

信号を変え、燃料油の流量を押えるもので、燃料と空気との比が、規定の限度をこえないようにする。

3. 油流量と空気流量との比：主制御器のインパルス信号は、燃料と空気の流量を測り、その割合によつて変わるような信号で調整され、押込通風機を最終的に制御する。

4. 火炉の通風：ベイレー社の火炉制御器は、吸出通風機と押込通風機が、規定の状態、平衡して運転するよう制御するもので、この火炉制御器は制御用パルス信号を出し、これが吸出通風機を制御する主信号を調整する。

蒸気圧力の主制御用パルスと、上記の調整用パルスの他に、ベイレー社の重油圧力の送量器も空気圧信号を出し、バーナーを規定の位置に保つ。

制御室にあるベイレー社の“Mini-Line”セレクタによつて、油流量、バーナーの位置、押込及び吸出通風を、手動制御にきりかえることが出来る。

以上の燃焼制御と、計測装置の他に、ベイレー社の次の各制御系を備えている。

他の制御系

1. 空気式3素子給水制御：これは、蒸気量対給水量の比によつてきまる主信号が、ドラムの水位によつてきまる信号で調整され、給水の制御の位置をきめるものである。

2. 空気式燃料油の温度制御：これは油流量できま

る主信号が、油の温度できまる信号で調整され、燃料油加熱器の蒸気流量を制御する。

3. 空気式水素温度制御：これは水素温度できまる主信で、水素冷却器への冷却水の流量を制御する。

4. 電気式給水ポンプ再循環制御：これは給水流量できまる信号によつて、再循環弁の開きを制御する。

5. 空気式空気再循環制御：これは押込通風機出口の空気温度と、2ヶの空気予熱器の出口の廃ガス温度できまる信号によつて、空気再循環器のダンパの位置を制御する。

6. 空気式空気分離器の水位制御：給水量によつてきまる主信号と、空気分離器の水位によつてきまる副信号によつて、空気分離器への給水量を制御する。

将来

ホノルルの電力需要がなお増加するのに対処して、ハワイ電力会社では、更に第9発電所の計画をすすめている。制御系の予備設計は既に終り、1957年には完成し運転に入る予定。第9発電所は全体的に第8と同じで、蒸気条件やプラントの容量はそのままである。ただ、空気予熱器は管型ではなくて再生型とし、また燃料油バーナ圧力は、最大負荷時に900psi (63気圧) から1,200psi (84気圧) に上げられる予定。また制御系では、空気式の代りにインパルス信号による伝達方式が広く用いられる筈である。

(32.2.23)

イオン交換装置による純水製造装置の計装

E. J. Tilly : Instruments & Automation 28, 1532~1535 (1955)

大阪大学工学部応用化学 大竹伝雄、樺田栄一 訳

錫引き鉄板を製造するために1日100万ガロンの脱塩水(一般に最も純粋な水とされている)と700万ガロンの清澄水が自動制御された装置で生産される。計器を利用することによつて2人の作業員でこのような多量の生産が安価に行いえられる。しかし未だ固形薬品を比例的に供給する方法及び陽イオン交換層の飽和点を予測することに工夫が必要である。

× × ×

日本の真珠湾攻撃以来、自由世界は新しい金属錫の供給を確保しなければならなかつた。鉄鋼業界では食品の容器に用いる錫の消費量を安全な最低限度まで削減しな

ければならなかつた。そのため従来の浸漬法が電氣的錫鍍金方式に改められた。この方式を変えるには数百万弗を要したが罐詰工業では従来の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ 程度の錫で鍍金した罐で食品を安全に包装出来るようになった。

このためには電気鍍金および後処理の工程で用いる最も純粋な水の製造工程が必要とされた。ボイラ蒸気の凝縮水が考えられたが、これは(1)ブローダウンを増加させ、(2)燃料消費を増加させ、さらに(3)原料水の消費を増加させる結果になる。そしてさらにこれらは操業および維持経費を増すことになる。それでもなおこの新方法に対する要求は満されねばならなかつた。

