

最近의 世界 黃酸 製造 技術

(Fertilizer International No. 305. January 1992)

黃酸工場에 대한 基礎工程의 技術은 接觸式 2重吸收工程이 채택된 이후 별로 변화된 것이 없지만 最近에 전개된 工程의 開發은 에너지절약, 工程信賴度의 改善 및 公害防止의 필요성에 따라 수행되었다. 本文에서는 最近에 개발된 技術중 몇가지 중요한 것들에 대하여 技術하고자 한다.

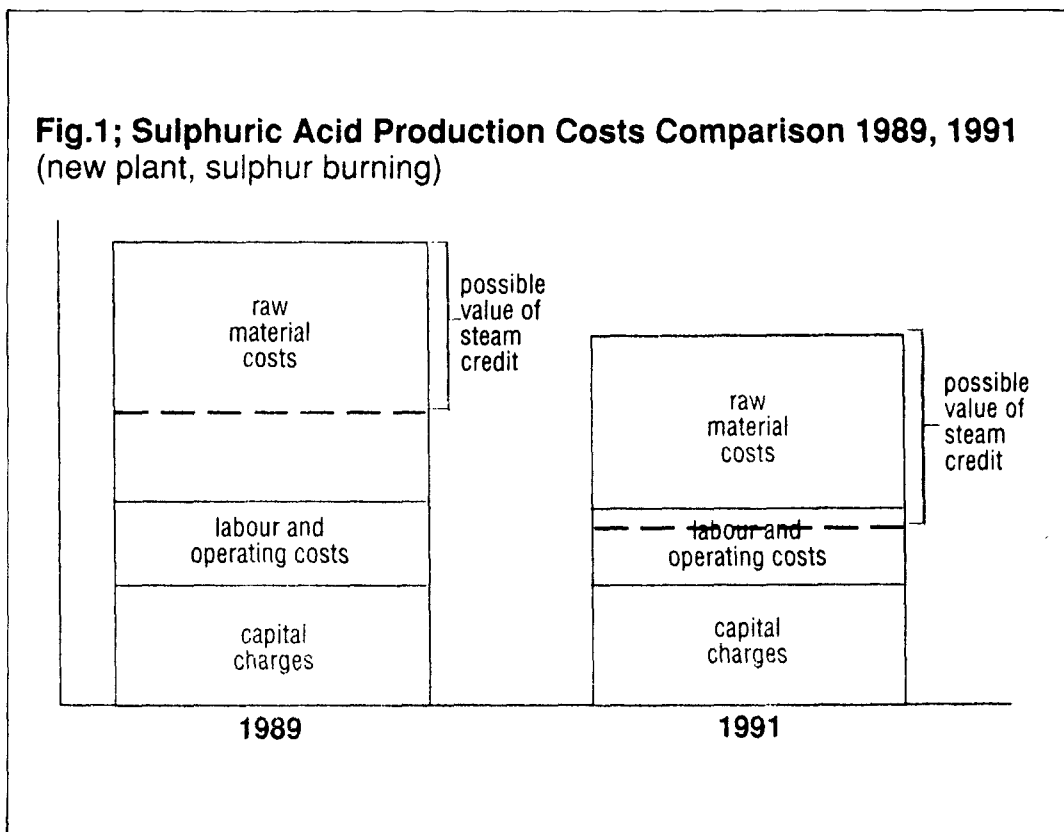
技術이 매우 발달된 工程중에서 주요 研究課題가 될 수 있는 것은 에너지절약이나 工程의 信賴度 向上 및 環境汚染問題에 관한 것이다.

最近 數年동안 黃酸工場에 대하여 向上된 技術은 建設用 資材의 材質에 관한 것이었다. 黃酸工場을 건설할 때 좋은 材質의 資材를 使用하면 生産工場의 冷却부분을 더 높은 溫度로 운전할 수 있음으로 工程熱로부터 많은 에너지를 회수할 수 있게 된다. 그리고 壓力差를 낮추어서 운전할 수 있는 觸媒의 改善은 대부분의 경우 “酸腐蝕”(bite)이 적은 低溫에서 더 좋은 運轉成績과 단축된 시운전시간으로 操業을 할 수 있게 하였다. 이 開發의 主要方法은 國際肥料紙 1989年3月號(FI NO. 271), 1991年3月號(FI NO. 295) 및 1990年8月號(FI NO. 288)에 어느정도 자세하게 記述되어 있다.

물론 改善된 資材는 통상적으로 값이 더 비싸지만 工場의 主要부분에 적절하게 사용하면 生産原價가 절감되는 것이며 이것은 단순히 計算된 生産原價에서만 아니고 工場의 特別한 信賴度에도 效果的이며 環境汚染에 대한 法規上의 위험도 줄일 수가

있다. 전에 말한 바와 같이 황산은 高價의 化學製品이 아니기 때문에 전체적인 生産原價의 문제가 있으므로 항상 새로운 관점에서 技術開發이 모색되어야 한다. 가능하다면 黃酸工場은 전체적으로 生産의 經濟性으로 보아서 自然財政(Self-financing)이 되어야 한다.

현재 세계적으로 황의 市場價格이 매우 싸기 때문에 황을 原料로 使用하는 黃酸工場에서 發生되는 廢熱로부터 效率적으로 回收되는 에너지의 값이 燃燒한 황의 값을 훨씬 증가할 수가 있다(Fig. 1 참조). 그러나 이것은 臨時應變의 보너스에 지나지 않을 수 있으므로 황의 市場價格이 低廉하다 할지라도 廢熱回收技術의 改善을 위한 研究가 불가피한 것이다.



• 수퍼廢熱回收시스템

黃을 原料로 사용하는 黃酸工場에서 廢熱을 回收하는 장치는 몬사토社의 熱回收시스템(HRS)이 지금까지의 가장 좋은 施設로서 알려져 왔다. 최근 새로 소개된 수퍼熱回收시스템(Super Heat System)은 中級水準의 熱을 최대로 활용하여 값이 가장 低廉한 動力을 發生할 수 있도록 가스터바인 제네레이터와 組合한 廢熱의 回收시스템이다.

