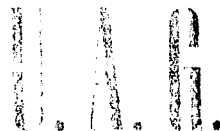


INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela de Ciencias Químicas



• **Consideraciones Utiles Aplicables a
una Planta de Cromado**

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a:

VICENTE VALLE HERRERA

GUADALAJARA, JAL.

1965





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Con agradecimiento a:

Mi Madre Sra. María Herrera Vda. de
Valle, que con su trabajo hizo posible
mis estudios

O B J E T O D E L A T E S I S

Recibí para la puesta en marcha, una planta de cromado del tipo que comunmente opera en nuestros medios fabriles.

Del reacomodo en el proceso; de los ajustes corrientes; -- en la extensión en el proceso para su complemento y de los problemas que de ordinario se tienen como preliminares hacia una forma gradual de normalización de trabajo, obtuve al final una suma de conocimientos y experiencias que luego pensé ordenar y transcribir parcialmente en un trabajo de tesis.

Al estimar las "Consideraciones Utiles Aplicables a una -- Planta de Cromado", la oportunidad me permite presentar la sue sión lógica de cuanto estimo de indispensable necesario y fundamental a propósito del anteproyecto que también comprende la lo calización de la planta si lo es independiente; sitio apropiado dentro de la planta si lo es un departamento de fábrica; del -- proyecto: edificio, selección de proceso; construcción de equipo, adquisición de equipo y accesorios de norma; de la opera -- ción de planta: control de proceso, de calidad, métodos de trabajo; requerimientos en la aceptación de formas de piezas de -- linea para su cromado y de estimación de costos.

Tal vez fuese conveniente una exposición crítica que pun -- tualizace detenida y comparativamente el estado actual de "nues tras plantas de cromado" en oposición a lo que de inmediato debiera hacerse para mejorar y de aquello por lograr en vías de -- máximos perfeccionamientos.

GENERALIDADES

En el proceso de cromado, el objeto a recubrir usualmente es metálico o de cualquier otro material propiamente preparado, sobre el que se van depositando delgadas capas de diferentes metales y al final una de cromo, que le dará al material base, -- propiedades y características que por razones de estructura o -- costo antes nó poseía.

Aunque es posible recubrir practicamente cualquier objeto por intrincado que sea su configuración, es importante tener en cuenta al diseñar las piezas a cromar, que el costo de la operación del cromado es menor cuando menos dificultades presente el objeto al cromarse. Es útil comentar sobre el diseño de las piezas que se cromarán, solo en el caso en que la planta de cromado sea proyectada para recubrir piezas similares o de varios tipos-- en una producción considerable; en el caso de una planta de cromado de maquina al público esta discusión sale sobrando como es -- obvio. Sin embargo estas consideraciones son de interés para -- quien diseña, pues algunas veces inadvertidamente se crean configuraciones difíciles que resultarán costosas al cromarse.

Hago notar tres indicaciones básicas en el proceso del -- cromado:

- a).- Las piezas a cromar deben "bañarse" en toda su superficie por todas las soluciones y "enjuagues" en la -- secuencia del proceso.
 - b).- Ha de asegurarse un buen contacto eléctrico para que no --alten defectuosos los objetos cromados.
 - c).- La cantidad de metal depositado sobre una parte de -- la superficie del objeto que se está cromando, es directamente proporcional al flujo de corriente eléctrica en esa superficie.
- a).- Para cromar piezas grandes se necesitan tinas de tamaño suficiente para cumplir con la primera indicación. De la capacidad de los baños depende el equipo necesario y de ahí el capital de -- inversión. Las instalaciones grandes son económicamente viables si se tiene asegurada una producción suficiente para reeditar el

el costo de la planta.

En este trabajo se considerará una planta cuyos baños sean de tamaño suficientemente grandes para cromar defensas de automóvil, que representan una fuente regular de trabajo; además con baños de esta capacidad, se pueden cromar todo tipo de piezas -- (muebles, juguetes, partes de automóvil etc.) haciendo uso de rejas de soporte (racks) y ganchos especiales; sobre el diseño de estos hablaré más adelante.

B).- Las piezas que se deseen cromar deben sostenerse con firmeza suficiente para asegurar el ininterrumpido paso de la corriente eléctrica sobre toda la superficie del objeto, para evitar -- los defectos consiguientes del recubrimiento por defecto de la corriente eléctrica debido a "falso contacto". Además un objeto que no esta sostenido con adecuada firmeza, facilmente se perderá en el tránsito de tina a tina durante los pasos del proceso, resultando incompleto el número de objetos al finalizar el cromado; a la vez estas piezas que se caen en las tinas obstaculizan el trabajo e impurifican los baños, debiendo retirarse inmediatamente lo cual ya interrumpe el trabajo y disminuye la producción de la planta. Aquí se prevé la necesidad de considerar como -- muy importante el diseño de los ganchos de soporte.

C).- El metal no se deposita uniformemente en toda la superficie de la pieza que se esta recubriendo, siendo el espesor de la capa depositada mucho mayor en las partes salientes y menor en las depresiones.

Si se desea obtener un recubrimiento lo más uniforme posible, han de evitarse en las piezas las depresiones pronunciadas, asimismo las esquinas agudas redondéandose estas siempre; así se mejorará la uniformidad de la capa de recubrimiento teniendo una mejor resistencia a la corrosión a un precio más reducido.