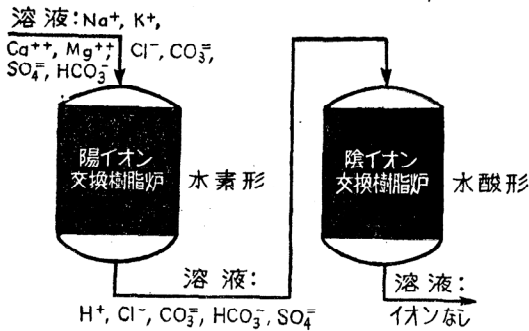
生産と技術

何故このような良質の水が要求されるか？ 1トンの錫からは90,000個の食品容器（錫引き罐）が作られ、これに平均家族3人を乗ずると1トンの錫板から作られる罐詰を270,000人で食べることになる。1カ月に最高32,000トンの錫板を作るにはその品質標準につて妥協することは許されずどうしても純粋な水が必要である。

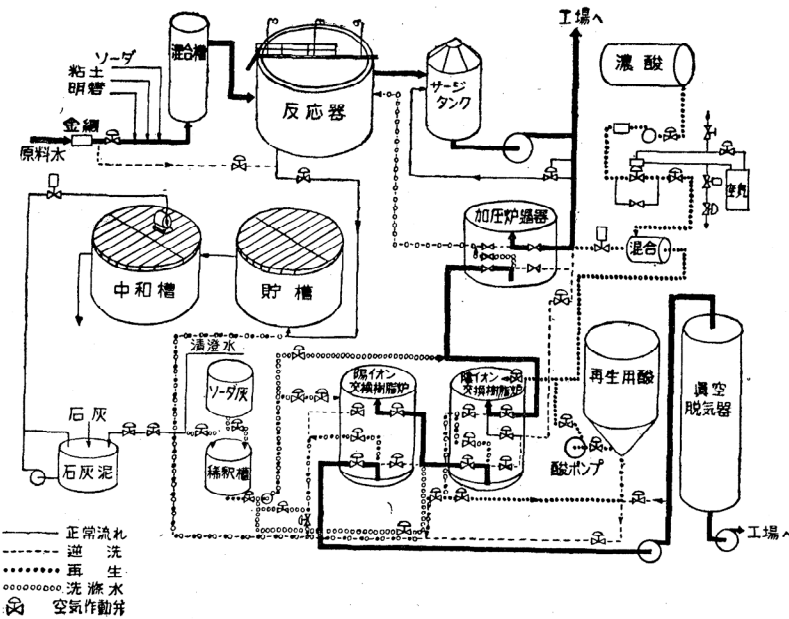
蒸発罐を用いることは設備および操作のための費用が高いため実際のでない。したがってこれは脱塩装置によって解決された。

脱塩装置 (Demineralizer)

脱塩装置とは何であるか？ それは簡単には3段階の化学工程で、先づ水中に溶けてイオンになっている固体をそれに対応する鉱酸に変える。第1図に示すように第1の樹脂層に入った陽イオン（金属イオン）は陽イオン交換樹脂に弱く結合している水素と交換される。これらが第1段階すなわち陽イオン交換層で起る反応の典型である。塩化カルシウム、硫酸マグネシウム、炭酸ソーダ



第1図 イオン化した全溶解塩は多段脱塩層でまづ鉱酸に、次いで水に変えられる。



第2図 脱塩装置工程図
濃い黒線は水の正常流れを示す。

は水素で飽和された樹脂と反応して塩酸、硫酸及び炭酸となり、一方カルシウム、マグネシウム、ナトリウムなどは樹脂層に化学的に促えられる。

陰イオン交換層では塩酸および硫酸は水酸イオンで飽和された陰イオン交換樹脂と反応して水を作り、塩素イオン、硫酸イオンは陰イオン交換層に化学的に結合される。弱い炭酸イオンは樹脂とは反応しないが容易に水と炭酸ガスに分解する。最後に第3段階として水中に残ったCO₂及び溶存酸素を除去する真空脱気器がある。その結果、3回蒸溜を繰返した蒸溜水よりも純粋な最低限の元素の痕跡のみを含むH₂Oがえられる。

第2図にこれら装置の配置を示す。濃い黒い線は河岸にあるSouth Millのポンプ場(左上)から流入する水の正常経路を示す。そして水は各工程を通して真空脱気器の出口に至る。そしてそこから直接錫鍍金工場に送られる。

水の経路 (Water Flow)