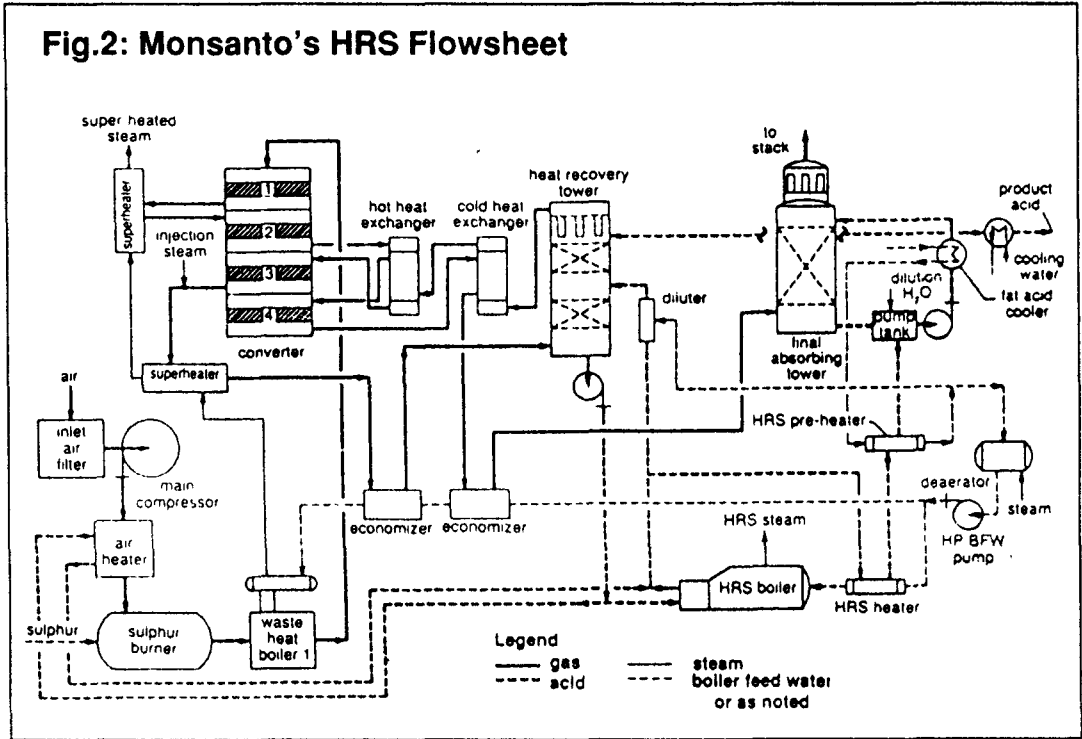
재래식 黃酸工場에서 發生되는 工程熱의 약 70%는 주로 黃이 燃燒되는 버너의 뒷부분에 설치된 廢熱보일러에서 高壓스팀으로 生産되어 回收되고 약간의 熱은 工程의 운전에 소비되는 반면 HRS는 全體的인 熱의 回收率을 90~95%로 끌어 올린 것이다.

이것은 吸收工程중 發生된 回收possible한 모든 熱에너지를 통상적으로 2重接觸式工場의 工程圖에서 보는 바와 같이 인터흡소버(Inter-absorber)를 사용하는 대신 熱回收塔을 使用하여 回收하는 것이다.

이와 같은 방법으로 熱энер지를 回收하기 위해서는 건조탑의 필요가 없고 高溫(200℃까지)에서 吸收와 熱回收를 할 수 있는 濕式觸媒式의 工場을 운전할 필요가 있다. 溫度가 높고 水分이 많은 條件에서 黃酸工場(Fig. 2)이 견딜 수 있는 것은 이러한 조건에 대하여 耐性이 매우 좋은 鋼材가 開發되었기 때문이며 溫度와 露點 그리고 酸의 濃度를 매우 조심스럽게 조절해 주기 때문이다.

HRS는 濃黃酸의 冷却裝置를 통과하는 冷却水로 손실되는 熱을 回收하여 中壓스팀을 生産하는 역할을 한다. HRS의 주요 장치는 2단계의 熱回收塔으로 구성되어 있다. 塔의 第1段階에서는 콘버터로 부터 들어오는 SO_3 가 吸收됨과 동시에 黃酸의 生成熱이 回收된다. 第2段階에서는 응축잠열과 工程가스의 冷却에서 오는 顯熱 및 生成熱의 殘餘分이 회수된다. 回收塔에서 나오는 뜨거운 黃酸은 스팀을 發生하기

Fig.2: Monsanto's HRS Flowsheet



위하여 特殊보일러인 HRS를 통과시킨다. 最終吸收塔 (FAT)에서 나온 黃酸은 HRS塔으로 送入된 黃酸을 豫熱하는데 使用된 다음 冷却塔에서 冷却된다.

가스터바인 제네레이터에서 나온 排가스는 HRS에 의하여 生産된 中壓스팀을 수 퍼 HRS에서 보통 750℃로 과열하는데 사용된다. 이와 같이 하여 HRS에서 나온 스 팀은 凝縮스팀터바인에서 추가적인 動力을 발생하는데 적합한 것이다. 요컨대 熱並 合設計는 動力이 가스터바인에 의해서 발생되고 추가동력은 스팀터바인에 의하여 발 생되며 가스터바인에 의하여 발생되며 가스터바인의 排氣가스는 터바인을 效率的으 로 驅動할 수 있는 HRS스팀 정도 의 에너지를 발생하는데 사용할 수 있도록 되어 있는 것이다.

Fig. 3은 대형 가스터바인 제네레이터의 工程圖를 나타낸 것이다. 몬산토社는 20 MW容량의 가스터바인 제네레이터셋트를 연결한 日産 2,000 톤의 黃酸工場 3基

를 기준으로 할 때 5,200萬달러의 資本費로 60 MW의 發電能力이 있는 黃酸工場을 설치할 수 있다고 주장하였다. 이 資本費는 사실상 60 MW容量의 전통적인 發電設

