酒類工業 通巻 第3号 Vol. 2. No. 2 1982. 10

에타놀 蒸溜技術

本文은 日本『발효와 공업』지 Vol. 39. No. 7 (1981) P. 51~62를 발췌하여 번역한 것임 -편집자-

尾留川 孝・山口 一 三楽オーシャン(株)
Otomegawa Takashi, Yamaguchi Hajime)

Ⅰ. 머리말

「蒸溜라함은」이란 것으로 机上의 辞典을 펼쳐 보았다. 「液体에 熱을 加하여 蒸気를 내고 이 蒸気를 식혀서 또다시 液体로 하여 精製 또는 分離를 하는것」이라 記載되어 있다. 要領이고 틀림없는 説明이라고 생각된다. 그러나 그 操作에 있어 아무리 良質의 그리고 収率이 좋고, 諸費用도 작은 即 低코스트로 生産할 수 있느냐 하는 데에 蒸溜技術者로서의 技術向上에 끊임없는 努力이 過去, 現在, 将来로 一貫해서 쌓여가고 있는 연유이다.

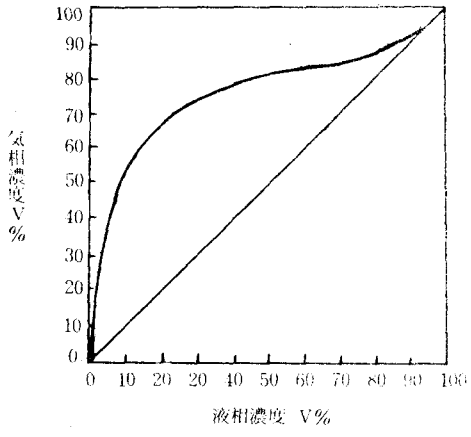
特히 第1次 오일쇼크를 계기로한 原油価格의 異常高騰은 世界 経済를 크게 뒤흔들어 最近에는 特히 代替에너지로서의 에타놀의 重要性이 점점 높아가고 있어 이러한 情勢下에 있어 蒸溜技術向上의 努力은 同時에 省에너지的 技術의 開発과 함께 今後의 問題로써 크게 重要한 課題의 하나라고 생각하지 않으면 안될 것으로 생각된다.

本稿에 있어서는 알콜 蒸溜理論의 詳説에 대하여는 専門書 등에 맡기고 그 概念에만 言及하여 주로 含水알콜 蒸溜機에 대하여 특히 現在 많이 使用되고 있는 抽出方式 및 蒸溜機에 대하여 装置의 解説 및 取扱方法을 記述하고 끝으로 脱水蒸溜 및 省에너지 蒸溜方式의 趨勢에 대하여도 약간 概念的으로 言及하고자 한다.

Ⅱ. 알콜 蒸溜의 理論

1. 蒸溜

蒸溜란 앞에서도 말한 바와같이 알콜을 含有한 液体를 沸騰시켜, 発生하는 蒸気를 冷却凝縮시키는 方法이다. 蒸溜에 의하여 에타놀을 分離濃縮할 수가 있다. 化学的으로 安定된 液体는 一定한 圧力下에서 一定한 沸点이 있는 것이다. 이에 대하여 相異한 沸点을 가진 液体의 混合物은 一定한 沸点을 나타내지 않으므로 따라서 各種에서 発生하는 蒸気를 各各 모아 凝縮하면 그 混合物 各各의 成分을 나눌수가 있다. 例를 들면, 알콜 12V%를 含有하는 醪는 91.5℃에서 沸騰하여 그 沸点에 있어서 蒸気中의 알콜濃度는 59.1V%이다. 그러나 蒸溜가 계속되는데 따라 醪中의 알콜 含量은 점차 低下하여 10V%가 되었을 때 沸点은 92.6℃로 上昇하여 그때의 蒸気中의 알콜濃度는 55.5V%로 低下한다. 다시 알콜濃度가 低下하여 2V%가 되었을 때는 蒸気中의 알콜濃度는 겨우 18.6V%로 내려간다.



〈図1〉 에타놀 水系

또한 〈図 1〉에서 보는바와 같이 液相의알콜 濃度가 높아지면 높아질수록 気相 即 溜出液의 알콜 濃度의 增加는 작아진다. 例를들면 80V%의 알콜 含有液은 88.2V%의 알콜을 含有하는 蒸気를 発生하여 8.2V%의 상승하지만 90V%의 液에서는 92.3V% 即 2.3V%의 상승蒸気를 얻는데 지나지 않는다.

2. 蒸発係数

알콜과 물의 混合物을 加熱하여 拂騰시킬 경우 그 液體中의 알콜 濃度를 A로 하고 그 液体에서 発生하는 蒸気中의 알콜 濃度를 B로 한다면 B/A를 알콜 水混合系의 알콜 蒸発係数라 하고 있다.

精溜塔에서 알콜을 精溜할 경우 塔의 頂部에서 알콜을 蒸溜하면 塔의 頂部에서 95~96V%의 알콜이 溜出한다. 한편 塔低에서 알콜이나 휴젤油를 거의 含有하지 않은 液이 排出된다.

이때 휴젤油는 알콜分 40~50V% 정도의 棚位置에 集積한다. 이것은 알콜分 40~50V%의 液中에 있어는 휴젤油의 蒸溜係数와 알콜의 蒸発係数가 거의 같이 때문이다. 即 알콜 濃度가 대단히 엷은 液에서는 휴젤油의 蒸発係数가 알콜보다는 커지고 反対로 알콜 濃度가 높은 液에서는 휴젤油의 蒸発係数가 작아진다. 따라서 알콜 濃度의 40~50V%의 곳에 휴젤油가 몰리는 것이다.

이와같이 蒸溜에 있어서의 蒸発係数는 대단히 興味있는 점이며 精溜에 活用되고 있는 것이다.

3. 精溜係数

알콜 蒸発係数를 Ka로 하고 不純物의 蒸発係数를 Kn로 한다면 이 両者의 比 即 Kn/Ka를 精溜係数라 称하고 있다.

(1) Kn/Ka＝1의 경우 : 蒸溜하여도 알콜의 純度에 変化가 없다.

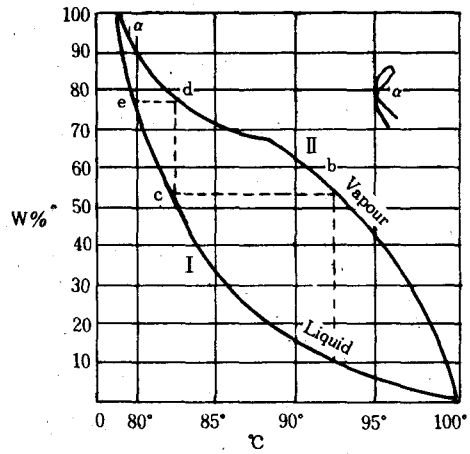
(2) Kn/Ka＞1의 경우 : 蒸溜해서 나오는 溜液쪽에 不純物이 많다. 即 初溜塔, 濃縮塔의 上部의 最終凝縮器에서 나오는 溜出液은 알데하이드類나 에스텔類等의 低拂点不純物이 많이 含有되어 있어 이에 相当한다.

