导出水蒸汽的导管，导管通出

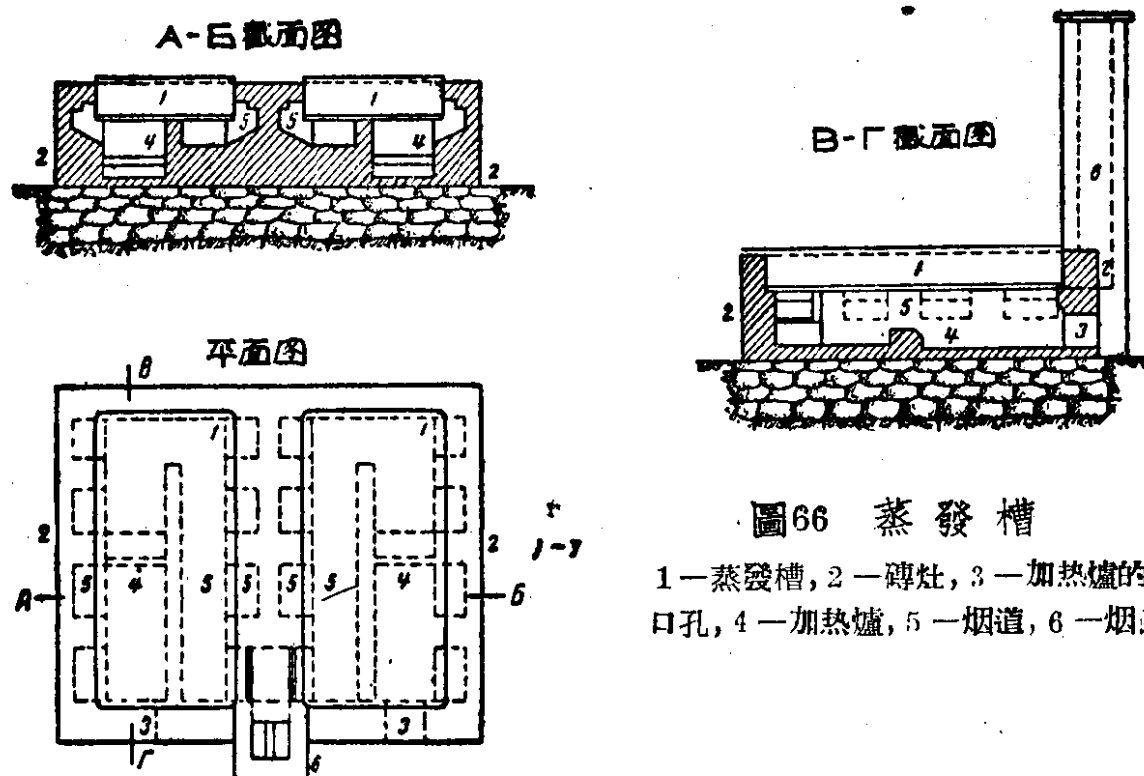


圖66 蒸發槽

1—蒸發槽, 2—磚灶, 3—加熱爐的入口孔, 4—加熱爐, 5—煙道, 6—煙囪

工厂厂房屋頂之上。蒸發槽的后面有傾斜的木制的流液板17(圖62)。

随着蒸發槽內醋石溶液中水分的蒸發, 溶液中的鈣鹽濃度增加, 并分出这些鹽类的結晶。不能讓这些結晶在蒸發槽的底上結塊, 因为它妨碍爐烟气向溶液傳送热量。当很好的蒸發和仔細攪拌时可以得到糊狀物, 其中含50%的結晶和50%的飽和的母液, 并且整个蒸發槽的底部都盖着薄層的母液。这种糊狀物留在流液板上, 母液由这里流回蒸發槽中。粗醋石則从流液板裝入小車內, 然后將小車推到干餾釜的磚灶上面, 在这里鋪开成薄層。

醋石層在干燥时应当由人工时常翻动和轉換位置, 否則, 下面的醋石將过热, 达 200° 时醋石按下反应开始分解:



丙酮將呈蒸汽状态逸去而耗失, 而碳酸鈣則留在醋石中, 降低醋石的質量。

用硫酸分解醋石时, 殘留的 CaCO_3 会耗費較多的硫酸, 由于生成 CO_2 , 反应物料將起泡。

当仔細操作时, 得到的全部醋石的含水量不超过10%。

醋石干燥之初, 湿醋石帶黃色, 慢慢轉变成深褐色或黑色, 然后

变成灰色或深褐色。醋石干燥完畢以后应使冷却，然后过篩和包裝（用席包或紙袋）。干燥的时间为24小时。

上述的工厂是沒有蒸汽动力站的，这里的所有設備都用直火加热。液体的压送都是用人工。冷凝器不是用流水，而是定期的更換冷水。所有这些不利条件都影响到产品的产量和質量。例如制得的醋石是褐色和二級，甲醇的总濃度只有50%，而沉澱焦油的含水量約为10%。

