

酒精精餾設備

〔蘇〕Г. И. 費爾特曼 著

輕工業出版社

TQ051.81

3931

81.642

268

~~0250-58~~

酒精精餾設備

[苏] Г.И. 費爾特曼 著

李 任 远

合譯

沈 之 申
江苏工业学院图书馆
藏 书 章

輕工業出版社

1958年·北京

內容介紹

本書內容新穎，書內扼要而系統地介紹了粗餾酒精和精餾酒精的技術要求，酒精蒸餾及精餾原理，粗餾設備、精餾設備、間歇式精餾設備的操作，現代精餾方法，連續式精餾設備的操作以及車間安全技術及工業衛生等。

在我國生產大躍進新形勢下，為薯類及白酒生產找出路，主要是制成酒精。酒精生產的主要設備是粗餾塔及精餾塔，這本書所介紹的就是這方面的技術。

本書可供酒精廠的技術人員、蒸餾工人和有關中等技術學校及高等學校的師生參考，以及供培養蒸餾工人及一般技術干部的教材。

Ректификационный и брагоректификационный Аппараты

Г. И. Фертман

пишпромпиздат Москва 1956

本書根據蘇聯國立食品工業出版社 1956 年版譯出

酒 精 精 餾 設 備

〔蘇〕 Г. И. 費 爾 特 曼 著

李任遠 沈之申 合譯

輕工業出版社出版

（北京廣安門內白廣路）

北京市書刊出版業營業許可証出字第 009 號

北京市印刷一廠印刷

新 華 書 店 發 行

787×1092 公厘 5⁶/₃₂ 1 磅頁印張·70,000 字

1958 年 10 月 第 1 版

1958 年 10 月 北 京 第 1 次 印 刷

印數：1—6,500 定 價：(10) 0.50 元

統一書號：15042·409

目 录

序言

1. 粗餾酒精和精餾酒精的技术要求	7
粗餾酒精	7
精餾酒精	8
2. 酒精蒸餾及精餾原理	12
酒精及水的蒸汽压力	13
酒精和水混合物的沸点	14
酒精在液体和蒸汽中的含量比例	14
复式蒸餾	16
分凝	18
乙醇之杂质	19
蒸發系数	20
精餾系数	22
3. 精餾設備	25
間歇式精餾設備	25
連續式精餾設備	28
精餾設備的組成部分	29
蒸餾罐	30
精餾塔	31
分凝器	34
冷却器和冷凝器	35
酒精檢驗罩	36
蒸汽調節气器	37
真空開閉器	41
杂醇油分离器	42

杂醇油洗涤器	43
试样冷却器	45
酒精混合器和预热器	46
4. 粗馏设备	47
粗馏设备的装置	47
半直接式粗馏设备	48
间接式粗馏设备	52
5. 间歇式精馏设备的操作	54
精馏产品	54
精馏设备的操作	56
粗馏酒的验收	58
粗馏酒的化学处理	61
蒸馏罐上酒(装料)	65
精馏器的预热	65
酒精馏出	66
蒸馏罐放空	71
制成酒的交验	71
6. 现代的精馏方法	73
复式浓上酒与周转酒处理同时进行的精馏方法	73
连续装料法	78
高纯度精馏酒精的制造	83
7. 连续式精馏设备的操作	88
高纯度精馏酒精的制造	94
8. 粗馏设备的操作	96
汽水试验	96
粗馏设备的操作	97
停机	101
9. 蒸馏车间的安全技术及工业卫生	101

酒精精餾設備

[蘇] Г.И.費爾特曼 著

李 任 远
沈 之 申 合譯

輕工業出版社

1958年·北京

目 录

序言

1. 粗餾酒精和精餾酒精的技术要求	7
粗餾酒精	7
精餾酒精	8
2. 酒精蒸餾及精餾原理	12
酒精及水的蒸汽压力	13
酒精和水混合物的沸点	14
酒精在液体和蒸汽中的含量比例	14
复式蒸餾	16
分凝	18
乙醇之杂质	19
蒸發系数	20
精餾系数	22
3. 精餾設備	25
間歇式精餾設備	25
連續式精餾設備	28
精餾設備的組成部分	29
蒸餾罐	30
精餾塔	31
分凝器	34
冷却器和冷凝器	35
酒精檢驗罩	36
蒸汽調节气器	37
真空开閉器	41
杂醇油分离器	42