(3) Kn/Ka＜1의 경우 : 原液보다 不純物이 적어진다. 即 휴젤油分離는 이 条件에 의하여 行하여 진다.

4. 精溜의 原理

精溜라 함은 蒸溜에 의하여 얻어진 溜出液을 또다시 蒸溜해서 알콜 濃度를 높이는 同時에 高拂点 및 低拂点의 不純物을 除去하는 方法이다.

一般的으로 2種類의 液体의 混合物에 熱을 加하면 発生하는 蒸気는 原液보다 低拂点成分이 더 많은 것이다. 即 알콜과 물과의 混合液에 熱을 加하면 発生하는 蒸気에서는 原液보다 알콜이 더 많은 蒸気가 얻어진다. 다음에 이 発生한 蒸気를 凝縮하여 얻은 液을 加熱했을때 発生하는 蒸気는 더욱 알콜이 많아지게 된다.



〈図 2〉 알콜, 물의 平衡曲線
(沸点과 組成과의 関係 Hausbrand)
Ⅰ : 水-알콜混合液의 沸点曲線
Ⅱ : 水-알콜 蒸気組成曲線

〈図 2〉는 알콜—물系의 液 및 蒸気의 組成과 沸点과의 関係를 가리키며 曲線 a,c,e는 알콜—물 混合液의 沸点曲線을 가리키며 曲線 b,d는 蒸気組成曲線을 가리킨다. 縦軸에 組成 横軸에 温度를 나타내면 지금 알콜 濃度 10%의 混合液을 加熱하면 a点 即 92.6℃에서 沸騰을 始作, 液에서 発生하는 蒸気는 b点으로 나타내는 組成 即 알콜分 51.0% 이다. 다음에 組成 b의 蒸気를 外部로 빼내서 凝縮한 것을 加熱하면 c点 即 82.7℃에서 沸騰하여 이것과 平衡을 維持하는 蒸気의 組成은 알콜分 75.6% 이다. 이와 같이하여 加熱・分離, 凝縮이 反複되면 凝縮液의 濃度는 漸次上昇하나 결국 a点으로 나타내는 温度 및 濃度 即 沸点 78.15℃ 알콜 濃度 97.2V%(95.57W%)에 이르면 아무리 蒸溜를 反複하여도 液中의 알콜 濃度와 이와 平衡을 維持하는 蒸気中의 알콜 濃度와는 同一하게 되어 알콜 濃度는 97.2V% 以上으로는 되지 않는다.

이것이 蒸溜에 의하여 알콜을 濃縮하는 原理이다. 바꾸어 말하면 精溜塔에서 얻을수 있는 알콜의 最高濃度는 97.2V%이며 이때의 沸点을 共沸点이라 하며 또 共沸点에 있는 混合物을 共沸混合物이라 한다. 또한 또다시 알콜濃度를 높여 100.0% 가까운 所謂 無水 알콜을 製造하는 데는 後述하는 脱水蒸溜에 의하여야 한다.

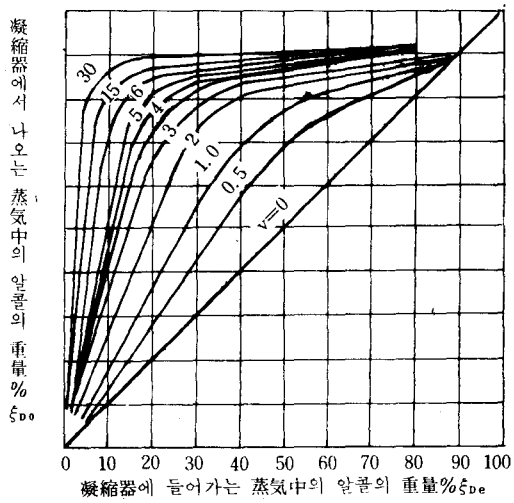
5. 分縮의 原理

混合液中에서 低沸点成分을 分離하려면 混合液의 蒸発, 発生蒸気의 凝縮, 또다시 凝縮한 液의 蒸発이라는 操作을 反複하면서 低沸点成分의 濃縮이 行하여지며 最後에 濃縮된 蒸気를 冷却하여 알콜 製品으로 빼낸다.

凝縮操作에 있어 蒸気의 冷却 方法을 調節하여 그 一部만을 凝縮시키면 高沸点成分이 豊富한 凝縮液과 低沸点成分이 豊富한 蒸気로 分離할 수 있다. 이러한 操作을 分縮이라 하며 蒸気의 一部만을 冷却시키는 冷却器를 分縮器라 한다.

分縮液의 全量을 残存蒸気와 平衡을 維持토록 하였을 경우의 分縮을 単分縮이라 하며 또한 生成한 分縮液을 쫓아가며 除去토록 操作하면 남은 蒸気는 一層低沸点成分이 豊富한 것이되며 이러한 分縮을 微分分縮이라 한다. 알콜 製造所에서 行하여지고 있는 것은 微分分縮이다.

微分分縮에 의하여 얻어지는 알콜濃度는 還流比와 分縮器에 들어가는 蒸気의 알콜濃度에 따라 決定된다. 이것을 図表化한 것이〈図 3〉이다. 例를 들면 還流比를 4로 하였을 경우 分縮器에 들어가는 蒸気의 알콜 濃度가 30 W%이며 分縮에 의하여 約 82W%가 되는 것이 実験的으로 알려지고 있다. 또한 図에서 보는 바와 같이 알콜 農度의 増加는 還流比가 클수록 커진다. 또한 還流比가 同量만 増加할 때는 還流比가 작을 경우가 増加가 크다.



〈図 3〉 에틸알콜—물의 濃縮線
v=還流比

Ⅲ. 蒸溜工程에 있어서의 不純物의 分離

醪中에는 目的하는 에타놀 外에〈表 1〉에 나

〈表 1〉 알콜醪中에 含有된 不純物成分表

不 純 物 名	化 学 式	沸点℃	分 布
아세트 알데히드	$CH_3 \cdot CHO$	20	바트알콜中(空中으로)
메탄올	CH_3OH	64.7	〃
酢酸에틸	$CH_3COOC_2H_5$	77	〃
메틸에틸게톤	$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{C_2H_5}>CO$	80	〃
다이 아세칠	$CH_3CO\text{-}COCH_3$	88	〃
구로톤 알데히드	$CH_3CH\cdot CH\cdot CHO$	102	바트 알콜 휴젤油中
아세탈	$CH_3CH(O\cdot C_2H_5)_2$	102	바트 알콜中
酢酸아밀	$CH_3COOC_5H_{11}$	105	全般的으로 分布
푸로필 알콜	$C_2H_5CH_2\cdot OH$	97	휴젤油中
이소부틸 알콜	$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{CH_3}>CHCH_2OH$	108	〃
이소아밀 알콜	$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{CH_3}>CH\cdot CH_2CH_2OH$	130	〃
活性아밀 알콜	$CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2OH$	128	〃

타낸것과 같이 여러 가지의 不純物이 共存하고 있어 이러한 物質은 蒸溜工程에서 各物質의 揮発度의 差에 의하여 分離하는 것이다.

一般的으로 한개의 蒸溜塔으로는 그 沸点의 差에 의하여 두개의 成分 分離가 안되므로 醪中에 含有되고 있는 各種의 低沸点 및 高沸点의 不純物 또는 카메레온 反応等에 影響을 주는 有機不純物을 分離하고자 하면 그 바람에 많은 塔을 必要로 하게 되는 것이다.