Un punto que hay que tener claro es que la capa de metal que esta recubriendo el objeto, no tiene como fin recubrir "pozos" o nivelar asperezas en piezas mal preparadas o defectuosas.

No hay que pensar en ocultar rayas o defectos con la capa de níquel, por ejem. poniendo un exceso de este metal para luego nivelar "abrillantando" el objeto; este sistema es antieconómico y - además la durabilidad del recubrimiento se disminuye y la apariencia es pobre.

P U L I D O D E L A S P I E Z A S

En esta operación se preparan los objetos hasta un grado de tersura apropiado y práctico desde el punto de vista de costo y apariencia.

Con este fin se utilizan las ruedas de pulido que son por lo general de manta, lona, fieltro y cuero, materiales todos estos que se prestan a la perfección para impregnarse con el polvo de abrasivo, de dureza y grano apropiado según el tipo de pulido que se desee dar a la pieza por pulir. Asimismo la rueda puede ser dura o blanda según convenga y esto depende del material que se use en la rueda y la forma de unir los discos al formarla.

Los adhesivos comunmente usados son de dos tipos; la cola o "pegadura de carpintero y los cementos a base de silicatos. - Cualquier tipo que se use debe ser de alta calidad, seleccionando el pegamento por su punto de fusión viscosidad y flexibilidad.

Al preparar el pegamento de cola deben de tenerse las siguientes precauciones, que son importantes para obtener una calidad alta en el mismo.

- a).- No preparar más cantidad que la del consumo de un día porque las bacterias del aire le descomponen disminuyendo grandemente sus propiedades.
- b).- Remojar durante una hora la cantidad suficiente para la producción de un día, en recipiente esterilizado y con tapa.
- c).- Fundir en baño maría, en recipiente de cobre o aluminio y sin sobre calentar demasiado, (prolongando el calor disminuye la fuerza adhesiva del pegamento); - la temperatura apropiada lo es de 60° a 65° C. sin aumentarla exageradamente; se aconseja regular termostáticamente la olla de cocción.

Al final del día se limpia perfectamente el recipiente y las brochas para evitar la contaminación del pegamento para el día siguiente.

El abrasivo y la fuerza del pegamento ya seco determinan la proporción de agua y "pegadura". En la tabla 2 se expresan las proporciones aproximadas que pueden servir de guía.

Tamaño del Abrasivo (N° de Malla)	% en Peso Pegamento seco	% en Peso Agua
30	50	50
36	45	55
46	40	60
60	35	65
80	33	67
100	30	70
150	25	75
220	20	80

Tabla de Proporciones Aproximadas

Antes de recubrir la rueda deben calentarse ésta y el abrasivo a 50° C para evitar el enfriamiento rápido del pegamento ; después la rueda se deja secar durante 24 horas a temperatura -- de 25 a 30° C, a la humedad relativa de 50 %, en lugar ventilado. Una vez seca la rueda de pulir se rompe el recubrimiento con una varilla dándole golpes a 45° sobre el eje y a los dos lados de la rueda para formar una huella en "X", esto le dá al recubrimiento mayor libertad de corte abrasivo.

Los cementos a base de silicato han ganado mayor popularidad en los últimos años , recientemente se ha logrado mejor calidad en los cementos fríos; las grandes ventajas de estos es que se pueden aplicar a temperatura ambiente, no requiriendo equipo-especial, ni tanta precaución al prepararse como la muy entretendida elaboración de la "cola". Las ruedas preparadas con cemento frío, resisten más elevadas temperaturas de secado y de trabajo, más altas temperaturas de fricción causadas por mayor velocidad y mayor presión al trabajar.

Este tipo de cemento es particularmente favorecido para pulido rápido y "grueso", aunque se puede utilizar y de hecho se utiliza para el pulido "fino"; sin embargo se prefiere el pegamento de "cola" para este trabajo por su mayor flexibilidad.

ABRASIVOS.- Se utilizan ampliamente para el pulido de metales - tanto los abrasivos naturales como el esmeril y los abrasivos artificiales como el óxido de aluminio. En el mercado se consiguen en amplia gama de propiedades que cubren perfectamente las necesidades de la industria. Los artificiales son de mayor dureza que el esmeril que es un compuesto natural de óxidos de hierro y aluminio con un contenido aproximado de 60 a 75 % de óxido de aluminio; el óxido de hierro le da al esmeril la propiedad particular, como abrasivo de preferencia para operaciones de pulido fino.

VELOCIDAD.- Para una operación eficiente en el pulido, es importante tener la velocidad tangencial apropiada en las ruedas; generalmente es entre los límites de 2,000 a 2,700 metros por minuto en ruedas preparadas con adhesivo de cola, pues a mayor velocidad la pegadura se desprende por el sobre calentamiento. Con ruedas preparadas con cemento se puede trabajar a 3,000 metros por minuto confiadamente.

Las bandas de lija son también de utilidad en el pulido; - debido a la amplitud de superficie de abrasión se aprovechan mejor para superficies planas aunque también se usan para formas irregulares, sin que lleguen a competir con las ruedas de pulido; tienen la gran ventaja de que se obtienen directamente del fabricante ya listas para trabajar y de la finura de grano deseado; - no habiendo así ninguna necesidad de recurrir a la elaborada - - preparación de las superficies de abrasión en las ruedas de pulir.