先づ最初に3つのHellan濾器で魚、木の葉のような大きいものを取除く。次に凝集剤（水酸化ナトリウム、粘土、および明礬）を加え混合槽に入れる。ここから水は2つの2,500ガロン/分の泥漿接触上昇流清澄器(Cochrane sludge-contact up-flow clarifier)すなわち反応器に入る。ここでゆつくり上昇する水中に泥漿層を懸濁させて水の濁りを濾し別ける。濁りは10から1,000p.p.m.のものまでである。この濾別方式では泥漿層の密度を完全に制御することが必要である。密度調節の主な目標の一つは出来るだけ水の流量の変化に影響されないようにすることである。我々はこの装置で満足している。それは設計能力の150%の水量を処理することが出来、さらに濁りがSiO₂にして2~5 p.p.m.で肉眼では無色透明な水が得られる。

反応器から出た水は50,000ガロンの貯蔵タンクに入り、ここで流れは2つに分けられ、この清澄水は毎分4,250ガロンの割で工場に供給され、種々の目的に使用される。残りの水は次に通るイオン交換樹脂を保護するために濁りがほとんど0になるよう加圧砂濾過器を通る。

陽イオン交換装置は金属塩をそれに相当する鉱酸に変化させるもので陰イオンは酸基と結合する。脱気器で弱い炭酸が分解して出来たCO₂および溶存酸素が除かれる。装置のこの部分は電導度22 micromho以下の純水を毎分750ガロン作るように出来ている。

この装置では普通3～8 micromho (200,000 ohmsの電気抵抗に相当する)の範囲の電導度の水を精製する。この水はまた電気鍍金系統の1,800KW高周波リフローブライトナー (reflow brightener)の循環冷却系に用いられる。ここでこの水は17,000 voltsの電圧に耐えほとんど漏洩を起さない。

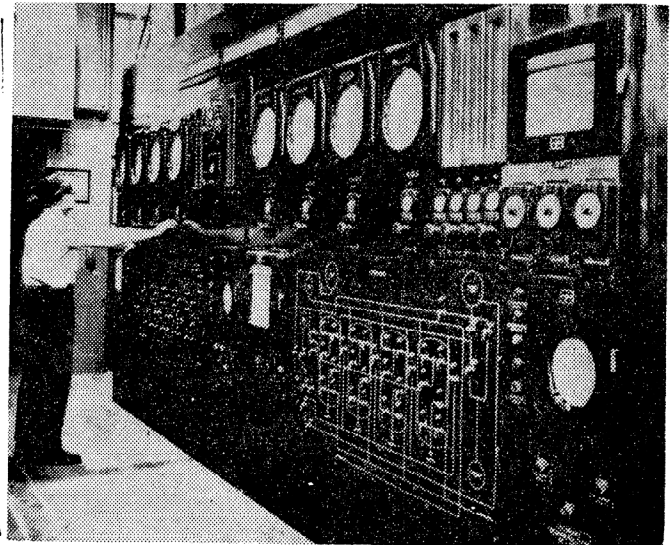
計 装 (Instrumentation)

この工程は計器のおかげで運転が可能になっている。始めに水の正常流れの際に使用される計器、次いで陽イオンおよび陰イオン樹脂の再生更に排出に使用される自動制御計器について説明しよう。

Cochrane 上昇流式反応器は濾過器室の伝送器からのインパルスを受ける記録流量計によつて制御される。これらの伝送器は2つのCochrane反応器のすぐ上のオリフイスフランジから情報を送る。流量計は積算計に流量の情報を送る。積算計は次のように制御を行う。

第1に硫酸アルミ凝集剤を供給する2つのWallace & Tiernan 固形薬品供給装置の泥漿層計量装置および粉末粘土、水酸化ナトリウム溶液供給装置を制御する。流量にもとづいてこれらの薬品供給装置は反応器に入る水量に比例して化学薬品を供給するよう積算計で操作される。供給装置の供給時間間隔および供給速度は作業員による定期的な日々の瓶試験 (jar test)の結果にもとづいて行われる。これら装置には限界がある。—化学薬品が完全に比例的に供給されない。そして時限盤は積算計からのインパルスが重り合わないようになって出来るだけ薬品が連続的に流れるようにしなければならない。もしタイマーがタイミングアウト (即ち供給装置が運転中) になっている時積算計が再び運転開始を指令すると、次の供給サイクルが完全に無くなることになる。したがって原料供給時間は最高流れ時間の約50%におさえるべきである。