그러나 反面에 設備費를 좀더 싸게, 操作을 좀더 簡単히, 또 熱消費를 보다 적게 한다는 것을 考慮한다면 塔의 数는 될수 있는 대로 적은편이 上策이다. 各種의 蒸溜機를 본다면 蒸溜機의 経済性, 品質面 등으로 보아 각기 特徵이 있는 蒸溜機가 製作되고 있다.

그러면 不純物의 分離에 있어 考慮하여야할 事項으로는 製品溜出量의 多寡, 不純物含有 알콜의 캇트量, 凝縮器로의 分縮의 度合, 凝縮器에 있어서의 温度管理, 凝縮液의 各塔으로의 還流量 및 그 方法과 還流比의 잡는 方法, 塔으로의 蒸気吹込量 및 塔의 管理温度, 各塔의 安定度 등이 있어 이들 要因의 適正化의 良否가 크게 製品의 品質을 左右하는 것이다. 이러한 데에 蒸溜技術者의 技術로서의 探究가 있으며 또 実力을 보여줄 때이기도 한 것이다.

以下 不純物의 分離方法에 対하여 記述한다.

1. 在来의 蒸溜機에 의한 不純物의 分離

在来의 蒸溜機뿐 아니라 모든 蒸溜機에 対하여 말할 수 있는 것이나 不純物을 캇트 할 때에는 不純物을 될 수 있는대로 特定한 場所에 또한 많이 集積시키는 것이 重要하며 이를 위하여는 各運転諸元에 있어서의 不純物의 分布状態를 아는것이 必要하다. 不純物의 分布状態에 따라 다시 運転諸元의 変更을 하고 効率的 運転方法確立에 努力하지 안으면 안된다.

다음에 集積된 不純物은 그대로 캇트하던지 또는 状況에 따라 다시 濃縮해서 蒸溜装置外로 빼낸다.

在来의 蒸溜機로는 알데히드 다이아세틸 등

의 低沸点物은 初溜塔의 頂部에 모아 塔頂의 冷却器에 附属된 까스 分離器에 의해 一部까스状으로 分離한다.

휴젤油는 精溜塔의 中部에 集積시켜 이것을 휴젤油 分離器에 導入하여 加水分離後 빼낸다. 또한 다시 低沸点 및 高沸点 不純物을 濃縮시키기 위하여 不純物 処理塔 및 後溜塔을 設置한다.

메타놀은 에타놀과 그 沸点이 近似하여 分離키 어려워 最終精製塔의 頂部의 凝縮器에 메타놀을 集積시켜 다시 濃縮시키기 위하여 이 凝縮液 곧 메타놀塔으로 濃縮하고 캇트한다.

이러한 일들을 짜임새 있게 하기 위하여 独自的으로 塔의 짜임과 凝縮液의 還流方法等이 考案되어 各種 型式의 蒸溜機가 製作되었다.

그러나 在来의 蒸溜機로는 特히 휴젤油 및 低沸点不純物의 分離가 完全하지 못하며 또한 操作方法에 따라서도 個人差가 크게 나타나 製品品質이 고르지 못하였다. 特히 高品質의 것이 要求될 때는 좀처럼 満足한 品質의 것이 얻어지지 않으며 이 때문에 다음에 記述하는 抽出蒸溜法에 의하지 않으면 안되게 되었다. 現在의 蒸溜機는 特定의 것 以外는 거의 이 抽出法을 받아들여 보다 高品質의 알콜이 生産되게 되었다.

2. 抽出蒸溜

両成分의 揮発性의 比를 比揮発度라 한다. 또 比揮発度는 純成分의 蒸気圧의 比이다. 또 混合液의 各成分의 揮発度는 純成分의 揮発度와는 다르다.

蒸溜에 있어서는 混合液 各成分의 揮発度差를 利用하여 分別하는 것이며 比揮発度 各成分의 分離의 難易를 가리키는 것이다.

比揮発度가 클수록 分離가 容易하며 例를들면 比揮発度가 1.25라 함은 100℃에서 沸点이 8℃ 相異한 것과 같은 状態인 것이다. 그러나 同一 沸点差를 가지고 있는 2組의 混合液의 比揮発度가 恒常 同一 하다고는 할 수없다. 또 比揮発度가 1.0인 両成分의 蒸気圧은 同一하니까 蒸溜에 의해 両成分을 分離할 수는 없다.

다음에 抽出蒸溜의 理論에 대하여 記述해 보겠다.

一般的으로 揮発度는 沸点이 높은 物質은 낮고, 낮은 物質은 높은 것이나 이에 물을 加해서 물의 濃度가 어떤 一定以上이 되면 比揮発度에 変化가 생겨 沸点이 높은 物質쪽이 낮은 物質보다 揮発度가 커지는 現象이 나타난다는 것을 알고 있다.

例를 들어 메타놀(沸点 64.7℃)는 에타놀(沸点 78.3℃)보다 蒸発이 容易하나 메타놀 에타놀 두 成分系에 물을 添加해 가면 〈表 2〉에 나타난 것과 같이 물의 量이 増加함에 따라 에타놀의 揮発度가 増加하여 물의 量이 70mol%가 되면 両者의 揮発度가 同一하게 되며 70mol%以上이 되면 에타놀의 揮発度쪽이 커진다. 抽出蒸溜의 경우는 메타놀이 抽出塔頂部에 모이지 않고 抽出塔下部를 거쳐 精溜塔頂에 오는것은 이러한 理由에 의한 것이다.

또한 〈表 2〉에 의하면 이소푸로필알콜은 물의 量이 約 55mol% 以上이며 또 부틸알콜은 約 88mol% 以上이며 또한 이소아밀알콜은 約 86mol% 以上으로 에타놀 보다 揮発度가 커진다. 휴젤油가 精溜塔의 中部, 即 알콜 濃度로 45V%(水 81mol%) 付近에 集積하는것도 이 揮発度로 説明할 수 있다.

또한 휴젤油는 元来 푸로필 알콜, 이소아밀 알콜, 等의 混合物이며 각기의 成分의 揮発度와 물의 濃度의 関係는 同一하지는 않아 表의 加水量과 不純純物의 比揮発度를 参考하면서 抽出蒸溜를 할 경우에 加水量을 決定하지 않으면 안된다.