Fig.3: Super HRS Flow Diagram

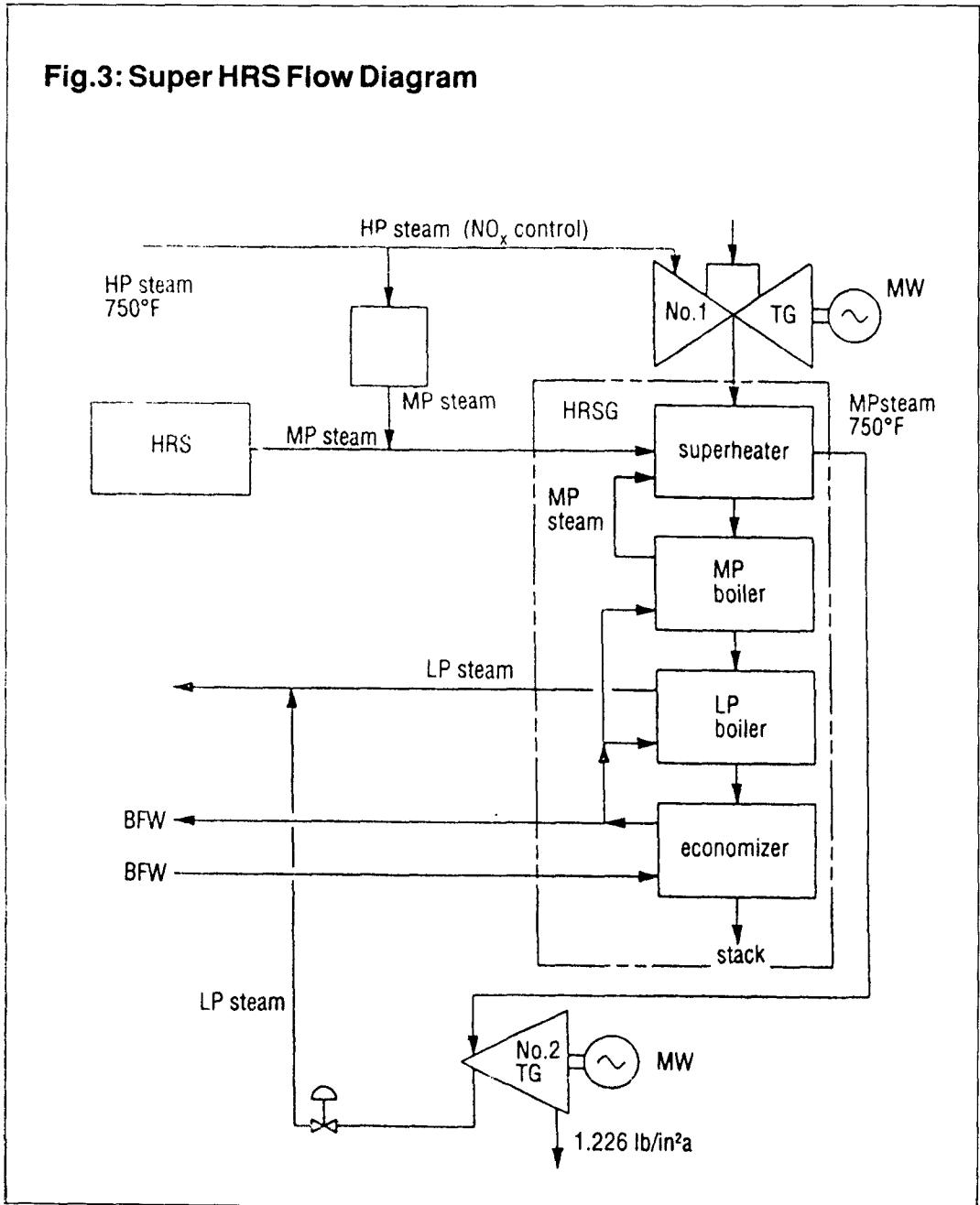


Table I
Cost Comparisons for HRS

<u>Capital Cost</u>	<u>Super HRS</u>	<u>Utility</u>
KW	840	1,000
Fuel Usage, Btu/KW	4,200	8,000

備의 資本費 보다 적은 것이며 더구나 燃料의 사용량도 전통적인 發電設備에 소요되는 것의 절반을 조금 넘는 것이라고 몬산토社는 말하였다 (Table I).

이 會社는 世界의 여러 나라들이 이 와 같이 黃酸工場과 연계하여 電力을 生産하는데 관심을 가지고 있다고 말하였다.

• 無觸媒式 黃酸製造

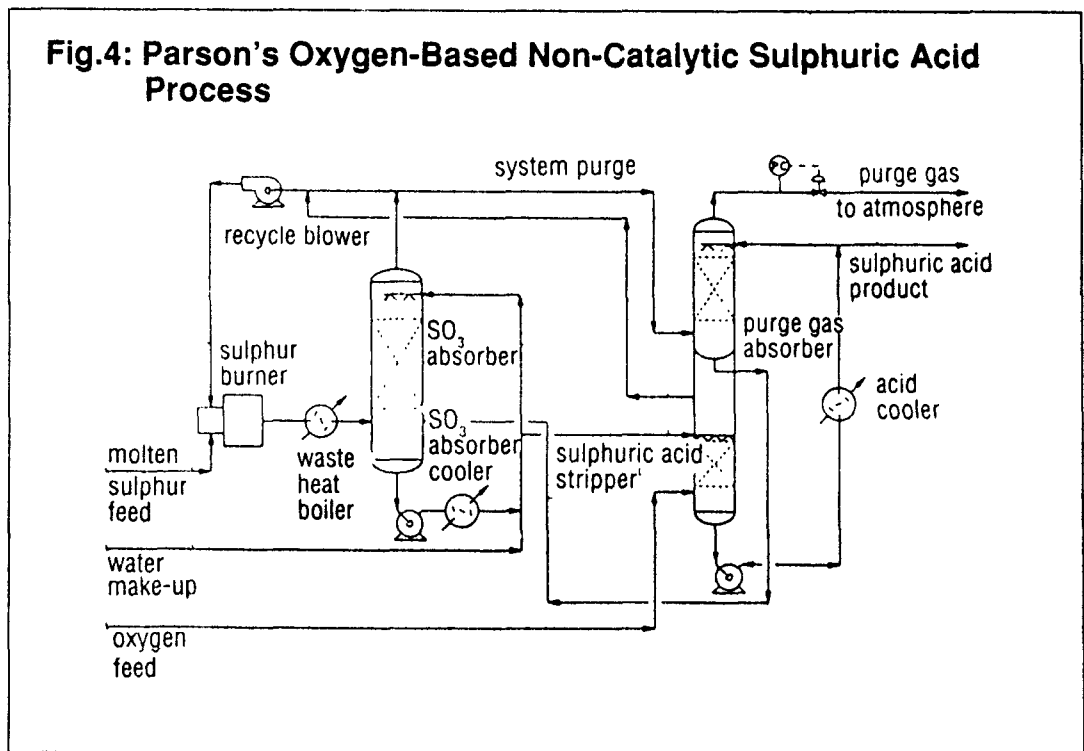
현재의 모든 黃酸의 製造는 2酸化黃(黃 또는 黃化合物을 空氣中에서 연소하여 얻어진 것)이 觸媒와의 接觸酸化에 의하여 3酸化黃으로 轉化한 다음 물에 吸收하는 接觸式 工程에 의하여 生産되고 있다. Ralph M Parsons 社가 소개한 酸素를 基底로 한 無觸媒式 方法은 하나의 革新的인 開發로서 出現한 것이다. 이 工程의 原理는 黃元素가 酸素 中에서 燃燒하여 직접 3酸化黃을 함유하는 가스스트림이 生産되도록 하는 것이다.