工艺合作社中的是比較大型的工厂，工厂中有12、16或24个容量为3.1層积立方米薪材的干餾釜。有16个干餾釜、有蒸汽动力站、有用蒸汽的蒸餾和蒸發設備的工厂，每年能加工1.5万層积立方米白樺薪材，可以制得80%的灰醋石和濃縮的醇（濃度在90%以上）。

在比較大型的工厂中按第二种流程圖加工木醋液

比較大型的木精醋石工厂按第二种木精醋石制造的流程圖操作。这些工厂得到的木醋液先行澄清以后，在三鍋設備內进行加工，得到的主要产品是焦油、甲醇、木醇溶剂和灰醋石。

三鍋設備 它是由三个銅鍋和一个冷凝器順序連接而成（圖67）。第一鍋（蒸發鍋）1的直徑为3156毫米，高为2370毫米。銅鍋的下部有銅蛇管2，通以6个大气压的閉汽，銅蛇管的加热面为10.4平方米。銅鍋的底部有釜殘焦油的放出管3，盖上有清扫口4和接头5，接头5接以导管6，还有安全閥7；蒸餾釜上部的側壁上有接头8，它和輸送木醋液的导管相連接。

蒸汽沿导管6由蒸發鍋送入第二鍋（飽和鍋）9中，导管几乎通到底部，末端有漏斗形物10，漏斗的直徑为680毫米，下部邊緣有鋸齒形缺口。第二鍋的內徑为2600毫米，高为1430毫米。第二鍋的底部有醋石溶液的放出管11；在側壁上有清扫口12和石灰乳的导管13。盖上有导入石灰乳的导管14，此外还有清扫口15、接头16、安全閥17和导出管18，蒸汽由导出管18导入第三鍋（飽和鍋）19中；第三鍋的內徑为1000毫米，高为1300毫米。导管几乎伸到第三鍋的底部，而导管的末端是起泡器。