実際의 操作으로는 메타놀 外의 不純物成分을 油出塔의 頂部에 모으기 위하여 抽出塔頂部에서 加水하여 加水部보다 밑에 各棚의 알콜 濃度를 10V%(물의 濃度 96.7mol%) 前後

로 維持함으로써 抽出塔底部에 메타놀 以外의 不純物成分의 落下를 防止하고, 抽出塔底部로부터의 液을 精溜塔, 最終精製塔에 導入濃縮

〈表 2〉 加水量을 変化했을 경우 에틸 알콜에 대한 各 不純物의 比揮発度 一覧表

不純物名	加水量 mol %	알콜에 대한 比揮発度
메타놀	95.6	0.62~0.66
	83.7	0.73~0.79
	75.9	0.94~0.91
	66.1	1.00~1.08
이소 푸로필알콜	96.5	1.64~1.54
	83.8	1.42~1.39
	60.6	1.09~1.03
푸로필 알콜	95.2	1.31~1.22
	91.6	1.41~1.04
	77.0	0.83~0.68
sec-부칠 알콜	95.7	2.06~2.03
	85.6	1.32~0.96
	76.0	0.91~0.73
이소 아밀 알콜	95.6	2.17~1.89
	89.6	1.44~0.98
	75.6	0.78~0.60
ter-부칠 알콜	95.1	2.56~2.48
n-부칠 알콜	96.2	1.64~1.37
	93.4	1.30~0.90
	86.2	0.75~0.57
1-펜 타 놀	95.7	1.91~1.58
	91.0	1.04~0.74
	66.9	0.32~0.24
2-펜 타 놀	95.9	2.75~2.21
	85.8	1.10~0.75
	76.0	0.60~0.51
아 세 톤	95.0	3.23~2.36
	81.5	3.41~3.18
메틸 에칠케톤	92.0	3.50
메틸 n-푸로필 케톤	95.0	6.89~5.03
메틸 이소 푸틸케톤	65.7	1.29~0.70
n-부틸 알데히드	96.0	5.1
이소부틸 알데히드	96.0	4.5~3.4
n-버렐 알데히드	85.7	5.9 ~4.8
이소 푸로필 에텔	90.0	6.0 ~5.7

精製하여 그동안 다시 微量이 含有되는 高沸点不純物을 캇트하고 또 메타놀도 除去하여 良品質의 알콜을 製造하는 것이다. 다만 省에너지라는 観点에서 考察하면 加水하는 것은 不純物 그 자체의 分離는 容易하게 되나 한편 抽出塔에 있어서의 蒸気消費量은 増大하며 또 一旦 濃縮한 것을 再次 濃縮하는 것이니까 抽出塔以降에 있어서도 蒸気의 消費量이 増大하게 된다. 따라서 抽出塔에서 몇 %가 되도록 加水하느냐 하는 것은 不純物 分離와의 関係를 잘 생각해서 愼重히 検討하여 決定하지 않으면 안된다.

3. 메칠 알콜의 分離

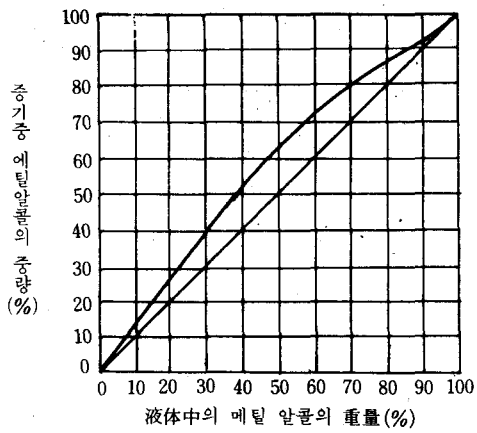
前述한 바와같이 抽出蒸溜를 하면 메타놀 自体는 抽出塔底部를 내려오므로 精溜塔에 옮겨간다. 在来型의 蒸溜機로는 初溜塔, 精溜塔, 最終精製塔의 頂部에 集積하나 抽出方式에 있어도 大體로 같은 곳 即 濃縮塔, 精溜塔, 最終精製塔의 頂部에 集積해 온다. 따라서 메타놀을 濃縮하기 위하여 各塔의 凝縮器에 있어 分縮시켜 最終凝縮器에서 메타놀을 많이 含有한 凝縮液의 一部를 메타놀을 濃縮하기 위한 専用塔인 메타놀塔으로 보내 에타놀을 充分히 濃縮한 후 不純알콜로서 蒸溜系外에 빼낸다.

메타놀의 沸点은 64.7℃ 에타놀의 沸点은 78.15℃이므로 그 差가 적으므로 에타놀 中에 含有되고 있는 微量의 메타놀을 分離하기 위하여는 前述한 専用의 메타놀 濃縮塔이 必要하며 또 이 塔의 棚段数는 相当히 많이 必要하게 된다. 따라서 所要熱量도 커진다.

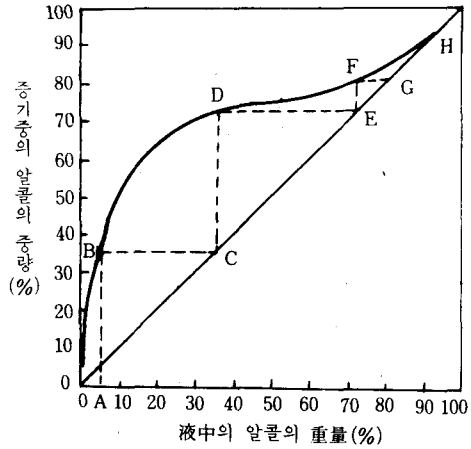
메타놀 에타놀 混合液의 平衡関係는 〈図 4(가)〉에 나타내나 이것을 에타놀 水混合液의 平衡曲線 〈図 4(나)〉와 比較하면 메타놀 濃縮에 塔의 棚段数가 加外로 必要한 것이 理解된다.

一般的으로 醪中의 메타놀 含有量은 甘藷를 原料로한 醪가 糖蜜을 原料로한 醪보다 많다.

또한 메타놀이 메타놀塔에 集積해 있는지



〈図 4〉 (가) 메틸 알콜—에틸 알콜—混合液의 平衡曲線(760mmHg)



(나) 에틸 알콜—水混合液의 平衡曲線(760mmHg)

아닌지는 메타놀 塔頂의 温度経過에 따라 어느 程度察知할 수 있다.

4. 휴젤油의 分離

휴젤油는 알콜 醱酵의 過程에서 生成되어 蒸溜工程에 있어 高沸点不純物 区分으로서 分離되는 油状의 物質이다.

휴젤油의 成分은 使用하는 原料의 種類에 의해서도 相異하나 一般的으로 高級알콜과 脂肪酸의 混合物로 主成分은 아밀 알콜, 이소부틸알콜, 부틸알콜, 푸로필 알콜 等이다. 또 그 収得量은 製造方法 및 蒸溜機의 型式, 蒸溜塔의 安定度 操作方法等에 의해 相異하나 一般的으로 製品 알콜에 対하여 0.1~0.5% 程度가 普通이다.

알콜과 물, 알콜과 휴젤油는 서로 잘 溶解하나 물과 휴젤油는 거의 溶解되지 않아 이 性質을 利用해서 分離器에서 加水하여 물의 濃度를 높이면 휴젤油는 油状으로 되어 分離되어 나오는 것이다.

에타놀, 물, 휴젤油의 混合物을 精溜하면 前述한 揮発度라는 데서 説明한 바와 같이 에타놀은 塔의 上部에 모여 휴젤油 成分은 塔의 中間의 알콜分 40~50V% 쯤 되는 곳에 集積해 온다. 이 混合物을 빼내서 冷却하여 휴젤油 分離器에 보낸다. 이 冷却의 目的은 温度가 높으면 휴젤油의 分離가 不良해지기 때문이다. 휴젤油 含有알콜液은 물로 稀釈하여 静置하면 휴젤油가 分離돼 比重이 작으므로 液面에 뜨므로 이것을 外部에 빼낸다. 휴젤油를 分離한 残液은 알콜을 含有하고 있으므로 回収하기 위하여 蒸溜塔에 되보낸다.