LUBRICACION.- Tanto en las bandas de lija como en las ruedas de pulir es conveniente hacer uso de lubricantes para evitar en el pulido fino el "sellamiento" del grano; se utilizan lubricantes líquidos y sólidos, estos últimos son más populares en el pulido con ruedas, aunque en equipo automático siempre se prefiere rociar con lubricante líquido las ruedas de pulido.

La lubricación es particularmente útil para minimizar el calor de fricción al pulir artículos de metal blando o plástico.

Otras de las operaciones que acompañan al pulido se efectúan con brochas circulares de diferente material; se utilizan "brochas" de alambre de acero, sin ayuda de ninguna composición, para quitar escamas incrustaciones, oxidación etc. El diámetro del alambre es aproximadamente 0.01 pulgadas y la velocidad tangencial puede variar desde 1,500 a 2,100 metros por minuto dependiendo del terminado requerido; para más fino acabado se utilizan ruedas de alambre más delgado y también de material más blando.

El final del pulido es el acabado (lustre); en esta operación se usan ruedas que se forman con discos de lona sobrepuestos y cosidos generalmente en espiral; se sobreponen alternadamente discos de diámetro grande y discos de diámetro menor; de acuerdo a la amplitud entre las líneas de costura lo más cerrado de estas dará una rueda más compacta y un lustre más denso. Según la relación de diámetro en los discos será la flexibilidad de la rueda. Aparte de lona también se utilizan de otros materiales como franela, papel, sisal, piel de oveja etc. según el acabado que se desee.

Cuando se trata de artículos de plástico debe tenerse especial cuidado en controlar la temperatura por medio de adecuada lubricación, pues de otra manera la pieza de plástico se deformaría por el sobre calentamiento. Se aconseja reducir también la velocidad tangencial entre los límites de 1,000 a 1,300 metros por minuto.

PULIDO EN BARRIL.- Otro sistema de pulido es el llamado de barril, método ideal para alta producción. Se usa con mucha efectividad para limpiar "La Piel" de óxido o escamas de las piezas recién maquinadas y con un medio abrasivo adecuado se pueden lograr resultados sorprendentes. Consiste sencillamente en depositar las piezas dentro del barril al que se hace girar sobre su eje a velocidad conveniente y en medio abrasivo según el acabado que se desee.

La operación puede efectuarse en seco con materiales tales como: desperdicios de cuero, pernos de madera etc. con la adición de -- materiales como aserrín, alúmina, cal etc. El pulido de barril -- en seco encuentra su mejor aplicación en el pulido de remaches, -- tornillos y artículos semejantes. Este tipo de pulido se utili-- zaba también para piezas de metal blando tales como zinc, aluminio etc., en la actualidad se hace un barril, pero en medio húmedo, -- pues se obtiene mejor terminado. En la mayoría de los casos se -- utiliza un "medio" de tamaño adecuado, en caso de no serlo se aña -- de un compuesto abrasivo complementario; agua u otro líquido se -- agrega para lubricar la masa, actuando a la vez de medio de sus-- pensión para el material abrasivo de grano fino; varios compuestos químicos para limpieza, lubricación, lavado etc. se utilizan tam -- bién. El barril ya preparado se hace girar a la velocidad y por -- tiempo predeterminados para obtener los resultados deseados.

Considerando el barril en posición horizontal para mejor ter -- minado, la altura de la masa debe ser entre los límites de 50 a -- 60 % de la altura interior del barril; el nivel del agua debe es -- tar entre un poco abajo del nivel de la masa o tan solo sobrepasan -- do a. Debe tenerse en mente que a menor cantidad de agua menor -- cantidad de compuestos aditivos se usarán con el correspondiente ahorro de éstos.

La velocidad de giro en los barriles es importante por las -- siguientes razones: cuando la velocidad es muy lenta, la acción -- de pulido es menor en las piezas y un acabado satisfactorio se -- realiza en tiempo muy largo; por otro lado si la velocidad es exa -- gerada no sólo aumentará mas el tiempo de pulido adecuado sino -- arrojará las piezas contra las paredes del barril deteriorándolo; así que la velocidad debe regularse hasta obtener una caída de -- "cascada" dentro de la misma masa. Como guía se puede seguir la regla siguiente: para barriles de diámetro aproximado a 45 cms. -- 35 R.P.M. como límite; para barriles de 60 cms. de diámetro: -- 20 R.P.M. y para un barril de 75 cms. serán 15 R.P.M.

El tiempo que deba mantenerse girando el barril será fun -- ción, como es obvio, del estado de las piezas que se pulen, pero más dependerá de la dureza de las mismas; teniendo en cuenta prin -- cipalmente estos factores, la duración de la operación puede ser

entre dos y cinco horas.

El tamaño del barril más adecuado depende del volumen de partes a procesar y del tamaño individual de las mismas en algunos casos.

Un volumen pequeño en un barril grande no logrará una acción de cascada y el efecto de pulido será mínimo. En la Fig. 1 tenemos tres casos, el 1º de ellos es el ideal de acción correcta, el 2º está sobrecargado y la acción de pulido será muy pequeña; el caso 3º la acción será mínima o cero.

VENTAJAS.- Las principales ventajas de los métodos de pulido en barril son la reducción en los costos de manufactura en la forma siguiente:

- I .- Más bajo costo de mano de obra.
- II .- No se necesitan obreros calificados.
- III.- Mayor producción por hora con relación al costo del equipo.
- IV .- Menor número de piezas defectuosas.
- V .- Mayor uniformidad de acabado.