3酸化黃, 2酸化黃, 약간의 미반응酸素, 黃중에 존재할 수도 있는 炭素나 炭化水素로 부터 생기는 2酸化炭素 그리고 酸素중에 들어 있는 불순물로 부터 오는 여러 가지 불활성가스를 함유한 이 가스스트림이 吸收裝置를 통과함으로써 3酸化黃은 黃酸으로 되고 나머지 가스들은 工程圖에 나타낸 바와 같이 再循環하게 된다. 吸收塔으로 부터 나오는 퍼지가스스트림에 요구되는 “루프”의 工程은 가스중에 들어 있는 불활성가스가 縮積되는 것을 조절하기 위하여 암모니아工場의 合成루프와 다소 비슷하게 설치된다.

Parsons 社가 말하는 이 新工程은 裝置費를 낮추고 大氣汚染物質의 방출량을 최

소화하고자 하는 것이다. 元素型的 黃과 酸素는 2 酸化黃이 함유된 再循環가스와 함께 약 100 °C이하의 溫度와 35 atm이하의 壓力에서 연소하도록 되어 있다. 反應熱로 부터 高壓스팀을 발생하기 위하여 熱交換器가 사용되며 SO₃를 함유하고 있는 가스는 吸收塔內에서 黃酸溶液과 接觸하여 吸收된다. 소량의 퍼지가스트림을 제외하고 미반응 2 酸化黃이 함유된 모든 가스는 工程內로 再循環된다. 吸收塔에서 나온 뜨거운 黃酸스트림은 冷却되는데 여기서 나오는 冷却熱은 재래식 방법으로 회수된다 (Fig. 4).

버너에 사용되는 酸素는 그 純度가 최소한 80 % 이상이어야 하며 버너내의 SO₂ : O₂의 몰比는 3 : 1 내지 10 : 1이 되어야 한다고 이 會社는 설명하였다. 버너에서 나오는 가스트림중의 SO₃ 함량은 6 ~ 12 %이다. 버너를 830 °C의 溫度와 4 atm의 壓力으로 운전하는 1,200 t/d 容量의 工場을 기준으로 보면 黃의 轉化



효율은 99.994 %이고 酸素의 轉化效率은 99.9 %가 된다고 설명하였다.

大氣로 排出되는 不活性价스의 量은 334 kg/h인데 이 가스중에는 2酸化黃의 방출량이 1.9 kg/h 또는 黃酸 1톤당 2酸化黃 0.083 kg에 상당한 量이 포함되어 나간다. 퍼지가스스트림은 주로 아르곤인데 약 9 %의 酸素가 포함되어 있으며 SO₂는 단지 0.16 %만 포함되어 있다고 Parsons社는 설명하였다.

높은 壓力과 空氣 대신 酸素를 사용하는 이 工程은 裝置의 크기를 크게 줄일 수 있으며 간소화된 工程圖는 전통적인 接觸式工場에 비하여 필요한 裝置의 數가 적다는 것을 나타내고 있다. 기타 이 工程의 長點은 高價의 觸媒가 불필요하며 送風機나 壓縮機의 驅動에 필요한 動力의 所要量이 크게 감소된다는 것을 인정한 것이다.

이 工程은 단일 吸收工程만으로 되어 있지만 接觸式 方法에 의하여 黃의 轉化效率을 99.7 %까지 끌어 올리기 위하여 2重接觸式의 設計를 使用한 것 보다도 더 높은 效率을 얻을 수 있다. 黃酸製品도 여러가지 濃度로 生産할 수 있다.

• 廢酸의 回收

최근의 黃酸製造 技術의 진보는 다분히 廢黃酸의 回收과 관련되는 것이다. 그러한 工場들은 대부분의 경우 環境汚染을 줄이는 것이 바로 그 工場의 設置理由이기 때문에 公害物質의 排出에 대한 環境規制가 특히 심각하다. 黃酸을 精油, 石油化學工業, 플라스틱製造用의 觸媒로서 사용하는 工場에서 발생하는 대량의 廢黃酸은 바다에 버렸으나 이에 대한 통상의 代案으로서 위와 같은 廢酸回收工場이 된다.

그러한 工場들에 대한 嚴格한 環境規制는 그 工場의 信賴度와 運轉效率이 실제적으로 가능한 한 높아야 한다는 것을 의미하는 것이기도 하다(더러운 빗자루로는 쓸어봤자 깨끗해지지 않는다). 그러므로 새로 건설된 廢黃酸回收工場은 대부분의 경우 최근 數年동안의 新技術이었던 “하이테크”(High Tech) 즉 高溫吸收를 가능케 하는 새로운 高級機資材, 스테인레스 스틸의 酸冷却器, 가스/가스熱交換器 등

을 많이 도입하여 運轉停止時間이나 停止 / 稼動의 回數를 最小化하며 安全한 連續運轉을 最大化한 것이다.