本 操作은 良品質의 製品을 얻기위한 不可決한 要因의 하나이며 휴젤油를 極力除去 分離하지 않으면 안된다. 휴젤油는 不純알콜과 달라 오페레타의 意図대로 얼마든지 採取할수 있는 것이 아니며 塔에서의 液을 아무리 휴젤油 分離器에 집어너어도 휴젤油가 分離되지 않으면 캇트할 수 없으며 또 設備, 操作이 不良한 경우에는 全然採取되지 않는 때도 있다. 따라서 蒸溜機의 運転에 있어서는 대단히 神経을 쓸 事項이며 또 製品品質에도 影響을 주는 事項이기도 하다.

Ⅳ. 連続蒸溜装置

従来 日本에서 使用되어온 蒸溜機에는 여러 型式의 것이 있어 옛부터 使用되고 있는 代表

的인 것은 이루게스 바르베 교-무 및 교무式을 改変한 구린다式 等이 있다. 그러나 이들은 単独의 型式으로 使用된 경우도 있지만 大部分 各 型式의 長点이 組合된 方式으로 使用되었다. 그러나 알데히드, 휴젤油等의 完全分離에 대하여는 아직 充分 하다고는 할 수 없었다.

戦後 1950年頃부터 需要家로부터의 品質向上의 要請도 있고 하여 製造収率의 低下도 없고 또한 不純物의 完全分離를 可能케한 抽出蒸溜方式이 採用되기 시작해 今日에 이르렀다.

現在 採用되고 있는 抽出蒸溜方式은 프랑스의 메루社의 日本特許에 의한 것으로 이에 一部改良이 加해져 現在의 아로스파스式, 스파아로스파스式으로 된 것이다.

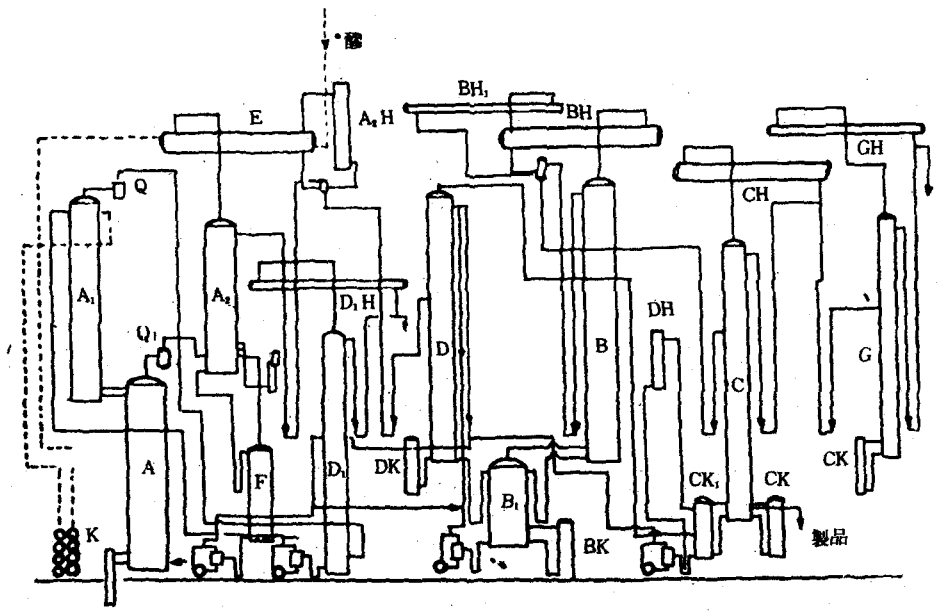
本稿에 있어서는 紙面関係도 있어 이중 스파아로스파스型式에 대하여 若干詳述 하고자 한다.

1. 스파아로스파스式

이 型式은 아로스파스式을 改良하여 不純物을 다시 完全하고 容易하게 除去하고자 하는 것이다. 塔基数도 増加돼 있으며 蒸気의 使用量을 節減하기 위한 多少의 研究는 돼있지만 아로스파스와 比較하면 蒸気使用量은 苦干 많아지는것 같다. 〈図5〉는 本型式의 代表的 흘로우 다이아그램을 나타낸 것이다.

操作法

〈図5〉에 의하여 操作法을 説明한다. 醪는 熱交換器 E, K에 의해 濃縮塔 A_2의 塔頂蒸気및 醪塔下部排出廃液으로 予熱되어 低沸点分離塔 A_1의 上部로 들어가 醪塔A의 底部에 불어넣은 生蒸気에 의해 A_1塔을 내려오는 過程에서 高低不純物이 分離되어 약간 良化된 醪는 A塔에 내려와 醪中의 알콜分을 完全히 蒸発하여 蒸気의 모양으로 A_2塔 下部로 보내진다.



E, K : 醪熱交換器, A : 醪塔, A_1 : 低沸点分離塔, A_2 : 濃縮塔, F : 脱水塔, D_1 : 第二抽出塔, D : 抽出塔, B_1 : 脱酒精塔, B : 精留塔, C : 最終精製塔, G : 메타놀塔

〈図5〉 스파아로 스파스式 蒸留機

A_1塔에서 分離된 高·低沸点不純物은 蒸氣狀態로 第2抽出塔 D_1에 들어가 D_1塔底部 알콜濃度가 10V% 前後가 되도록 塔中部에 加水하여 抽出蒸溜를 한다. 이경우 塔加水部上面에 휴젤油가 分離돼 떠오르므로 이것을 塔外에 캇트한다. 또 低沸点不純物의 알데히드類는 塔上部에 모여 오므로 凝縮器에 導入하여 그 凝縮液의 一部를 不純알콜로서 塔外에 除去한다.

濃縮塔 A_2에 들어온 약간 良化된 알콜 蒸気는 A_2塔에 있어 알콜分 95~96V% 前後로 濃縮되어 그 알콜 蒸気는 上部凝縮器에서 凝縮되어 그 液의 一部는 抽出塔D의 中部로 보내진다. 이 凝縮液은 分縮의 原理를 応用하여 可及的 不純物을 除去한 狀態로 하지 않으면 안된다.

A_2塔底部에 가까운 棚에는 휴젤油가 集積되어 올라오므로 塔을 安定保持하면서 휴젤油를 分離 캇트한다. 前述한 바와 같이 塔에 있어 휴젤油의 分離가 不良한 경우에는 A_2塔쪽으로 돌아오나 2段으로 겨눈 캇트를 할 수 있어, 製品의 品質向上에 기여하고 있다.

抽出塔D 上部에는, 脫酒精塔 B_1의 廃温水 및 各 塔의 加熱缶의 스팀 드레인 等을 利用하여 加水되어 抽出蒸溜를 함으로써, 底部에 메타놀 以外의 不純物을 거의 含有하지 않은 알콜이 내려온다. 이 液은 B_1 塔에 옮겨간다.

B_1 塔을 거쳐간 알콜 溶液은 精溜塔 B, 最終精製塔 C에 의해 濃縮精製되어, C의 下部에서 製品이 採取된다.

메타놀은 C塔의 最終凝縮器에 많이 모이나 其他 B塔, A_2塔의 凝縮液에도 모여오기 때문에 이들 液을 메타놀 塔에 모아 濃縮後 不純알콜로서 캇트 한다.