Muchos tipos de barriles se han diseñado y se venden en el mercado en ambos tipos: seco y húmedo. La conveniencia y ventajas de los más apropiados se discutirá en el capítulo correspondiente a selección de equipo.

Es conveniente mencionar en este capítulo el sistema de limpieza y pulido por medio de abrasivo a presión, que consiste en -

rociar abrasivo a presión sobre la superficie de la pieza que se trabaja; este método es considerado económico no sólo por que reduce la mano de obra sino también porque el entrenamiento de personal se realiza en un mínimo de tiempo y además se recupera el abrasivo usado.

Aquí otra vez podemos distinguir y dividir esta operación en método seco y método húmedo; en el primero se inyecta aire a presión para disparar la arena abrasiva al objeto; en el método húmedo el abrasivo se suspende en el líquido que se alimenta a pistola por medio de una bomba de circulación, tiene la ventaja de más vida en el abrasivo y más vida en la boquilla de la pistola y la bomba misma. Este método se utiliza en trabajos más delicados en que no se lograrían buenos resultados con el método seco; se puede utilizar grano desde 60 mallas hasta una finura de grano equivalente a 5,000 mallas.

El efecto de estos métodos puede ser modificado controlando los factores siguientes:

- a).- Dureza del abrasivo.
- b).- Tamaño del abrasivo.
- c).- Velocidad de salida.
- d).- Método de aplicación húmedo o seco, etc.

ELECTROPULIDO.- Se ha acuñado este término para el proceso inverso al de recubrir electrolíticamente un objeto; en efecto, cuando una pieza metálica se utiliza como ánodo en un baño especial y en condiciones adecuadas, la superficie del objeto adquiere tersura y brillo al paso de la corriente; es un método para obtener superficies de alta calidad en tersura y apariencia. No hay trabajo mecánico en esta operación en la pieza y este hecho mantiene el objeto más limpio y con propiedades ventajosas sobre las piezas pulidas a mano.

Una superficie que ha sido electropulida se caracteriza por la ausencia de rayas y partículas de abrasivo embebidas en el metal; el uso de este sistema mejora los objetos en su apariencia y los costos del proceso se reducen también.

Los baños no son difíciles de controlar y son más resistentes a contaminación; los costos para el electropulido están a la altura de los costos comunes del proceso al cromar; los principales materiales que se consumen son los ácidos que se combinan con los metales de los objetos trabajados; los compuestos formados sedimentan y posteriormente se tiran al limpiar los tanques.

TABLA DE OBJETOS QUE COMERCIALMENTE
SE PULEN CON ESTE SISTEMA

(Sistema métrico inglés generalmente utilizado en la industria electro-
química)

<u>TIPO DE METAL</u>	<u>TIPO DE OBJETOS</u>	<u>TAMAÑO DEL OBJETO</u>
Acero Acero Inoxidable Bronce	Industria Automotriz "Polve- ras" de Auto, Molduras, Cor- netas, Anillos de Pistón, -- Engranés, baleros, defensas- etc.	Desde una Pulgada Cuadrada hasta 5 pies ²
Acero Inoxidable Aleaciones para Alta Temperatura	Industria Especial, Aspas de Tubería, Engranés etc.	Desde Una Pulgada Cuadrada hasta Un pie cuadrado.
Acero Inoxidable Acero Bronce Aluminio Plata	Partes para Estufas, Refrige- radores, Jaladeras, Placas - de nombres, cubiertas de tog- tadores, utensilios de cocina, etc.	1 Pul ² hasta (3 pies ²)
Acero Inoxidable Bronce	Artículos de: Joyería, Exten- sibles, Aretes, Broches, Co- llares, Encendedores.	(1/4") ² hasta (8") ²
Acero	Herramientas, Llaves, Sierras etc.	(3") ² hasta (2 pies ²)
Acero Acero Inoxidable Bronce	Artículos de Ferrería: Plomería, Chapas, Muebles Me- tálicos, etc.	(1") ² hasta (4 pies ²)
Bronce Aluminio	Artículos varios como: Instrumentos Musicales, Par- tes para Cámaras Fotográfi- cas, Instrumentos eléctricos, Lámparas, etc.	

Todos los procesos comerciales de electropulido y sus fórmulas de baño están cubiertos por patentes; detalles de operación se obtienen solo a través de distribuidores autorizados.

En líneas generales la técnica a seguir es la siguiente: La limpieza de los objetos a pulir es de primordial importancia; varios métodos se pueden seguir tales como: Electrolítico, desengrase a vapor etc.

Las piezas se acomodan en el baño en tal forma que se obtenga la mayor área de exposición posible, paralela a los catodos. La relación de áreas de catodo a anodo debe de ser de 2 a 1 como mínimo.

Los catodos pueden ser de: carbón, acero inoxidable, cobre o plomo; siendo preferidos estos últimos.

La temperatura de los baño es usualmente entre los límites - de 110° a 250° F, (43.5 a 122°C) la densidad de corriente varía de 100 a 500 AMP/pie² el tiempo de tratamiento puede ser entre uno y 15 minutos, dependiendo de la densidad de corriente aplicada; el voltaje es de 6 a 25 Volts, (dependiendo de la forma del objeto, - de la distancia anodo-catodo y el tipo de baño, el más usual es entre 13 y 16 Volts en la salida de la fuente de corriente).