第2に積算計は反応器内の濃縮層からの泥漿の洗滌および排出を制御する。4つの2次の制御装置が洗滌、排出を制御する。(1)排出サイクル間に通過する積算計インパルスの数を望み通りにするカウンターからなる周波数制御がある。(2)カウンターが積算計インパルスの数を予め決めただけ算えると、洗滌タイマーはブローダウンヘッダー (blow-down header) を洗滌するために一定時間バルブを開く。時間が終ると自動的に洗滌用弁を閉じ、第3の制御すなわちブローダウンタイマーが始動する。(3)このタイマーは排出用弁を開き反応器の濃縮層からそこにたまった過剰の泥漿を排出させる。(4)このサイクルで用いられる第4の制御は排出弁ポジションナーである。



第3図 脱塩装置制御パネルには工程系統図と左側に陰イオン、右側に陽イオン交換層制御器がある。各パネル上の4点電導度計が交換層が飽和になった時を係員に示す。

工場へ送られる清澄水は流量計で測定される。それはパネルボード上では第1と第2段階の中和槽 pH計の間におかれている。

反応器内の水面は空気圧で調節する比例入口バルブ、混合分配タンクの上昇流を作用する水準計によつて自動的に調節される。

次の調節は濾過器ブースターポンプの下降流を調整する蝶弁側管圧力調節装置である。これは濾過器と5 psiの定入圧をもつた脱塩装置からなる。この調節は樹脂層中を通る水の下降流量の急速な変化をなくするのに極めて大切である。樹脂層は密度が小さく流量変化に敏感なため早期貫流および漏出を起すことがある。早期貫流が起ると過度の再生を来す。一旦流下流量の急激な変化で樹脂が乱されると樹脂層を逆洗することはむづかしい。

第3図に陽イオン及び陰イオンパネルボードを示す。各パネルには空気作動式の3方バルブスイッチがある。—開、閉およびゴム引きダイヤフラム弁 (スプリングなしで40 psi および50 psi 空気圧で閉、開するもの) を作動させる自動制御位置がある。これらスイッチは装置の工程図上に列べられ、それらの上にはこれに対応するバルブの位置を示す番号の付いた電灯があり弁が開くと明りがつく。そして弁には番号が付いて居り手動の遮断ジャックをそなえている。流量計は陽イオン交換層に入る水及び陰イオン交換層から出る水の流量を記録し積算する。これらの計器は交換層の負荷をわけるためおよび再生間の流量を記録するのに重要である。

各パネル上の4点電導度計が各交換層からの流出液の電導度を記録する。これらはリレーを備えており、電導

生産と技術

度が予め定められた値より大きくなると警報を鳴らし、係員に層が飽和になったことを知らせ作業の指令を与える。

必要な計器 (A Needed Instrument)

今日までのところ陽イオン層が悪くなった時を示す良い計器は見当らない。陽イオン交換層からの流出液の電導度は遊離の鉍酸度により、更に原料水中の全溶解塩によつても異なる。全自動制御装置では層を通つた水量を基準にして自動的に流れが止るように出来ていて相当な節約が出来る。この方法で漏出を防ぐために現在では試験期間の最大と最小の T. D. S. の平均で装置が運転されている。

パネル上の手動操作気圧負荷部分(pneumatic loading stations) は陽イオン交換層の入口弁の位置をきめるために用い、これによつて負荷を分けるようにする。陰イオン交換層についても排出口の弁の位置を同様にする。

陽イオン水流量計の右の3つの流量計は再生用酸、逆洗および純水の流れを示すに用いられる。陰イオンパネルボードにはソーダ灰および逆洗流量を示す2つの流量計がある。

第3図の右下方にサイクル制御器、各パネルの左に撰択スイッチ及びこれらの計器のスタートボタンが見える。

陽イオンパネルの最右端には再生用酸の濃度記録計がありその下にサイクル制御のためのタイマーがある。

再生 (Regeneration)