特 徵

(1) 아로스파스方式의 醪塔 上部에 따로 低沸点分離塔(第2醪塔이라고도 한다)를 設置하여 低沸点物뿐만 아니라 高沸点物도 分離시켜 이것을 페파 狀態로 第2抽出塔(D_1塔)로 보내, 塔의 中部에 加水하여 抽出蒸溜를 한다.

(2) 従来의 抽出塔 D는 頂部에 加水하여 D塔 塔頂蒸気를 最終精製塔 C의 加熱原의 一部에 利用함으로써 蒸気의 節減을 꾀하고 있다. 加熱缶의 凝縮液은 펌푸로抽出塔 D의 頂部에 還流되어 不純物이 相当濃縮되므로 一部를 第2 抽出塔 D_1의 中部에 送液한다.

(3) 따라서 低沸点不純物의 分離는 D_1 塔의 凝縮液의 一部를 不純 알콜로서 캇트하든지 또는 메타놀 塔에 供給하여 메타놀과 같이 다시 濃縮하여 不純 알콜로서 塔外에 除去한다.

(4) 또한 第2 抽出塔 D_1의 加水 그 自体는 濃縮塔의 回収部(温水塔F)에서의 廃温水 및 各塔의 加熱缶의 스팀 드레인을 利用한다.

이 型式은 高低沸点不純物을 우선 蒸溜의 前段階(粗溜部)에서 分離하여 抽出蒸溜하고 휴젤油 分離, 不純 알콜의 캇트를 하는 것으로 不純物의 分離가 다시 充分히 行하여 지게 되어 있으나 몇 가지의 問題点이 없다고는 할 수 없다.

그 하나는 長期에 걸쳐 連続運転하고 있으면 低沸点 分離塔 A_1內에 澱粉質의 경우는 系状菌体 및 原料中의 夾雜物이 堆積하든지, 糖蜜의 경우에는 原料中의 無機物 成分이 스켈이 되어 附着하여 第2 抽出塔 D_1로에 蒸気가 通하기 어렵게 되든지 경우에 따라서는 거의 通하지 않게 되는 일이 있으며 D_1塔의 抽出效果가 점차 不良하게 되는 일이 있어 그것 때문에도 蒸溜機의 運転에 있어 第一 重要한 要件인 塔의 安定, 콘스탄트홀로우가 안되며 스파아로 스파스式의 큰 特徵의 하나인 粗溜部에서의 不純物의 캇트가 安定되지 않는다는 것이 運転操作面에서의 큰 問題点이다.

또하나의 問題点으로는 醪塔 A와 濃縮塔 A_2 +温水塔 F가 베이퍼 파이프로 되어 있으며 또한 A塔底 및 F塔底에 加熱用 스팀을 불어넣고 있어 그 吹込加減은 D_1塔의 抽出狀態, 濃

縮塔의 還流比 等을 勘案하면서 調節해 가는 것으로 바란스가 무너지면 收率에 크게 影響을 준다. 以上이 問題点인 것이다.

V. 蒸溜機 運転上의 留意点

本項에서는 平常時의 運転에 있어 特히 留意하지 않으면 안될 事項에 대하여 言及하고자 한다.

1. 蒸溜機의 安定

收率 및 品質의 維持 向上을 위해서는 蒸溜機 各塔을 安定된 狀態에서의 運転한다는 것이 絶対必要不可欠한 要件이며, 바꾸어 말하면 콘스탄트 홀로우가 되도록 各塔을 維持管理 하는 것이다. 다음에 이 条件을 維持하기 위한 몇몇가지 要因에 대하여 記述하여 본다.

(1) 醪의 供給量을 恒常 一定하게 維持한다.

이 一定이란 単只 醪의 量뿐아니라 그 温度(熱量) 알콜量도 一定하게 지키는 것이다. 量을 一定하게 維持하는데는 醪中間槽의 레벨을 一定하게 維持하든지 計装化에 의한 流量制御方式等이 있다.

供給温度를 一定하게 하기 위하여는 供給量의 一定이 第一 条件이나 其他 醪의 品温의 差가 너무 없게하는 것이 重要하다. 또 스켈 附着에 의한 熱交換器의 熱効率의 低下防止에도 留意하지 않으면 안된다.

알콜量의 一定이라 함은 醪의 알콜 濃度를 될수 있는 대로 一定하게 유지하는 것이다. 醪의 알콜 濃度에 대하여는 原料의 種類, 性状 등에 따라 다르나 要는 使用原料에 따른 仕込量의 決定, 最善의 醱酵管理等으로 変動을 最少限度로 抑制하도록 努力하지 않으면 안된다. 또한 各部位에서 캇트하고 있는 液量, 또 塔에서 塔으로 供給하고 있는 알콜量의 適正化도 重要한 要因이다.

(2) 蒸気量을 恒常 一定하게 維持한다.

蒸気量의 変動은 即 蒸溜機의 変動에 연관되며, 蒸溜歩合은 勿論, 製品의 品質에도 重大한 影響을 미치므로 蒸気量을 一定하게 유지하는 것이 大段히 重要한 것이다.

量을 一定하게 유지한다는 것은 即 蒸気圧을 一定하게 유지하는 것으로 이点에 대하여는 最近의 호이라는 自動化 結果, 負荷의 変動에 充分히 対応되는 機能을 가지고 있어 蒸気圧의 変動도 작고 大体로 蒸気圧은 一定하게 지켜지고 있으나, 蒸溜蒸気元圧의 状態에는 좀더 注意를 기울일 必要가 있다. 蒸溜에 있어서는 1 kg/cm² 前後로 減圧하여 使用하나 보일러에서 蒸気圧이 他工程과의 関係로 特히 높은 경우에는 보일러 出口에 있어 우선 適当한 圧力까지 1段減圧하여(送気管径과의 関係도 考慮), 또한 蒸溜에 있어 再減圧하는 2段方式을 採用하는 等의 配慮를 하고 蒸気圧의 変動에 의한 蒸溜機의 変調를 極力抑制하는 것이 必要하다.

(3) 水量을 恒常 一定하게 維持할것.

이것은 蒸溜機의 凝縮器, 冷却器에 使用하는 물의 管理에 대한 것이다.

水量이 恒常 一定하게 各器에 供給되도록 蒸溜室最上階의 水槽에 밀어서 물을 올려(이 경우 一部는 오바홀로우시켜서 恒常 水面을 一定하게 한다) 여기서 各器類에 供給시키므로 水量은 大略 一定量式 確保할 수 있다. 단지 各器類의 冷却水 발부의 開度가 極히 적은 경우에는 鉄銅等의 夾雜物이 발부의 디스크에 걸림으로서 水量이 変動하여 冷却水의 減少에 의해 凝縮器로부터 알콜의 베이퍼가 뿜어나오는 일이 있기 때문에 注意가 必要하다. 이러한 것이 때때로 있을것 같으면 작은 발부와 交換하여 발부의 열림이 어느 程度 크게 되도록 하여 트러블을 일으키지 않는 등 配慮가 必要하다. 또 器内의 물에 接하는 추부 表面에 藻類가 附着하여 熱伝導가 低下되어 伝熱面積

의 不足을 招来하고, 따라서는 蒸溜機의 変動에도 연관됨으로, 藻類発生防止의 対策을 取하지 않으면 안된다.