" F O R M U L A S T I P I C A S P A R A B A Ñ O S
D E E L E C T R O P U L I D O "

COBRE Y ALEACIONES

Acido crómico - - - - -	7 %
Dicromato de Sodio - - - - -	20 %
Acido Acético - - - - -	7 %
Acido Sulfúrico - - - - -	6 %
Agua - - - - -	60 %
A M P/ Pie ² - - - - -	300 - 900
Temperatura - - - - -	80° F

NIQUEL Y ALEACIONES

Acido Sulfúrico - - - - -	65 %
Glicerina - - - - -	200 c.c./litro
Agua - - - - -	35 %

ALUMINIO

Carbonato de Sodio - - - - -	18 %
Fosfato trisódico - - - - -	7 %
Temperatura - - - - -	170°-185°F
Agua - - - - -	75 %
A M P/ Pie ² - - - - -	10 25

ACERO

Acido Sulfúrico - - - - -	15 %
Acido Fosfórico - - - - -	65 %
Acido Crómico - - - - -	10 %
A M P/ Pie ² - - - - -	50 - 1000
Temperatura - - - - -	130°F

Si un método no trabaja satisfactoriamente debido a la composición de la aleación del metal base o por una nueva combinación de metales, entonces hay que experimentar un poco. La mejor forma de hacerlo es seguir la composición de las soluciones recomendadas, haciendo cambios en concentración, temperatura o corriente.

L I M P I E Z A D E L O S O B J E T O S

Aún se sigue desengrasado en la mayoría de nuestros talleres y plantas de cromado, con un método anticuado y peligroso, -- que consiste en limpiar los objetos con una estopa empapada en gasolina. El operario trabaja con una tina llena del líquido inflamable en donde se colocan las piezas que se desengrasarán, es obvio el peligro latente para el operario así como para el edificio mismo; sin embargo se trabaja así a pesar de todo.

Si se mezcla 50 % de gasolina y 50 % de petróleo se reduce la inflamabilidad y el costo ya que la operación es cara además de peligrosa.

"P R E P A R A C I O N D E L A S U P E R F I C I E"

Se preparan las piezas a cromar desengrasando por medio de solventes, en los que interviene en su composición el cloro; el proceso consiste en suspender el objeto que se desea limpiar dentro de un recipiente en el cual el solvente se ha vaporizado. Debido a la diferencia de temperaturas el vapor se condensa en las piezas frías y disuelve las grasas, aceites, ceras o cualquier otro contaminante.

Se pueden dividir en varios tipos de desengrase de acuerdo con la combinación del solvente: en estado de vapor y líquido.

- a).- Desengrase con solvente vaporizado solamente, es eficiente cuando solo se trata de remover aceite o grasa.
- b).- Solvente caliente y vapor.
- c).- Solvente hirviendo - Solvente caliente - Vapor.
- d).- Vapor - Regadera - Vapor.

Primero se sumergan las piezas en un recipiente donde el solvente se encuentra en estado de vapor y se mantienen ahí hasta que cesa la condensación, luego se bañan con regadera de solvente limpio por unos instantes solamente, regresando luego al vapor hasta que no hay mas condensación.

El diseño del recipiente para desengrasar depende de la forma de las piezas, pero consiste simplemente en un tanque, el

L I M P I E Z A D E L O S O B J E T O S

Aún se sigue desengrasado en la mayoría de nuestros talleres y plantas de cromado, con un método anticuado y peligroso, -- que consiste en limpiar los objetos con una estopa empapada en gasolina. El operario trabaja con una tina llena del líquido inflamable en donde se colocan las piezas que se desengrasarán, es obvio el peligro latente para el operario así como para el edificio mismo; sin embargo se trabaja así a pesar de todo.

Si se mezcla 50 % de gasolina y 50 % de petróleo se reduce la inflamabilidad y el costo ya que la operación es cara además de peligrosa.

"P R E P A R A C I O N D E L A S U P E R F I C I E"

Se preparan las piezas a cromar desengrasando por medio de solventes, en los que interviene en su composición el cloro; el -- proceso consiste en suspender el objeto que se desea limpiar dentro de un recipiente en el cual el solvente se ha vaporizado. De bido a la diferencia de temperaturas el vapor se condensa en las piezas frías y disuelve las grasas, aceites, ceras o cualquier -- otro contaminante.

Se pueden dividir en varios tipos de desengrase de acuerdo con la combinación del solvente: en estado de vapor y líquido.

- a).- Desengrase con solvente vaporizado solamente, es eficiente cuando solo se trata de remover aceite o grasa.
- b).- Solvente caliente y vapor.
- c).- Solvente hirviendo - Solvente caliente - Vapor.
- d).- Vapor - Regadera - Vapor.

Primero se sumergan las piezas en un recipiente donde el -- solvente se encuentra en estado de vapor y se mantienen ahí hasta que cesa la condensación, luego se bañan con regadera de solvente limpio por unos instantes solamente, regresando luego al -- vapor hasta que no hay mas condensación.

El diseño del recipiente para desengrasar depende de la -- forma de las piezas, pero consiste simplemente en un tanque, el

tamaño del cual variará con el tamaño de las piezas que se desee trabajar; cuando las piezas son pequeñas se colocan en ganchos - especiales (racks) para mayor rapidez en su manejo y preparación y así continuar en los siguientes pasos del proceso. También se pueden desengrasar las piezas pequeñas, en canastas, sumergiendo estas en el solvente.