- **Topsøe**

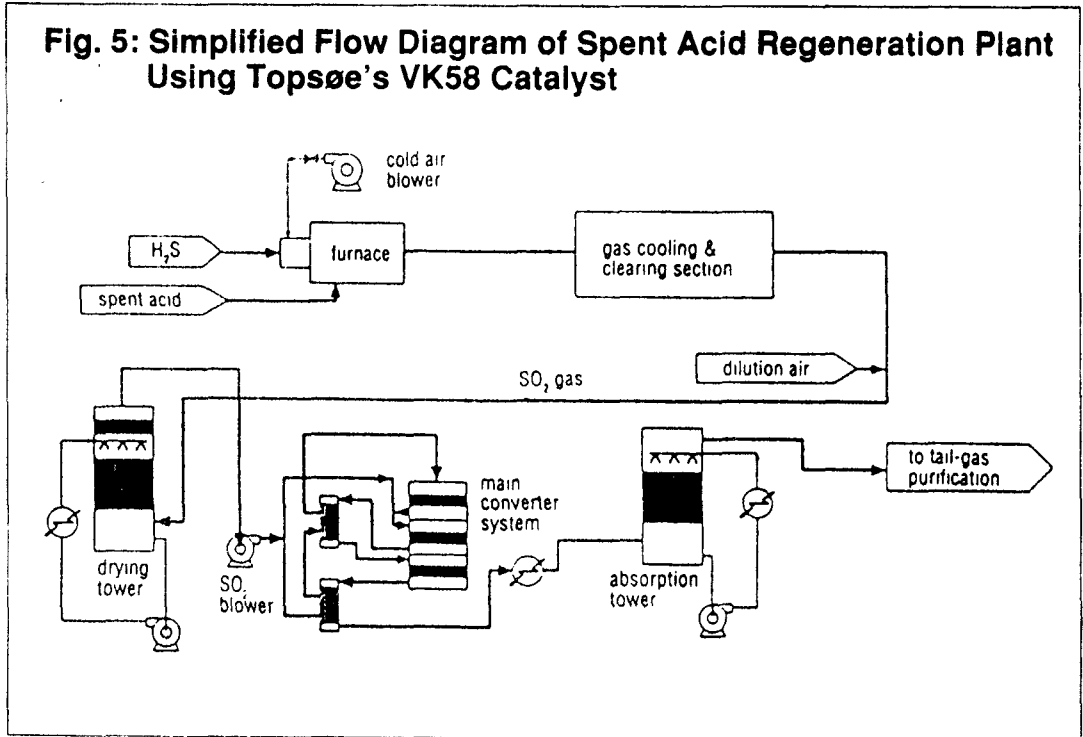
기존의 廢黃酸回收工場의 성능을 改善한 例로서는 Haldor Topsøe社에 의해 보고된 최근의 實績을 들을 수 있다. 이 會社는 1988 年에 세시움으로 促進한 VK 58 이라는 “低酸腐蝕性”(Low bite)黃酸觸媒를 소개하였는데 오늘날 이 觸媒는 世界的으로 20 基 이상의 接觸轉化塔에 채택되고 있다.

低酸腐蝕觸媒는 중래의 觸媒보다 低溫에서 活性化되나 값은 훨씬 비싼 편이다. VK 58 역시 環狀(Ring) 觸媒이며 舊型인 펠레트狀 보다 낮은 壓力降下를 나타낸다. 통상 이 觸媒는 燃燒溫度가 낮아야 하는 첫번째 觸媒層의 上層에만 充填된다.

燃燒溫度가 낮다는 것(즉 중래의 觸媒보다 20 ~ 40 °C 낮은 低溫)은 工場을 스타트 업 할 때 요구되는 豫熱時間이 短縮되고 따라서 長時間의 豫熱이 불필요하게 된다. 동시에 工場의 稼動率이 向上된다. VK 58 의 또 다른 長點은 스트라이크 溫度(Strike Temp)가 낮으므로 轉化塔에 들어가는 SO₂ 濃度를 더 높일 수 있도록 되며 轉化塔을 통한 壓力降下를 감소시키는 점이다. 이상의 여러가지 要因은 工場의 生産性을 向上시키며 동시에 에너지 절약도 할 수 있게 된다. Topsøe社의 보고에 의하면 工場의 運轉을 停止하였다가 再稼動할 때 觸媒의 運轉溫度는 재래식 觸媒의 경우 400 °C 水準인데 比하여 新觸媒는 338 °C라는 낮은 溫度라고 한다.

信賴性的의 向上과 非正常的인 運轉을 줄이기 위한 技術은 기존 廢黃酸回收工場 특히 效率이 기대 수준에 미치지 못하는 舊型工場의 성능을 改良 向上하기 위하여 훌륭하게 利用될 수 있는 것이다. 問題의 工場 즉 약 30 年間의 오래된 工場은 3 基의 分離된 3 段의 轉化塔이 있으며 가솔린의 알킬화工程에서 나오는 廢黃酸을 回收

하는 工場이다. VK 58 觸媒가 채워져서 各 轉化塔의 첫번째 觸媒層의 上層에 充填 되었다(Fig. 5).



이 工場의 경우 廢黃酸을 연소하여 나오는 가스는 14 ~ 18 %의 SO_2 를 함유하고 있으며 종전에는 接觸轉化塔에 들어가기 전에 SO_2 가 7.5 ~ 9.5 가 되도록 稀釋되고 있었다. 재래식 觸媒는 轉化塔入口 溫度를 427 °C로 規定하고 있는데 그 이유는 送入가스 중의 SO_2 濃度を 증가하면 轉化塔出品濃도가 轉化塔 材質에 대하여 너무 높은 溫度로 될 것이기 때문이다.

轉化塔의 入口溫度를 新觸媒의 운전에 요구되는 溫度까지 低下시키므로써 종래의 稀釋空氣量을 감소하여 轉化塔入口의 가스濃度を 11 ~ 11.5 %의 SO_2 로 증가시키는 것이 가능하였고 약 20 %의 증산을 하게 되었다.

Topsøe社에 따르면 위와 같은 운전성과는 SO₂의 排出濃度 100 ~ 300 ppm을 유지하면서 수행된 것이라고 한다.

工場을 재가동하는데 소요되는 시간이 짧다는 利點 以外에도 이 新觸媒의 長點으로 꼽을 수 있는 것은 運轉停止하였다가 再稼動할 때 재래식 觸媒의 경우 보다 더 長時間 停止하여도 觸媒層을 豫熱하지 않고도 된다는 점이다. 세륨促進觸媒(Cerium Promoted Catalyst)는 高價이기는 하지만 Topsøe社에 따르면 生産量의 增加나 에너지의 節減을 고려하면 投資金의 回收期間이 크게 단축된다고 한다.

○ Chemetics/Stauffer

舊型廢黃酸回收工場과는 달리 Chemetics/Stauffer工程의 新工場들은 廢酸 燃燒部門에 대한 獨自的 노-하우와 재래식 黃酸製造技術에 여러가지 最新設計 概念을 도입하고 있다. 이 新工法の 廢黃酸回收工場의 좋은 보기는 1989年 9월에 稼動한 칼리포니아의 Dominguez에 Chemetics社가 건설한 Stauffer社 (현재 Rhone-Poulenc社)의 工場이다.