다음에 水温인 것이다. 地下水를 使用하고 있는 製造場은 年間을 通하여 18~20℃의 用水가 確保되어 安定되었으나 工業用水나 河用水等을 利用하고 있는 製造場에 있어서는 秀節에 따르거나, 또 낮과 밤, 晴雨의 日気 등 外気温度에 큰 影響을 받아 이것이 製品品質에 微妙하게 作用하므로 그 対応策에 대해서도 充分히 配慮할 必要가 있다.

2. 各塔의 不純物分布状態의 把握

醪中에는 前述한 바와같이 에타놀 外에 여러가지 不純物이 含有되어 있어 이것들을 可及的 캇트하는 것이 製品品質을 向上시키는不可欠한 要件인 것이다.

그래서 効率이 좋게 캇트하기 위하여는 蒸溜機 各塔内 不純物의 分布状態를 適格하게 把握하는 것이 重要하다. 그 때문에 前記의 塔의 安定化는 빠뜨릴수 없는 要件이다.

分布状態를 把握한다는 것은 現状의 運転状況을 아는 同時에 今後의 運転操作 및 運転諸元의 検討, 改善等에 크게 쓸모가 있는 것이며 重要한 것이다.

또 原料의 差異, 運転時의 経時的 変化等 여러가지 경우의 分布状況을 把握해두면 大段히 便利하다.

Ⅵ. 脱水 蒸溜에 대하여

에타놀 製品에 대하여는 用途先에 의해 無水物이 要請되는 것으로 特히 代替에너지로서 생각할 경우 無水物로서의 需要度는 앞으로 한층 더 높아질 것이 予想된다. 脱水蒸溜에 대한 詳説은 専門図書等도 있어 그쪽에 미루기로 하고 本稿에서는 그 概念만을 記述하는데 그치고자 한다.

에타놀 水混合液을 蒸溜해가면 알콜의 濃度는 逐次上昇하나 95.37W%에 達하면 液相中의 알콜 濃度와 이와 平衡을 유지하는 気相中의 알콜 濃度가 同一하게 되어 所謂 共沸混合物을 만들어 이 以上의 濃度의 에타놀 製品을 얻을 수 없다는 것은 벌써 前述한 바와 같다.

이 共沸混合物以上으로 알콜을 濃縮하는데는 現在 一般에 알려진 方法으로서는 (1) 共沸蒸溜法, (2) 減圧蒸溜法, (3) 固体 脱水剤에 의한 方法, (4) 液体脱水剤에 의한 方法 等이 있다. 本稿에서는 共沸蒸溜法의 概念에 대하여서만 記述해 본다.

一般的으로 使用되고 있는 脱水剤(溶剤) 로서는 벤졸, 트리크롤, 에치렌 等이 使用되고 있다. 또 最近에는 여러가지 理由에서 사이크로 핵산 等이 使用되고 있다.

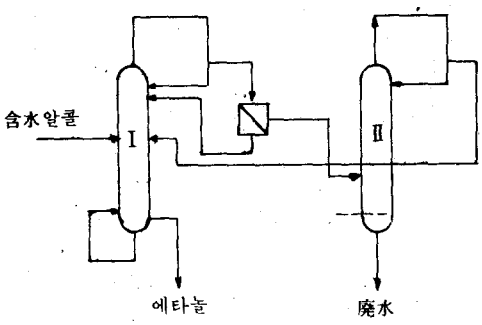
分離하는 溶剤의 条件으로는 (1) 에타놀 또는 물과 最低共沸混合物을 만들어, 또 그 温度가 에타놀 水系混合物보다 얕을 것 (2) 어떠

〈表 3〉〈共沸混合物의 組成〉

成分	wt %						
		벤 졸			트리크로르 에틸렌		
水	4.43	8.83	–	7.4	–	5.5	(5.0)
에타놀	95.57	–	32.4	18.5	27.0	16.1	(25.9)
溶液		91.17	67.6	74.1	73.0	78.4	(69.1)
共沸温度(℃)	78.15	69.25	68.25	64.86	70.9	69	67.25

한 組合의 2成分系 共沸混合物보다도 낮은 3成分系 最低共沸混合物을 만들고 또 그 中에서의 에타놀과 물의 比가 에타놀 水系共沸混合物 中에서의 比와는 달라야 할것이 必要하다.

〈表 3〉에 벤졸과 트리크롤 에치렌의 共沸混合物의 組成을 나타냈다.



I : 共沸蒸溜塔 II : 回收塔

〈図 6〉 에타놀 脫水蒸溜裝置

〈図 6〉에 있어 共沸蒸溜法에 있어서의 代表的 홀로우 다이어 그램을 나타냈다. 또 本 홀로우는 供給原液이 共沸混合物 組成에 가까운 알콜濃度에서의 脫水의 경우를 나타내고 있다. 即 原液은 脫水塔인 第1 塔에 供給되어 塔頂부터 3成分共沸混合物을 溜出시켜서 데칸타에 導入하고 脫水剤가 많은 層(벤졸法의 경우는 上層, 트리크롤 에치렌法의 경우는 下層)을 第1塔에 되돌리고 水分이 많은 層은 回收塔인 第II塔에 供給하고 塔頂부터 에타놀과 脫水剤를 3成分 및 2成分 共沸混合物로서 回收하여 이것은 第I塔에 되돌리고 물은 塔低 부터 排出시킨다. 製品의 無水 에타놀(最高 99.9 W %)은 第I塔의 塔低부터 排出된다.

또 이밖의 에타놀 濃度가 낮은 原液에서 直接無水 에타놀을 얻는 기노멜式, 加圧共沸蒸溜方式의 멜코式 加圧法 등이 있으나 생략한다.

Ⅶ. 最近의 에너지 蒸溜技術의 趨勢

石油資源의 枯渴의 念慮 등에서 오는 問題도 그러하지만 前述한 바와같이 石油 쇼크 以来 原油価格의 高騰에서 오는 企業의 自衛의 見地에서도 各分野에 있어 省 에너지 対策에 대하여는 진지하게 研究, 開発, 企業化等에 손을 쓰고 있는 現象인 것이다. 蒸溜技術分野에 있어도 例外는 아니다.

예컨대 醱酵法에 의한 에타놀 製造에 있어서의 에너지의 消費過程을 보면 使用原料의 種類에도 따르나, 糖蜜原料의 경우에는 大部分이 또 粗溜알콜의 경우에는 그 全量이 蒸溜工程에서의 消費라는 것을 말할 수 있다. 그 意味에서도 蒸溜工程에서의 에너지 技術의 開発은 重要한 課題라 할 수 있다.

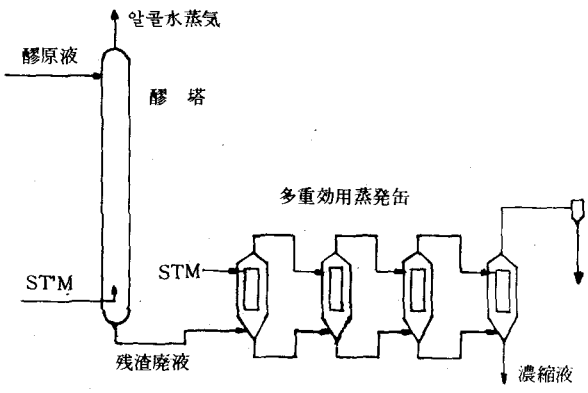
以下現状과 趨勢에 대하여 그 一部를 極히 簡単히 記述코자 한다.