Un tanque desengrasador es fundamentalmente una unidad de destilación termobalanceada en la cual el solvente se calienta - por medio de: quemador de gas, vapor, calentadores eléctricos -- etc.; y el control del vapor se logra por medio de un termostato, con chaqueta de agua, o serpentines de agua fría.

Para iniciar la operación del tanque, se debe tener la precaución de abrir la válvula del agua de enfriamiento antes de empezar a calentar el solvente.

Si se prefiere usar el tipo de "regadera" esta operación - se hace bajo el nivel del vapor y a un ángulo aproximado de 45°.

El objeto que se está desengrasando, debe retornarse en el solvente hasta que alcanza la temperatura del mismo para evitar el arrastre de éste.

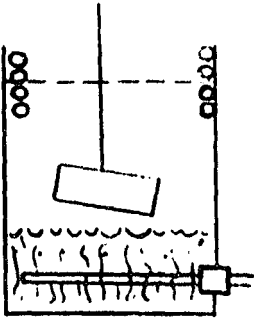
Los solventes más comunes son compuestos de cloro como el tricloroetileno y el percloroetileno, que se prefieren por sus - cualidades y por ser los menos tóxicos; las compañías comerciales del ramo, les venden bajo diferentes marcas.

Como es natural el solvente se impurifica a medida que aumenta el uso del desengrasador siendo necesario destilarlo cuando ya está sucio para que la operación de desengrase sea efectiva.

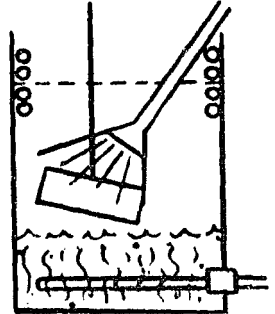
" TIPO DE SOLVENTES COMERCIALES "

SOLVENTE	METODO	USO	VENTAJAS
Solventes deriva <u>dos</u> del petroleo; (Hidrocarburos - Alifáticos).	B a ñ o	Remoción de Grasas y Mu <u>gre</u>	No se necesita equipo.
Solventes Deriva <u>dos</u> de la Hulla (Hidrocarburos - Aromáticos).	Ha ñ o y Brocha	Pre-Desen-grase	Equipo barato y bajas tempera--turas.
Solventes No In-flamables (Hidru-carburos compues-tos de cloro).	B a ñ o Regadera Vapor	Desen-grase	Eficiencia aún en mugre difi-oil
Solventes Pola-res (Alcoholes Fenoles etc.)	Vapor	Cuando se da sea una super-ficie hidrofílica	Residuos Neutros.
Solventes Especiales (Emulsiones)	Unidad Ultrasonica	Para limpieza Superficial Rápida.	Rápidos

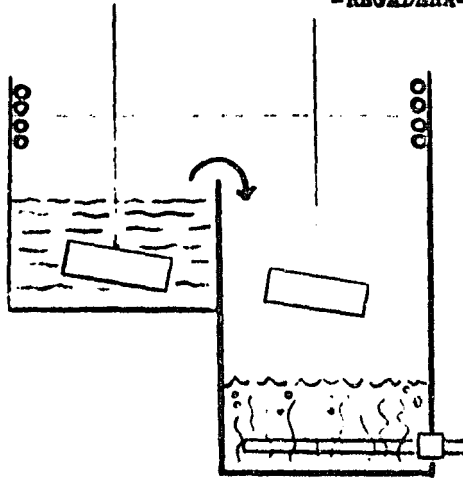
" METODOS EN LOS DESENGRASADORES "



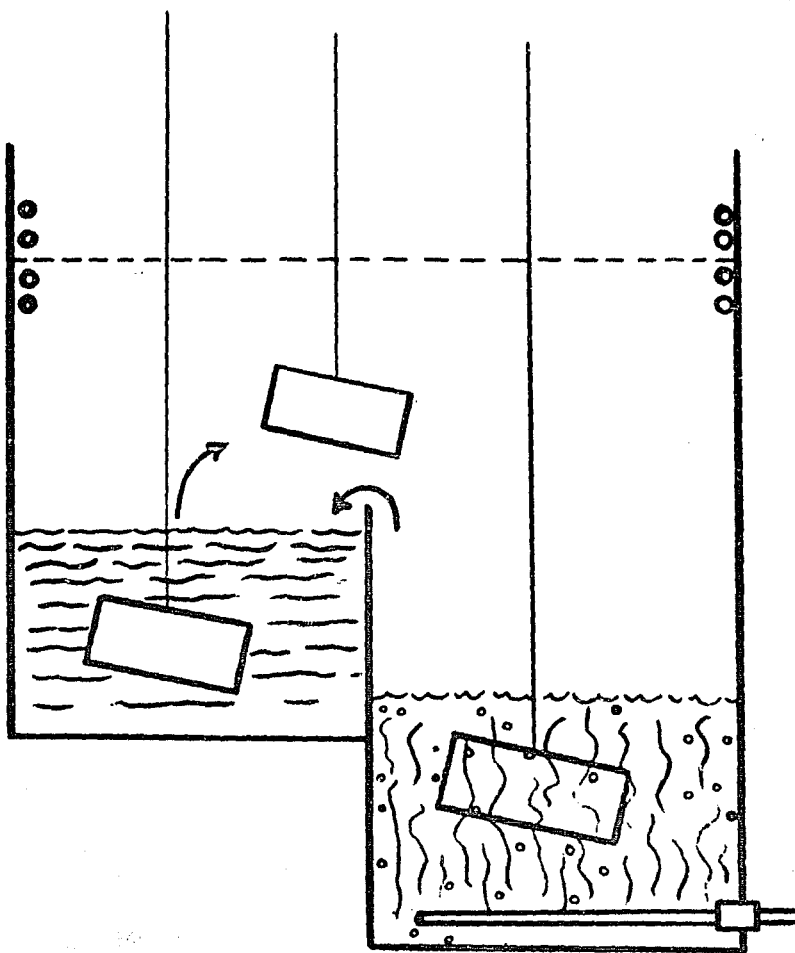
DESENGRASADOR A VAPOR.