第1図に示したように、樹脂上にあるHイオンに相当する量のカルシウム、マグネシウムおよびナトリウムが交換されるわけで、ナトリウムは最も早く漏出し始める。そして漏出がある量に達すると再生しなければならない。では再生とは？ 再生と云うのは樹脂上に吸着したカルシウム、マグネシウム、およびナトリウムイオンを水素イオンで置換することである。この装置では水素イオンの供給源としては硫酸を用いている。

樹脂層が飽和になった時、始めに漏出して来るのはナトリウムである。再生の必要な時期は定期的な焰色計による検査で判る。運転中の装置を再生するためには係員は空気作動3方スイッチを自動制御側に切換える。撰択スイッチを再生するべき層の番号に切換える。そしてサイクル制御器の始動ボタンを押す。制御器の時限盤が動き始め交換層の入口、出口バルブが閉じられる。次いで層を10分間毎分384ガロンの割合で逆洗するように適当なバルブを開ける。これには樹脂層をゆるめることが必要である。この時期がすむと洗滌用酸が上部の分布管に入り、樹脂層を通り、排出物が貯槽に入るようにバルブを

切換える。バルブが切換えられると低圧スイッチが入つて洗滌用酸ポンプが動き始める。

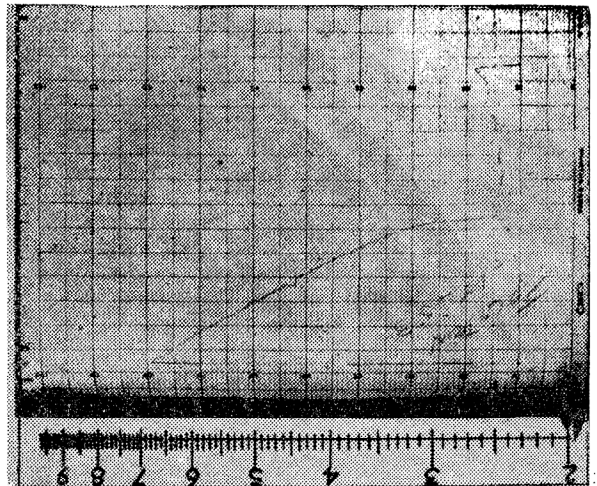
再生用酸の流量をカルシウムの全陽イオンに対する割合によつて200~300ガロン/分に制御する。再生用酸槽内の低水位探針が露出すると、再生用酸ポンプが止りポンプの吸引および排出バルブが閉まる。サイクル制御器は自動的に再び動き出し適当なバルブを開き酸混合器に入る反応器排出液流量を毎分200ガロンに調節して酸再生装置が動き始める。この液流量はうすめられた酸の電導度測定によつて少しは変化する。

濃い酸の流量はポジションナーの付いた絞り弁で制御される。酸の流量が測定され積算される。そして一定量に達するとこの酸は止められる。混合槽への水のバルブは8%酸が毎分200ガロンの一定流量で樹脂層を洗滌するように一定期間開かれたままになっている。このサイクルの洗滌水をゆつくり流す部分は酸を洗い出すのにも役立つ。すべての濃い酸にふれる開閉制御弁はガラスライニングである。

新しい酸による再生サイクルの始めには、中和系のバルブを開いたままにしておいてすべての逆洗の水が排出されるようにする。一定期間後(装置の能力と酸溶液の流量によるが)再生用酸系への弁を開ける。

再生に続いて毎分530ガロンの割合で急速に洗滌用水を流す。この間再生用酸槽中の高水位探針がタンクへのバルブを閉じ中和系へのバルブを開ける。パネルボード上の電灯が全サイクルが終つた事を示しナトリウムの漏出が充分少なくなったことを係員が確めて、リセットボタンを押すと装置は再び自動的に運転を開始する。

樹脂は高電導度遮断リレー(酸濃度記録計にある)及び毎分200ガロンに対するオリフィス差圧を測る差圧スイッチ(混合槽に入る稀釈水の)によつて過剰の酸濃度から保護される。もし上記の機構で新しい酸系が閉じられると手動で再びリセットしなければならない。