Stauffer社는 1940年代에 精油工場의 알킬화工程에서 나오는 廢黃酸을 Texas, Louisiana, California 등에 있는 工場에서 回收하기 시작하였다. 그후로 여러 化學工程에서 나오는 廢酸의 効果的인 分解에 관한 獨自的인 技術을 開發했다. 버너의 精密한 設計와 運轉條件은 廢酸의 排出源(또는 發生源) 및 物性和 깊은 關係를 갖는다. 여건에 따라 스피닝 컵(Spining Cup)과 고압 스프레이 아토마이저(Spray Atomizer)가 쓰이기도 하고 질소산화물(NO_x)을 最小化하기 위해서 Staged Fuel 버너도 사용되고 있다.

Dominguez의 新工場은 Stauffer社에 의해서 設計檢討가 이루어져 최종적인 設計基準을 950 t/d H₂SO₄(Sludge Acid 燒却基準)로 設計하고 廢酸과 黃(용융황)을 燃燒시키므로써 黃酸을 增産할 수 있는 능력도 갖추도록 하였다. 그리고 특

수 高純度黃酸, 35 %發煙黃酸 (Oleum)을 위시하여 각종 精油工場用黃酸을 供給할 수 있는 능력을 갖추도록 규정하였다.

Stauffer社는 여러가지 入札書類를 評價한 결과 Chemetics社를 契約者로 선정하였는데, 그 이유는 그 會社의 先驅的 酸技術水準과 광범위한 Austenite系 스테인레스 스틸材質의 선택때문에 요구되는 商品質製品은 물론 工場의 높은 信賴性이 保證될 수 있기 때문이었다.

특히 이 工場은 加利포니아의 엄격한 制限 規定과 排出基準에 合當한 運轉을 할때 最高 安全을 고려한 設計이었으며 다른 廢黃酸(發生源이 다른)의 處理도 할 수 있는 融通性있는 設計이었다. Stauffer社의 酸分解 및 가스精製部門의 獨自技術은 알킬化工程과 Methyl Methacrylate(MMA)工程에서 發生하는 廢黃酸을 처리할 수 있는 技術이다.

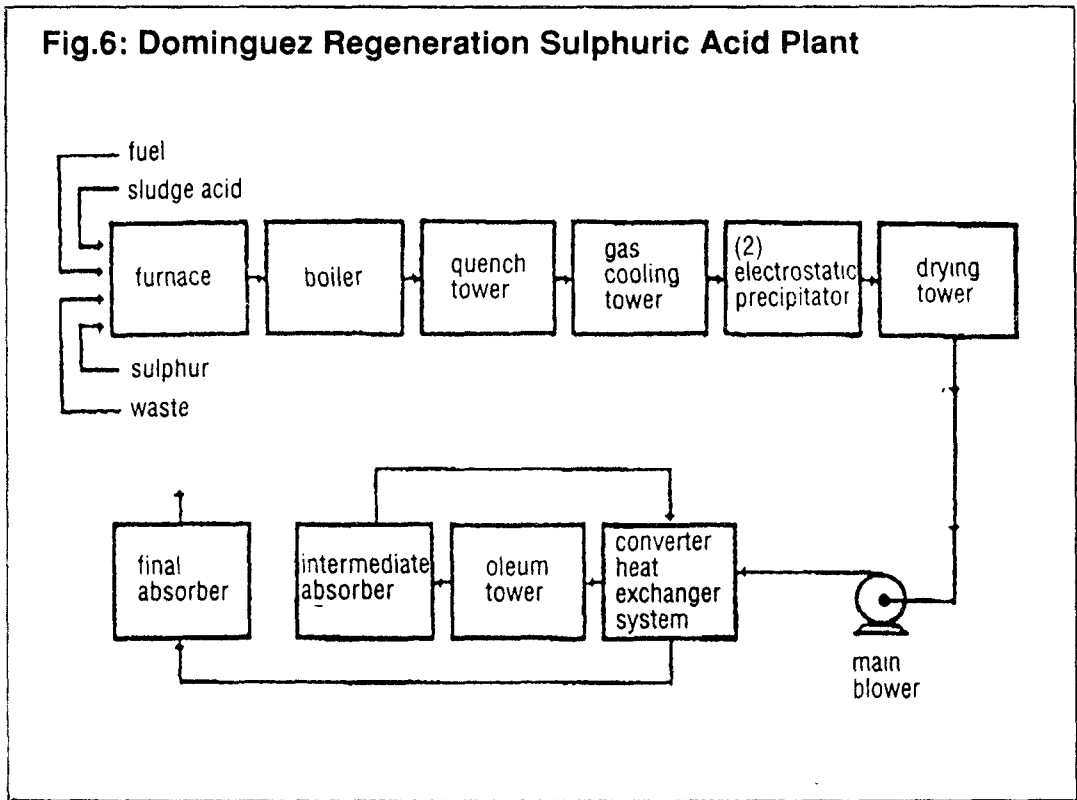
알킬化工程에서 나오는 廢黃酸은 보통 H_2SO_4 90%, 水分 3~4%, 하이드로카본 6~7%를 함유한다. 이 廢酸은 熱的으로 不安定하여 分解되기 쉬우므로 매우 조심스럽게 취급하여야 한다.

그러나 MMA工程에서 나오는 廢黃酸은 보통 H_2SO_4 30~40%와 40%까지의 水分을 함유하는 묽은 酸이다. Chemetics社는 이러한 묽은 廢黃酸을 퍼네이스內에서 効果的으로 燃燒시키기 위하여 미리 濃縮하는 技術을 갖고 있었다. (Fig 6 & 7)

퍼네이스內의 燃燒空氣는 Stauffer社의 獨自的 技術을 이용해서 豫熱된다. 이 豫熱은 퍼네이스內에서의 酸分通를 促進함과 동시에 燃料의 消費量을 절감하므로 결과적으로 퍼네이스는 부피가 작아지고 값도 싸지게 된다. 이곳에서 發生하는 熱은 고압 수증기의 發生을 위해 廢熱보일러에서 회수된다.

廢熱보일러를 통과한 燃燒가스는 스프레이탑에서 冷却되어 灰分이 除去된다음 充填탑을 위로부터 아래로 통과하면서 더욱 정제된다. 酸미스트(Acid Mist)를 제거하기 위해서 電氣集塵器도 사용된다.