DESENGRASADOR -VAPOR-
-REGADERA- VAPOR



SOLVENTE CALIENTE - V A P O R



SOLVENTE CALIENTE SOLVENTE HIRVIENDO
VAPOR

S O L V E N T E S C O N B A S E D E C L O R O P A R A
L I M P I E Z A E N F R I O

T A B L A D E C A R A C T E R I S T I C A S

SOLVENTE	PUNTO DE EBULLICION	EVAPORACION ETER - 100	C M P (P P M)
Tetracloruro de Carbono	170° F	36	25
Percloroetileno	250° F	12	200
Tricloroetileno	188° F	30	200
Metil Cloroformo	165° F	37	500
Cloruro de Metilo	104° F	62	500
Tricloro trifluo- roetano	118° F	61	5000

C M P - Concentración máxima permitida en el ambiente de trabajo al que
los obreros están expuestos día tras día.

**FORMULAS DE COMPUESTOS PARA
LIMPIAR EN FRIO**

U S O	% COMPUESTO DE CLORO	% SOLVENTE
Mantenimiento de Herramientas, Partes de Automóviles, etc.	Percloroetileno - 100	-
	Metil Cloroformo - 100	-
	Tricloroetileno - 100	-
	Tricloroetileno - 70	Nafta - 30
	Percloroetileno - 75	Tolueno - 25
Limpieza de Motores y Material Eléctrico	Percloroetileno - 100	-
	Triclorotrifluoroetano - 100	-
Limpieza de Telas	Metil Cloroformo - 100	-
	Tricloroetileno - 100	-
	Percloroetileno - 100	-
Quitar Pintura, Laca Barniz	Cloruro de Metileno 85	Alcohol Metílico - 15
	Cloruro de Metileno 85	Acetona - 15
	Cloruro de Metileno 35	Nafta - 65
Limpieza de Instrumentos; Quitar tinta de imprenta	Cloruro de Metileno 100	-
	Cloruro de Metileno 50	Tolueno - 50
	Percloroetileno 100	-
	Metil Cloroformo 100	-

La idea de mezclar solventes de cloro con otros tipos de solventes, es con el fin de disminuir el costo del solvente en primer lugar; mejorar la solubilidad y características de secado y reducir la combustibilidad del solvente.

La formulación de las mezclas de solventes de la tabla anterior, representan solo una pequeña fracción de formulaciones posibles y sólo las menciono con el objeto de indicar los factores que deben considerarse.

Cuando se trata de limpiar objetos que tengan partes que puedan ser afectadas por el solvente, se debe considerar la acción del solvente con relación al tiempo de exposición. Por ejemplo al limpiar un motor eléctrico lo que se desea es quitar los residuos acumulados sin afectar el material aislante en el motor. Dependiendo de las condiciones de aplicación y de lo "viejo" que sea el esmalte aislante del motor, la solubilidad variará de acuerdo a esto. Generalmente un barniz de tipo fenólico o aislante poliéster en un motor usado resistirá el ataque del solvente de cloro durante un período de exposición razonable. Si se limpia con brocha el embobinado, se puede reducir el tiempo de exposición sopleteando con aire comprimido al terminar de hacer la limpieza del motor.

El triclorotrifluorometano por sus características de seguridad y ser bastante inerte al esmalte aislante del motor, es especialmente recomendable para limpieza por inmersión, (en este caso de motores), en tanque cerrado para minimizar la pérdida del solvente por evaporación.

Percloroetileno y metilcloroformo también se usan bastante por su costo, comparativamente más bajo que otros solventes y porque se puede adaptar mejor que otros solventes al limpiar por medio de pistola de aire.

"USO DE SOLVENTES DE CLORO EN EL SISTEMA DIPASICO"

El sistema de limpieza difámico, consiste sencillamente en la utilización de dos medios de limpieza, siendo uno el agua y el otro un solvente de cloro tal como: tricloroetileno, percloroetileno, o

cloruro de metileno, este sistema es particularmente atractivo por que no se manejan substancias inflamables y el solvente orgánico, que es más pesado que el agua, queda en el fondo del recipiente -- siendo mínima la pérdida del solvente por evaporación. Se trabaja a temperatura del medio ambiente a muy bajo costo de operación; el objeto sale del medio solvente y pasa a través del agua en la capa superior donde se queda el solvente arrastrado y el objeto sale -- limpio y húmedo en condiciones óptimas para el siguiente paso en la secuencia del proceso de cromado.

En un sistema propiamente diseñado, la pérdida del solvente es muy reducida, alrededor de 1 litro de solvente por cada 800 pies cuadrados de superficie tratada.