생각하는 方法으로는 몇 가지의 方式, 型式等이 있는것 같이 듣고 있으나, 그 하나는 醪蒸溜廃液의 処理로서의 液의 濃縮, 그 濃縮液의 肥飼料化, 또는 焼却이라는 工程을 採用하고 있는 경우에 있어서의 醪塔과 濃縮装置를 一体化한 形의 省 에너지 型이다. 단지 이 경우 醪塔을 一部使用하는 型, 醪塔을 完全히 캇트하는 型等이 생각된다. 또 이 경우에 있어서의 濃縮工程의 方式으로서 真空蒸発方式, 蒸発蒸気再圧縮方式(VRC方式) 採用의 두 型이 있다.

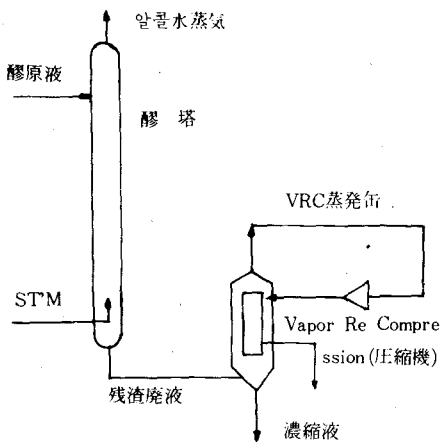
以下 그 概要에 対하여 説明한다.

1. 従来方式

〈図 7—1〉에 나타낸 것은 濃縮工程에 多重効用缶을 採用한 例로 醪塔에 供給된 醪中의 알콜分은 蒸溜塔頂부터 다음 塔으로 또 醪塔下部에서 排出된 蒸溜廃液은 次工程의 濃縮装



〈図7－1〉多重効用缶方式



〈図7－2〉VRC 方 式

置(最近에는 푸레트式이 一般化되고 있다) 에 送液되어 所定의 濃度까지 濃縮된다.

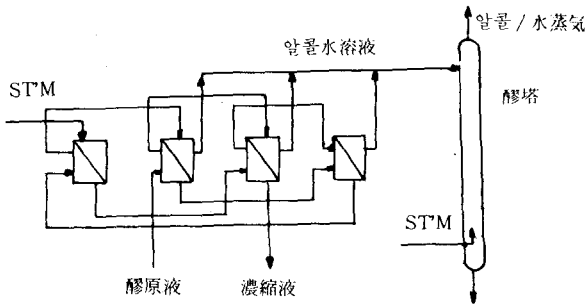
〈図 7—2〉는 VRC方式을 採用한 例이다. 即 蒸溜廃液은 通常 106～108℃에서 排出되므로 이 自己蒸発蒸気를 圧縮機에서 再圧縮하여 濃縮熱源으로 하는 方式으로 이 경우 濃縮用 스팀은 不要하다는 것이나 状況에 의해서는 一部의 스팀의 메이크 업 이라는 것도 있다. 또 通常 蒸溜廃液은 그 持法熱量의 熱回収라는 意味로 이제부터 蒸溜하고자 하는 醪와의 熱交換에 의한 有効利用이 되고 있으며 따라서 이 경우 醪의 加温을 위한 스팀이 따로 必要하게 되는 것을 생각 할 수 있다. 그러한 相互関係도 充分히 留意할 필요가 있다.

2. 醪塔을 一部使用하는 型

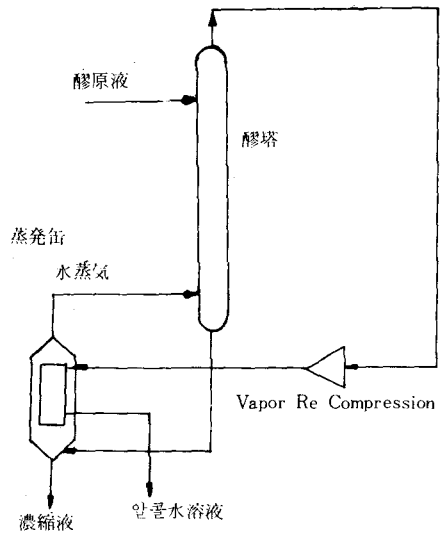
〈図 8—1〉에 熱交換器式, 〈図 8—2〉에 VRC 方式을 採用한 것을 나타낸다.

前者는 図에서 보는 바와같이 醪는 우선 濃縮装置에 供給되어 여기서 液의 濃縮과 알콜의 蒸発이라는 両操作이 同時에 行하여 진다. 省에너지의 포인트는 여기에 있다.

濃縮結果에 対하여는 우선 満足되는 것 같으나 한편 溜出 알콜 水溶液은 아직 充分한 濃度로 되지 않고 있어 다시 醪塔에 供給하여



〈図8－1〉熱交換器式



〈図8－2〉VRC方式

目標濃度까지 높여서 次工程에 보낸다.

後者는 図에서 보는바와 같이 醪는 常法과 같이 醪塔에 供給되어 蒸溜操作이 行하여 진다. 塔頂에서 나오는 알콜水混合蒸気는 圧縮機에 보내져 여기서 再圧縮한 後 蒸発缶에 보내져 醪塔排出液의 濃縮에 利用된다.

이 蒸発缶으로 蒸発한 蒸気는 그대로 醪塔의 加熱源이 되어 한편 蒸発缶으로 凝縮시킨 알콜 水溶液은 次工程에 보내진다. 에너지의 포인트는 VRC方式을 充分히 活用하여 그 液의 濃縮 醪塔의 加熱源을 確保하고자 하는 것이나, 必要에 따라서는 메이크 업을 위한 蒸気가 必要하게 된다.

그리고 여기서 얻게되는 알콜 水溶液의 濃度의 問題 또 後工程에서 不純物의 除去의 問題等에 考慮의 必要가 있지 않을까 생각된다.

3. 醪塔을 캇트한 型

醪가 供給되는 醪塔은 原料의 種類, 品質等에 따라 다르나 連続運転의 結果 차차 夾雜物이나 스켈等의 堆積이나 附着이 생겨 閉寒증후가 생기고 마지막에는 運転不可能이 된다. 그러기 때문에 蒸溜機의 運転에는 定期的인 醪塔의 解体掃除라는 것이 不可欠한 要件이 되어 이것이 運転上의 制約이 되고 있다.

만약 醪塔의 캇트가 可能하게 되며는 省에너지와 上記의 制約이 한번에 解決되는 것이 되는 것이 되어, 一石二鳥의 効果가 되는 것이다.

本方式에 対하여는 各各 메이커사이드, 유저사이드, 또는 両者의 協力아래 積極的인 研究, 開発이 進行되고 있는 段階인 듯하며 아직 確立된 型式으로서는 나오지 않은 듯 하다. 꽤 많이 形態가 이루어진 것도 있는 듯 하나 本稿에서는 言及치 않기로 한다. 가까운 将来에 確立을 期持하고 있다.

호화사치 외제가방 집안망신 나라망신