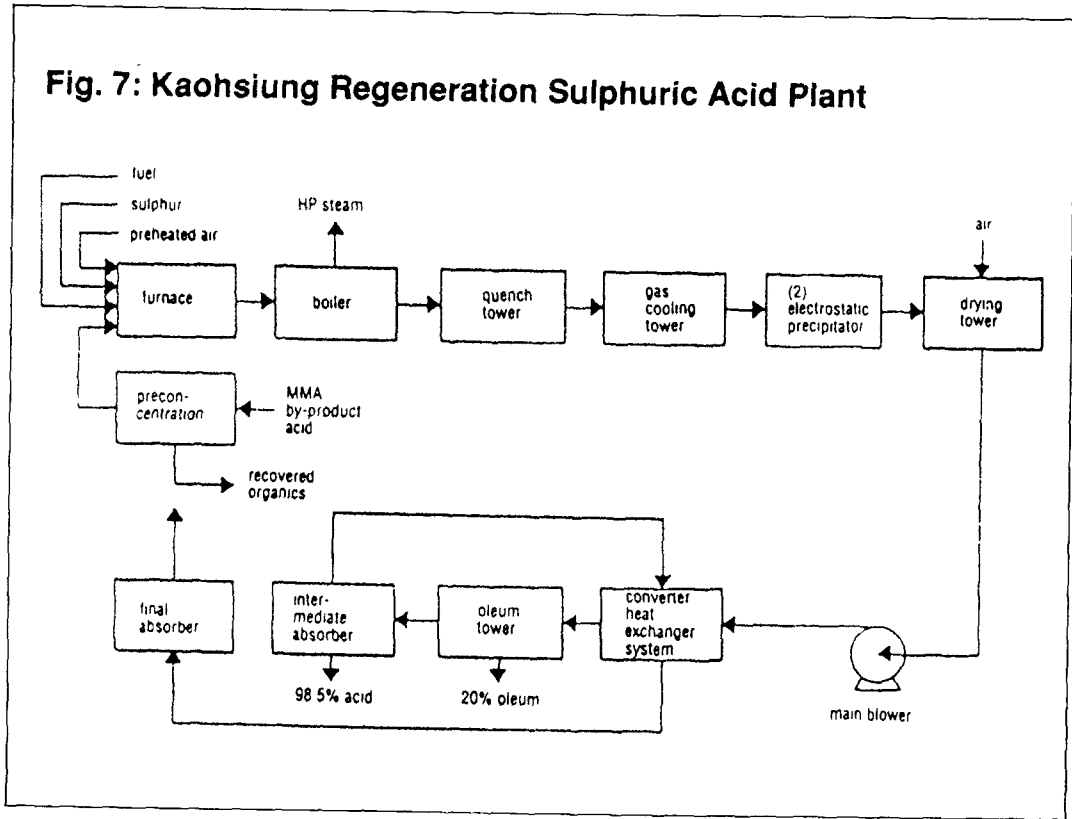
Fig.6: Dominguez Regeneration Sulphuric Acid Plant



이 공장의 나머지 工程部門은 Chemetics社의 래디알 플로우 콘버터, 高級 스테인레스 스틸로 된 뜨거운 가스용 熱交換器, Saramet의 규소함량이 높은 오스트 나이트系 스틸로 만든 디스트리뷰터를 가지고 있는 高溫吸收裝置, 陽極防蝕이 된 酸 冷却器, Lewmet의 高溫酸循環펌프등을 도입한 Chemetics社의 標準設計이다. Lewmet 버터플라이 발브를 사용하여 制御되지 않은 漏池防止에 대한 考慮와 기타 주요 장치에 대하여 특수한 문제점의 대책을 반영한것 등이 이 設計의 특징이다.

이 공장의 建設事業을 成功的으로 수행한 결과로서 Stauffer社와 Chemetics社는 이 新時代의 技術패키지에 대하여 共同으로 技術免許權을 갖기로 約定하였다.

Fig. 7: Kaohsiung Regeneration Sulphuric Acid Plant



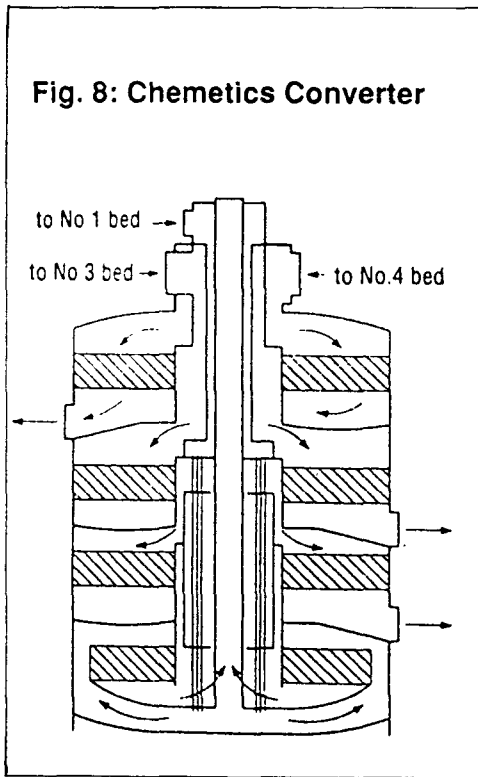
○ Kaohsiung 工場

다음 단계의 先進廢黃酸回收技術의 出現은 1990年末 대만 Kaohsiung에 있는 Kaohsiung Monomer社의 새 廢酸回收設備에 대한 운전으로부터 비롯된다. ICI社와 中國 페트로케미칼 데벨로프먼트社가 共同投資한 이 會社는 1978年에 MMA를 生産하기 시작하였다. MMA 15,000 t/a의 이 工場은 工程에 必要한 黃酸과 發煙黃酸을 구입하고 廢酸은 버려왔으나 1988年 MMA設備을 확장하기로 결정함에 따라 環境 保全과 經濟的 理由로 廢酸回收가 필요하게 된 것이다.

본질적으로 Kaohsiung 工場의 基本設計는 Dominguez 工場과 많은 類似性을 가지고 있다. 400 t/d의 廢酸處理設備는 Rhone-Poulenc(Stauffer)/Chemetics 技術이다. 그리고 廢酸回收가 안된다는 理由로 MMA生産이 중단되어서는 안

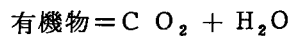
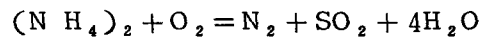
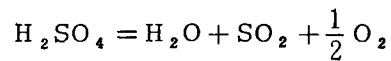
되기 때문에 사용가능한 가장 좋은 機資材를 사용하였다. 公害物資의 排出을 最小化하고 정지된 공장을 再稼動할때 大氣汚染의 위험부담을 最小化하는 문제도 중요한 것이었다.