杂醇油洗滌器	43
試样冷却器	45
酒精混合器和預热器	46
4. 粗餾設備	47
粗餾設備的裝置	47
半直接式粗餾設備	48
間接式粗餾設備	52
5. 間歇式精餾設備的操作	54
精餾产品	54
精餾設備的操作	56
粗餾酒的驗收	58
粗餾酒的化学处理	61
蒸餾罐上酒(裝料)	65
精餾器的預热	65
酒精餾出	66
蒸餾罐放空	71
制成酒的交驗	71
6. 現代的精餾方法	73
复式濃上酒与周轉酒处理同时进行的精餾方法	73
連續裝料法	78
高純度精餾酒精的制造	83
7. 連續式精餾設備的操作	88
高純度精餾酒精的制造	94
8. 粗餾設備的操作	96
汽水試驗	96
粗餾設備的操作	97
停机	101
9. 蒸餾車間的安全技术及工業衛生	101

序 言

乙醇，俗称酒精，在国民經济中用途很广。它除了可以制成多种多样的配制酒外，还广泛地用来作为許多工业部門的原料。例如，在合成橡胶、油漆、药品、葡萄酒、香料制品等生产中，均应用酒精。

乙醇是一种有折射性的無色透明液体，具有特别的气味和辛辣的味道，能与水以任何比例混合。乙醇的吸水能力很强，它能从空气或其它物質中吸收水。如果把酒精与水混合，其混合物就会發热。每1公斤混合物的释热量(混合热量)取决于被混酒精和水的比例及其温度。当混合物濃度約为36.3%(容积濃度)时，释热量最大。酒精与水混合后，混合物的容积会减少。例如：50份(容积)酒精与50份水相混合时，其混合物的容积不是100而是95.4。酒-水混合物的容积縮减情况視酒精与水的混合比而不同。当混合物的濃度为54~56%(容积)时，其容积縮减数值最大(100升混合液縮减3.679升)。酒-水混合物的容积收縮和热量的釋出显示酒精分子和水分子相互作用时所發生的反应。因此，不能把酒-水混合物看作机械混合物。

20°时的無水酒精与4°时水的比重 $\left[d\left(\frac{20^\circ}{4^\circ}\right)\right]$ 等于0.78927。酒-水混合物的比重低于水的比重(水在4°时的比重为一个單位)，而高于無水酒精的比重，並且混合物的一定比重与混合物內含酒精量的一定百分率是完全相适应的。因此，根据用酒精比重計以測定混合物比重的方法即可測定酒-水混合物內的酒精含量(酒精濃度)。酒-水混合物的比

重也取决于温度。混合物加热时，容积即增大；冷却时，容积即减小；当温度改变时，酒精和水的容积亦随之發生不同程度的变化。因此，为了正确地計算酒精，酒精計采用标准温度（20°）。以 20° 时的容积百分比所表示的混合物濃度是 100 份（容积）的酒-水混合物在 20° 时所含的無水酒精容积份数（ГОСТ 3639—50）。酒-水混合物的容积以 +20° 时升数表示之。

乙醇易于燃燒，火苗呈淡藍色，微亮無烟。1 公斤乙醇燃燒后，可产生 6364 大卡的热量。無水酒精的閃点为 +12°，濃度 96%（容积）的酒精，其閃点为 +14°。为 1 升空气中，含酒精 0.0733~0.256 克，該酒精气体就会成为一种爆炸性混合物。

在标准压力（760 毫米水銀柱）下，酒精的沸点为 78.3°。乙醇的一个重要特性是它的揮發性，后者对乙醇的精制具有很大意义。

酒-水混合物的沸点是与其酒精含量相适应的。酒精比水易于揮發。当混合物沸騰时所揮發出的气体內含酒量要比液体大。人們就利用酒精的这个特性，用重复蒸餾的方法，使酒精濃度增大，以制得粗餾酒精和酒精生产的最終成品——精餾酒精。