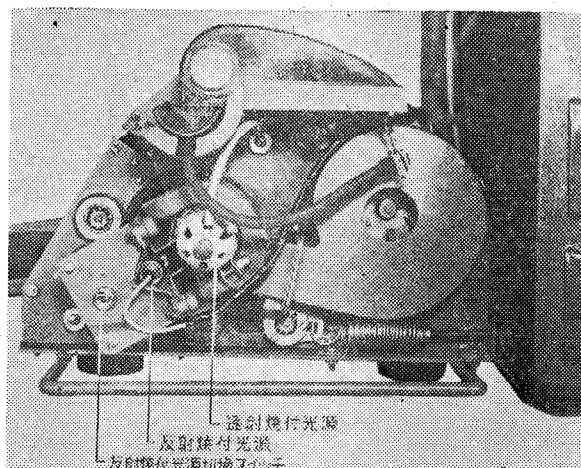
第4図 陽イオン再生サイクル中の酸濃度図
(以下31頁に続く)

ローラーにより2枚を圧着引出し、1分程後2枚を引き剥がせばポジ紙に原稿と同じポジ像を得ることが出来る。すなわち現像の際ネガ感光層の中、未露光の銀（ハロゲン化銀）を溶出させ現像液で濡らされたハロゲン化銀のないポジ紙と圧着して溶出されたネガ紙のハロゲン化銀をポジ紙のゼラチン層に吸収させてそこで金属銀に還元させてポジ像を作製するのである。この方法ではネガ印画紙の感度低くまたポジ紙には感光性なきため比較的明るい場所で操作が出来、しかも現像作業が簡単で速いため事務方面には好適であるが反面陽画写真法に比して印画紙のコストが10倍もかかりこの点多少の難点が残される。

通常本方法に用いられる焼付器の一例（本プリンターは1枚物でも書物にでも用いられる）を示す。

V あとがき

以上要するに現在に於ける複写事務のオートメーション化に最適なものとしてはⅢ項2のロ、ハ、にⅣ項4を併用したものに焦点が絞られてくるのは必然的である。そのうち書物の複写を除けば複写事務のうち大半の量を占める1枚物又は薄き冊子等では第3図に示すような複写機の焼付光源を切換えてそれぞれ焼付出来れば1台の機械と複写印画紙用現像器のみで陽画写真法でも事務



第3図（開放図）

陽画写真法事務用複写印画紙法を兼備した複写機

用複写印画紙法でも、処理することが出来設備費、ランニングコストを最低にしてかつ非常に能率よくしかも絶対確実にあらゆる複写事務を処理することが出来ることになる。わが社でも以上の観点に基き種々研究の上製造発表して好評を得ている。

勿論日進月歩の世の中であるから近き将来或は驚くべき性能の複写機の出現を見るかも知れないが現段階においては本システムにより大いに事務能率が向上されつつある。

（28頁より続く）

すべての計器および制御装置が適当に働けば、陽イオン再生サイクルは第4図に示されるような酸濃度図を描く。

陰イオン交換樹脂が塩素、硫酸で徐々に飽和されると CO_2 は交換層の出口近くに押出されて来る。この漏出により電導度が 30 micromhos 以上になると飽和されたものと見做され、塩素および硫酸イオンを水酸イオンで置換再生しなければならない。

陰イオン交換層の再生も陽イオンの場合と全く同様である。

廃液処理 (Waste Treatment)

すべての装置廃液は貯槽に集められる。ここから第1段階の中和槽に溢流し pH が 7.0 になるよう石灰乳が加えられる。中和槽から連続的に採られた試料は pH 記録制御器の電導度セルを通る。この pH 制御器で pH の変動に応じて石灰乳の電動バルブを操作する。中和の状態を検査するために電導度記録計で常に第2段階の中和槽排出液の pH を測定する。

空気補給 (Air Supply)

71個の空気作動スイッチ、86個のソレノイド、27個のダイヤフラム作動3方バルブ及び2個のサイクル制御装置を調子よく働かすための清澄な、乾燥した圧搾空気は2個の水冷フィルター及び2個のシリカゲル脱湿器の中1個を通して得られる。脱湿器は一方が働いている時他方は活性化されている。

近代的計器や制御器が無ければ、このような種類の装置は安全に経済的にそして確実に運転することは出来ない。しかし計器の分野で次の2つの応用面を發展させることによつてわれわれの方法をより改善することが出来る。

(1)もつと正確に固形薬品を液流量に比例して供給する方法 (2)ナトリウムの漏出が好ましくない点まで達し、陽イオン交換層が飽和したことを自動的に見付ける方法。