Fig.8은 Chemetics社의 콘버터인데 콘버터內에서 가스가 균일하게 分布되고



轉化反應이 잘 일어나도록 배치된 가스入口와 4개의 觸媒層으로부터의 가스出口를 나타내고 있다.

알려진바와 같이 精由工場에서 나오는 廢黃酸을 原料로 쓰는 경우와 MMA工場에서 나오는 廢酸을 쓰는 경우에는 큰 차이가 있다. 後者は 水分이 더 많으며 상당량의 黃酸암모늄을 함유한다. 燃燒室의 化學反應은 다음과 같이 일어난다.



燃燒室의 운전조건은 工程의 損失이 될 3酸化黃(SO₃)의 生成을 最小化 되도록 엄밀하게 調整되어야 한다. 그리고 窒素酸化物(NO_x)의 生成을 最小化하는 한편 炭化水素의 완전연소가 保證되어야 한다.

Kaohsiung工場의 廢酸은 보통 H₂S O₄ 45%를 함유하며 이것은 溫度와 壓力을 조절함으로써 廢酸중의 黃酸암모늄은 溶液중에 溶解되어 있고 有機物質은 炭化되거나 重合되지 않은 상태로 유지하면서 黃酸의 濃도가 65%(鹽이 含有되지 않은 濃度基準)까지 濃縮된다. 이 工程은 Chemetics社가 設計한 眞空蒸發裝置에서 이루

어진다. 이 裝置는 유리로 라이닝한 스틸용기와 지르코늄튜브를 사용한 Thermo-Syphon Reboiler로 구성되어 있다.

미리 濃縮된 廢酸溶液은 약 1000°C의 燃燒室에서 分解된다. 廢酸은 噴霧狀을 향상하기 위해 高壓空氣를 사용하여 스프레이노즐로 도입된다. 퍼네이스는 분리된 接線方向으로 設置된 노즐을 통해 供給되는 燃料油로 點火하게 된다. 추가적인 黃의 供給源으로서 퍼네이스에서 黃을 燃燒시킬 수도 있다.

燃燒室은 결코 還元性 條件에서 운전이 허용되지 않으나 SO₂生成을 最小化하기 위해서 燃燒가스중의 과잉산소농도는 약 1.5%로 조절되어야 한다. 燃燒熱은 廢熱보일러와 過熱器에서 회수되는데 이들은 연소가스와 접촉하는 튜브의 Fire Side에 不燃性物質의 附着을 최소화하도록 특수설계 되어 있다.

工場設計의 나머지 部門은 대체로 前述한바와 같이 Chas S. Lewis社에서 供給하는 펌프와 밸브등을 사용하고 Chemetics工場들의 잘 알려진 工程技術들을 도입하여 반영한 것이다.

○ I C I

英國 Billingham에 있는 ICI工場의 大規模 廢酸回收設備 計劃에 관한 ICI社의 발표로서 廢酸의 回收技術을 추구하는데 進一步한 것이다. 이 會社는 MMA工程에서 大量의 廢酸을 발생하고 있어서 최근에 社會的인 관심사로 되고 있었다. 이 廢酸에서 얼마간의 黃酸암모늄이 肥料用으로 回收되어 왔으나 相當量의 廢酸은 아직도 海上에 버려지고 있다. ICI는 1993년까지 廢酸을 海上에 버리지 않기로 되어 있으며 自社와 대만의 合作投資社의 技術을 포함하여 한동안 廢酸回收技術을 檢討하고 있었다.

ICI는 最近 廢酸回收設備를 建設중이며 1992年末 稼動豫定이라고 發表하였다. 그러나 이 工場의 廢酸熱分解工程은 프랑스 Versailles에 있는 프랑스會社의 中央

연구소에서 遂行한 開發計劃에 따라 ICI社와 世界最大의 工業用가스 供給者인 Air Linde社가 이 工場을 위해 開發한 New Oxygen Combustion技術을 採擇하게 된다.

酸素에 의한 熱分解技術은 精油工場의 알킬화工程에서 나오는 찌꺼기, 아크릴로니트릴, 카프로락담, 니트로벤젠, 니트로톨루엔, 톨루엔 디 이소시아네이트등과 같은 化工藥品제조공정에서 副産物로 생기는 酸등의 處理에 용이하고 採擇될 수 있는 技術이다. 이 技術은 Air Linde社로부터 技術使用免許를 얻을 수 있다.

ICI의 大변인은 빌링함의 新工場은 650,000 t/a의 H_2SO_4 設備能力을 갖으며 處理될 廢酸은 H_2SO_4 30%, $(NH_4)_2SO_4$ 30%, 水分 40%를 含有한다고 말하고 있다. 또 이 工場은 燃燒媒體로서 酸素를 사용하는 첫번째 工場이 될 것이며 空氣를 사용하는 다른 工程을 크게 改善할 것이라고 언급하고 있다.

이 工程에서는 미리 濃縮된 廢酸이 天然가스를 연소하는 산소버너를 設置한 퍼네이스에 噴霧된다고 생각되고 있다. 燃燒室에서 나가는 가스는 SO_2 와 기타 가스를 含有하며 접촉식 converter를 통과하면서 SO_2 는 종래의 工程과 같이 酸化된다.

ICI에 의하면 이 新技術에서는 CO_2 , NO_x , SO_2 排出量이 空氣를 사용하는 工場에 비하여 현저하게 적을 것이며, 또 酸素를 사용함으로서 裝置가 小型化되고 投資費도 적게 될 것이라고 말하고 있다. CO_2 排出量의 감소에 대한 期待는 에너지 節減에 대한 新技術의 開發을 지원하는 EC의 Thermie Programme이 에너지保全을 위한 補助金を 支給하므로서 높이 評數하고 있는 技術이다.

이 工場의 가스精製工程과 黃酸工程의 接觸轉化에 대한 상세한 것과 아직 발표되지 않고 酸素燃素工程에서 2酸化黃이 生成되고 이것이 재래식工程에 따라 H_2SO_4 로 轉化되는 것이라고 생각된다. 그러나 酸素를 基底로한 無觸媒식 황산의 제법(SO_2 를 거치지 않고 직접 SO_3 를 경유함)에서 이미 기술한바 있는 可能性을 想起할때 더욱 本質的인 黃酸技術의 革新이 눈앞에 와있지 않다고 누가 말할 수 있겠는가?