在酒精厂中，乙醇是由含淀粉質原料（馬鈴薯、谷物、玉米等）或含糖原料（甜菜糖蜜，很少用甜菜）加工制成的。馬鈴薯是酒精生产中最重要原料。

用馬鈴薯制造酒精的第一道工序是洗滌。馬鈴薯洗淨后，在高压下蒸煮。將蒸煮后的馬鈴薯糊液与麦芽乳相混合，淀粉即發生糖化作用，从而取得糖醪，再用由糖醪制成的酒母將这种糖醪發酵。經過 2~3 晝夜的發酵以后，即可制得含酒精 8~9% 的成熟發酵醪。

采用谷物作原料制造酒精时，则取消洗涤工序，而代以谷物皮壳处理工序，将谷物进行预备处理。采用甜菜糖蜜制造酒精时，用酒母使制备好的稀糖液发酵，同样也可以制得成熟发酵醪。成熟发酵醪内，除含有乙醇和水外，尚含有酒精发酵时所生成的其他物质：醛、酸及高级醇。

成熟发酵醪经粗馏设备蒸馏后，即得粗馏酒精，将所得粗馏酒精用间歇式或连续式精馏设备精馏后，即得精馏酒精。此外，精馏酒精亦可用粗馏设备直接从醪液酒中制取。精馏设备及粗馏设备的操作是否正常，关系到成品的质量和收得率。

精馏设备和粗馏设备除了可馏出普通精馏酒精外，尚可馏出高纯度的精馏酒精。近年来，高纯度精馏酒精的需要量已增加。预计，由于改用高纯度酒精制造伏特加酒，今后高纯度酒精的需要量还会增加。

为了保证生产质量特别高的精馏酒精，酒精厂及配制酒制造厂曾采取了不少有关的措施，如采用新的精馏设备，改进许多原有的精馏设备，改进精馏方法等。生产革新者——先进工人——曾提出过很多有关精馏设备的新操作方法。先进经验的推广有助于改进精馏设备的操作。按照时间表进行操作，是蒸馏室最有效的操作方法之一；时间表上载有精馏设备的操作制度指标（各类酒的放出速度，检验点的压力及温度等等），此外，还采用各种控制测量仪表。这种方法能使操作过程均衡和最大限度地利用设备，并能提高技术水平。

本书扼要地叙述了酒精蒸馏和精馏原理、精馏设备的构造及其操作等问题，可作为培养专业干部的教材。

1. 粗餾酒精和精餾酒精的技术要求

酒精精餾的目的是制取精餾酒精，即制取符合标准要求的高純度酒精。使用精餾設備進行酒精的精制操作，技術上稱為酒精精餾。所謂精餾過程就是多次重複的蒸餾，隨著重複蒸餾，上升的蒸汽即同與其相對流的液體（回流）相互作用，回流是在蒸汽發生部分冷凝時產生的。

在酒精廠和配制酒廠中，精餾酒精是用精餾設備由粗餾酒精制取的。酒精廠也有用初餾設備直接從發酵醪制取精餾酒精的。

粗 餾 酒 精

將成熟的發酵醪裝入粗餾設備中，通過蒸餾使揮發性物質與不揮發性物質分離，從而制得餾出物——儘可能提濃的粗餾酒精。

蒸餾發酵醪而制得的粗餾酒精，除含乙醇外，尚含有揮發性的發酵副產物——醛，雜醇油以及揮發性酸、酯等。

粗餾酒精是許多工業部門的工業原料，所以有些酒精廠專門生產粗餾酒精。

根據蘇聯國定標準（ГОСТ）131—51 的規定，對粗餾酒精提出以下幾項基本要求。由於所用原料不同，粗餾酒精分為兩種：

1. 用谷物或馬鈴薯制成的；
2. 用甜菜糖蜜制成的。

酒精的感官性狀應符合表 1 的要求。

粗餾酒精的物理-化学指标应符合表 2 的要求。

苏联固定标准还規定作特殊用途的粗餾酒精，其含醛是不得大于 0.02% (容积)，其酸度是每升無水酒精不得大于 80 毫克 (換算为醋酸)。

表 1 粗餾酒精的感官指标

指 标	粗餾酒精的特性	
	用谷物和馬鈴薯制得的	用糖蜜制得的
外觀.....	透明液体無杂质微粒及混濁	
顏色.....	無 色 液 体	
气味.....	具有用谷物和馬鈴薯制得的酒精的特殊气味	具有用糖蜜制成的酒精的特殊气味