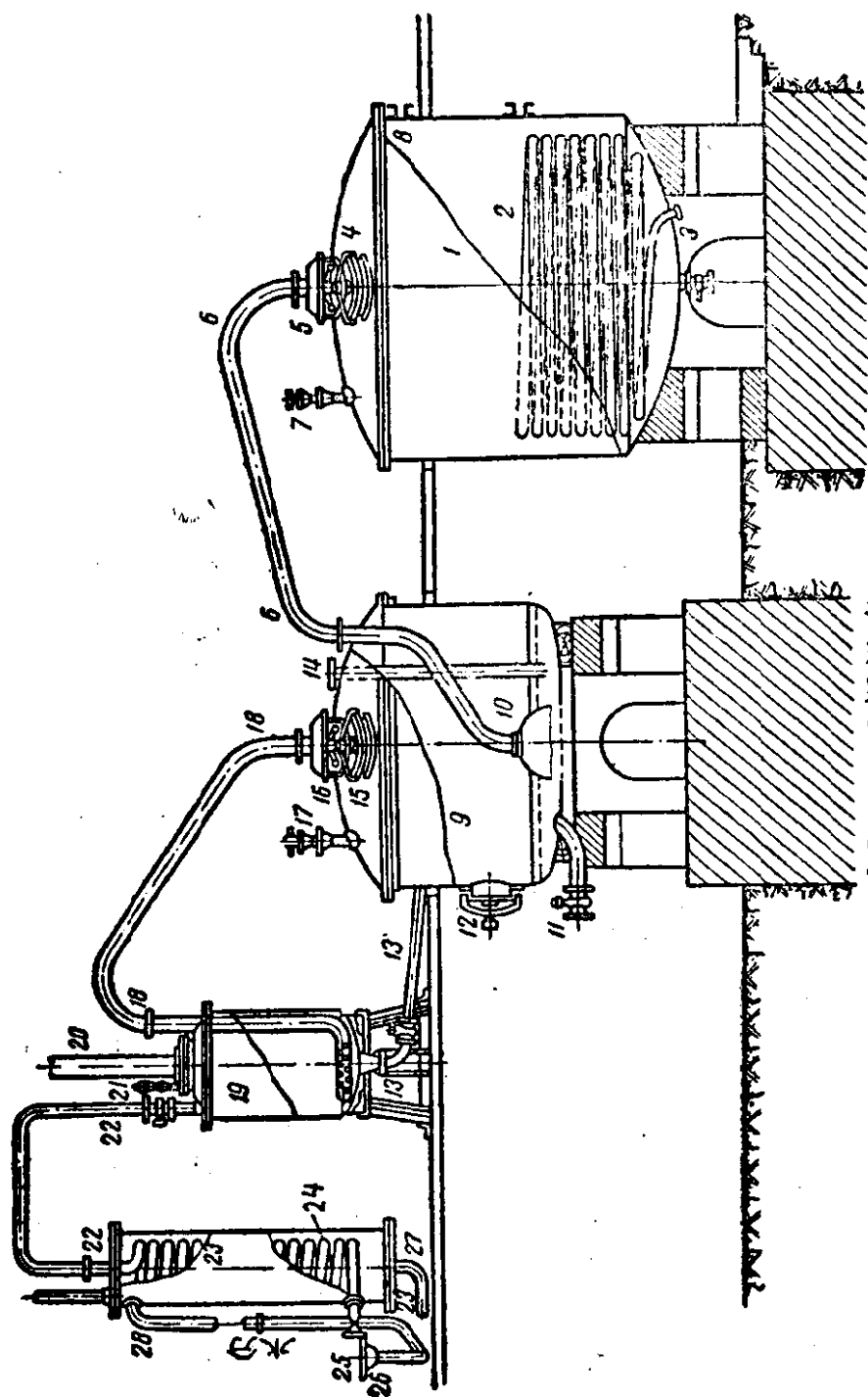


圖67 三鍋設備

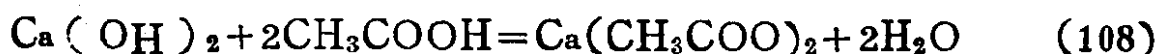
1—第一鍋(蒸發鍋), 2—蛇管, 3—放出口, 4—清出口, 5—出口接头, 6—由蒸發鍋導向第二鍋(飽和鍋)的導管, 7—安全閥, 8—輸送木醋液的導管接头, 9—第一鍋(飽和鍋), 10—漏斗形物, 11—放出口, 12—清出口, 13和14—導入石灰乳的導管, 15—清出口, 16—出口接头, 17—安全閥, 18—由第二鍋導向第三鍋(飽和鍋)的導管, 19—第三鍋(飽和鍋), 20—導出管, 21—安全閥, 22—由第三鍋導向冷凝器的導管, 23—冷凝器, 24—蛇管, 25—窺視器, 26—放出口, 27和28—通冷却水的導管

鍋底有放出醋石溶液的导管；导出管20通过鍋盖將蒸汽导入大气中（通出車間厂房屋頂之上）。此外，盖上并裝有安全閥21和导管22，导管22使銅鍋19与冷凝器23的蛇管相連接。

冷凝器外壳的大小为：直徑636毫米、高580毫米。蛇管24有19圈；蛇管的末端在外壳之外和放出管26相接，放出管上有窺視器25，导管27和28用以通冷却水。

三鍋设备的操作进行如下。第一鍋（蒸發鍋）裝澄清木醋液，裝达鍋高的四分之三处，第二和第三鍋（飽和鍋）中裝入石灰乳，石灰乳的比重为1.091，氧化鈣（ CaO ）的含量为115克/立升。知道了木醋液中酸类的含量百分率（以醋酸計算）以后，就可以計算每立升木醋液所需要的石灰乳量。

由下反应式可以看出：



每立升含10%（按重量）醋酸的木醋液需用比重为1.091的石灰0.41立升。

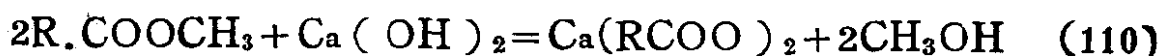
第一鍋（蒸發鍋）的蛇管中通以閉汽。在这个鍋內蒸發木醋液所生成的蒸汽，依次地导入第二鍋、第三鍋，最后导入冷凝器中，冷凝物由冷凝器流經窺視器导入收集槽。

蒸汽鼓泡通过石灰乳时發生下列反应：

揮發酸和石灰乳按下式發生中和反应：



部分的酯类受热的石灰乳的作用按下式發生皂化反应：



木醋液中所含的游离醇的蒸汽和在飽和鍋中由于酯类皂化而生成的醇类的蒸汽、丙酮蒸汽、部分的醛类的蒸汽和水蒸汽等导入冷凝器中。所有这些汽态有机物都被冷凝而得到粗醇。

当第二鍋（第一个飽和鍋）中的全部的石灰乳变为醋石溶液时，將它放入醋石溶液的澄清槽中。將第三鍋（第二个飽和鍋）的石灰乳轉入第二鍋（第一个飽和鍋）內，然后在第三鍋內放入新鮮的石灰乳；在轉換期間，第一鍋（蒸發鍋）內停止送入加热蒸汽。