表 2 粗餾酒精的物理-化学指标

指 标	粗餾酒精定額	
	用谷物和馬鈴薯制得的	用糖蜜制得的
酒精含量以% (容积) 計, 不低于.....	88	88
醛含量以% (容积) 計, 換算成無水酒精) 不大于.....	0.03	0.05
酯含量, 以毫克計, (換算成乙酸乙酯)		
每升無水酒精不大于.....	500	300
甲醇含量(以%容积)計, (換算成無水酒精) 不大于.....	0.13	—

精 餾 酒 精

制造伏特加酒、各种配制酒、葡萄酒、葯品等都需要較純淨的酒精。这种酒精就是精餾酒精，它可用精餾設備由粗餾酒精制得，也可用初餾設備直接由發酵醪制得。

根据純度和制取方法的不同，酒精分为精餾酒精和高純度酒精。高純度酒精系采用間歇式精餾設備以緩慢蒸餾法或

兩次精餾法制得，如採用連續式精餾設備，則通常以緩慢蒸餾法進行精餾。

蘇聯國定標準 (ГОСТ) 5962—51 的技術條件，適用於由谷物、馬鈴薯及甜菜糖蜜作原料制成的粗餾酒精經過精餾而制成的精餾酒精。

精餾酒精和高純度酒精，因其原料不同而分為以下兩種：

1. 由谷物及馬鈴薯制得的，
2. 由甜菜糖蜜制得的。

精餾酒精的感官指標見表 3。

表 3 精餾酒精的感官指標

指 標	酒精的特性
外觀.....	透明液體，無雜質微粒及淀粉渣
顏色.....	無色液體
氣味.....	視所用原料(谷物，馬鈴薯及糖蜜)不同，精餾酒精和高純度酒精的氣味各異，無難聞氣味

精餾酒精的物理——化學指標應符合表 4 的要求。

表 4 精餾酒精的物理—化學指標

指 標	精餾酒精定額	
	精餾酒精	高純度酒精
乙醇含量以%(容積)計，不低於.....	95.5	96.2
純度試驗(用硫酸).....	純度應合格	
鹼化性試驗，以分鐘計，不低於.....	20	30
醛含量以%(容積)計(換算成無水酒精)，不大於.....	0.003	0.0005
奈醇油含量以%(容積)計，(換算成無水酒精)，不大於.....	0.003	0.0005
酯含量，以毫克計，(換算成乙酸乙酯)，每1升無水酒精不大於.....	50	30
甲醇試驗(用重硫酸品紅試劑).....	合 格	
糠醛含量.....	不 許 存 在	

根据双方同意，濃度达 95~95.5% 的精餾酒精，如果符合其他所有技术条件，亦可驗收。

表 5 为粗餾酒精的一般成分比較以及符合标准要求的精餾酒精和高純度酒精的指标比較。

表 5 粗餾酒精和精餾酒精比較表

指 标	粗 餾 酒 精		精 餾 酒 精	高 純 度 酒 精	粗 餾 酒 精 的 精 制 率			
	用 谷 物、馬 鈴 薯 制 成 的	用 糖 蜜 制 成 的			制 造 精 餾 酒 精 時		制 造 高 純 度 酒 精 時	
					用 谷 物、馬 鈴 薯 制 成 的	用 糖 蜜 制 成 的	用 谷 物、馬 鈴 薯 制 成 的	用 糖 蜜 制 成 的
濃 度 % (容 積).....	88.0	88.0	95.5	96.2	1.08	1.08	1.1	1.1
醛 類 % (容 積).....	0.03	0.05	0.002	0.0005	7	25	60	100
杂 醇 油 % (容 積)...	0.4	0.4	0.003	0.0005	133	133	1250	1250
酸 类, 毫 克 / 升.....	80	120	—	—	—	—	—	—
酯 类, 毫 克 / 升.....	500	300	50	30	10	6	17	10

由表 5 可以看出，在制得精餾酒精时，杂質的总含量大致可由粗餾酒精的 0.5% 降低到精餾酒精的 0.005%，即降低到 $\frac{1}{100}$ ，而某些杂質含量的降低，比这个数字还要大。高純度酒精的杂質含量更加微少，接近于 0.001%，即比精餾酒精低 $\frac{4}{5}$ ，比粗餾酒精 低到 $\frac{1}{500}$ 。不言而喻，粗餾酒精的精餾对于清除杂質是有何等重要意义。

上述的精餾酒精技术条件指标，除感官要求（顏色、气味）外，还包括一系列的質量指标。

酒精濃度系根据苏联 国定标准 (ГОСТ) 3639—50 用帶有八个小砵碼的金屬制的酒精計或 0.1 級玻璃制的酒精計測定，根据酒精計的讀数和在特备的酒精度表上的温度即可查得酒精的濃度以及 20° 时該濃度的酒-水混合物中所含無水酒精的升数。

酒精雜質系採用純度試驗（用硫酸以 10:10 進行）和氧化性試驗（用高錳酸鉀溶液進行）來測定。

如試驗的酒精，只含有標準所允許的雜質並無其他雜質，那末酒精與化學純硫酸以 10:10 混合並加熱至沸騰而又冷卻後的混合液應無色。含有雜質的酒精，如用硫酸燒後，混合物的顏色會變黃，酒精內雜質含量愈多，顏色就愈深。

根據 М. Г. 庫切洛夫 (М. Г. Кучеров) 的研究結果，如果酒精的雜質（再無其他雜質）含量不大於下列數字時，酒精在上述條件下：加熱不會變色：醛類 0.001%，異丁醇 0.0075%，異戊醇 0.005%，糠醛 0.0001%。由此可見，醛類對於純度試驗的靈敏度比雜醇油大 4 倍。

氧化性試驗（用高錳酸鉀溶液）系根據酒精中某些雜質具有能使溶液發生脫色作用的特性而進行的。酒精的雜質含量愈高，脫色速度則愈快。這個反應是由于酒精的某些雜質對於高錳酸鉀溶液具有還原作用，這一試驗使我們知道酒精被飽和化合物染污的程度，而它對不飽和醛尤其敏感。符合標準的精餾酒精，在加入高錳酸鉀溶液後，紅色至少應在 20 分鐘的時間消失，而高純度酒精則至少應在 30 分鐘。

在谷物或馬鈴薯製成的粗餾酒精中，可能含有當淀粉原料在蒸煮過程中和發酵醪蒸餾時所形成的為量極少的糠醛及不飽和的丙烯醛。此外，粗餾酒精中，還可能有不飽和巴豆醛。

粗餾酒精中所含的有機酸只有揮發性酸：甲酸、醋酸及丁酸。甲酸的產生可能是由原料（例如馬鈴薯）中所含的果膠的甲氧基分離出來的緣故。雜醇油內的高級一元醇可作為酒精發酵的副產物而提取。酒精內的酯是由醇（乙醇、丙醇、異丁醇、異戊醇）與酸相互作用而生成的。

粗餾酒精及精餾酒精的分析方法。全蘇固定標準(ГОСТ) 5964—51“乙醇驗收規則及分析方法”中規定了，除感官特性試驗外，該標準對濃度的測定、純度試驗（用硫酸）、氧化性試驗、醛、雜醇油、酸、酯、甲醇及糠醛等的含量測定均有敘述。

酒精精餾的任務是要使雜質隨着酒精濃度的增加而儘可能地完全去掉。

在酒精精餾時，含有高級醇的雜醇油比較易于分離，而醛及酯的分離則相當困難。因此，在某些情況下，採用特殊精餾法或兩次精餾法來制取對純度要求更高的高純度酒精。

2. 酒精蒸餾及精餾原理

在蒸餾過程中，將分離出來的混合液加熱至沸騰，然後再將所形成的蒸汽引出，進行冷凝，從而取得與蒸餾前之混和物成份不同的液體。經過多次的蒸發和冷凝，可將混合物幾乎完全分成各個組份。

液體混合物的蒸餾過程系根據混合物內所含的各種液體具有不同的揮發性，即處在同一的溫度下具有不同蒸汽壓力的原理而進行的。

蒸餾之目的是將揮發物與不揮發物相分離，或者是將不同揮發性的液體分離出來。

常用的蒸餾方法可分兩種：

- 1) 簡單蒸餾法：包括真空蒸餾、水蒸汽蒸餾及揮發；
- 2) 複式蒸餾（精餾）法：在常壓、增壓或真空下進行。複式蒸餾（精餾）是一種應用很廣的能使部分或完全互