El equipo consiste sencillamente en un tanque en el que la profundidad de la capa del solvente y la del agua, dependen del tamaño y la forma de los objetos que se desean limpiar; debe ser suficientemente profunda cada capa con el propósito de que el objeto se lave perfectamente en cada medio. Los objetos se sumergen lentamente y se agitan con mesura en el agua para que se desprenda tierra y mugre; se expone al medio solvente por varios minutos, al sacarse se mantiene sobre el nivel del agua y luego se sopletea con agua y aire a presión.

M E D I D A S G E N E R A L E S D E S E G U R I D A D

- a).- Tener adecuada ventilación en el cuarto donde se haga la limpieza de los objetos.
- b).- Conociendo las características inflamables de los solventes, debe tenerse cuidado en su manejo; las estopas sucias llenas de solvente no se deben tirar a la basura sino hasta que están secas.
- c).- La mayoría de los solventes disuelven la grasa de la piel, lo que a lo largo del trabajo puede propiciar infecciones en los trabajadores; es necesario el uso de guantes, y careta cuando hay peligro de que el solvente pueda salpicar a los ojos.

BAÑO ALCALINO.-

La limpieza de los objetos por medio de un baño alcalino, tiene efecto por detergencia mas que por disolución de las impurezas - como en los casos anteriores de los solventes; la grasa, tierra y - mugre son arrastradas de la superficie del objeto y se emulsifican - en algunos casos; puede suceder también que se separen lléndose al - fondo del recipiente o bien que reaccionen parcial o totalmente con el líquido limpiador formando jabones solubles; esto último sucede - en el caso de que las impurezas sean grasosas.

De cualquier manera que sea, un limpiador efectivo debe separar la adherencia de la mugre a las piezas y dejar las impurezas en tal forma que sea fácil deshacerse de ellas por medios mecánicos.

En general los metales ferrosos y sus aleaciones pueden limpiarse en un medio alcalino con un pH entre 12 y 13.5 y en los metales - no ferrosos tales como cobre, zinc, aluminio, estaño, plomo y sus -- aleaciones se utilizan soluciones de un pH más bajo entre 10.5 y 12. De cualquier modo es aconsejable principalmente, en el caso de los - metales no-ferrosos utilizar un inhibidor que cubra la superficie - de las piezas, con una delgadísima película para prevenir que los - objetos se "piquen".

Las sustancias alcalinas más comunmente usadas por su efectividad son: sosa cáustica, ortosilicato de sodio, metasilicato de so dio, fosfato trisódico, carbonato de sodio, pirofosfato trisódico, - tetraborato de sodio y polifosfatos sódicos; muy frecuentemente se - mezclan algunas de estas sales. Esta lista anterior está ordenada - conforme a la disminución de su alcalinidad; comercialmente se en - cuentran en el mercado una gran variedad de detergentes sintéticos - que se acomodan por sus cualidades a las necesidades específicas en cada caso.

En la preparación de un baño alcalino es conveniente calentar primero el agua alrededor de unos 140° F (60°C) y luego añadir la - sustancia poco a poco para evitar que se depositen en el fondo del tanque donde formarían una masa compacta que se disolvería muy lentamente; además hay que tener precaución por el calor excesivo gene rado si estos se vacían demasiado aprisa.

NATURALEZA DE LAS IMPUREZAS:

Aceites minerales.- Estos aceites comunmente no se encuentran en estado puro, comercialmente un aceite mineral no es puro, serlo sería muy facil de quitarlo por medio de un compuesto de cloro o un limpiador de tipo alcalino.

ACEITES VEGETALES Y ANIMALES.- Estos materiales son saponificables, aunque la reacción es lenta e incompleta, son insolubles en agua pero solubles en benceno y compuestos de cloro del tipo ya mencionado anteriormente. Estas impurezas se deben a los lubricantes usados en cortes, aceites protectores, lubricantes en moldes etc.

Los aceites del tipo usado como lubricante en motores a los que se les añaden aditivos escogidos por su propiedad de adherirse tenazmente al metal presentan una dificultad muy particular.

Mugre debida a mezclas de aceites minerales, vegetales, grasas con partículas de abrasivos y tierra son de las impurezas más comunes.

GRADO DE LIMPIEZA REQUERIDO.

En general todas las soluciones en los diferentes baños del proceso para cromar, requieren que la superficie del metal base, esté substancialmente libre de grasa, aceite y mugre.

METODO PARA PROVAR EL GRADO DE LIMPIEZA EN UNA SUPERFICIE.

No se han desarrollado métodos de prueba a un punto de exactitud que puedan garantizar la predicción de calidad del cromado en una superficie dada. En último análisis estas pruebas deben hacerse en el artículo ya cromado. La mayor parte de estas pruebas son destructivas. Porosidad y resistencia a la corrosión ofrecen otros métodos para determinar el efecto de limpieza del metal; métodos fotomicrográficos también son útiles; en general, sin embargo, todas las pruebas en piezas terminadas no son muy satisfactorias para el control de producción. Lo ideal es una prueba no destructiva que se pueda llevar a cabo durante el proceso y nos permita juzgar y determinar el resultado del cromado. Hay dos tipos de pruebas que son:

PRUEBA DIRECTA.

En esta prueba se hace un intento de predecir las características de limpieza de la superficie del metal, partiendo de las características físicas y químicas de la solución del baño limpiador.

- a).- Métodos analíticos, medición del pH. etc.
- b).- Especificaciones.- Comparación con tablas de especificaciones para soluciones detergentes típicas (A.S.T.M.).
- c).- Propiedades coloidales.- Evaluación de dispersión, adsorción, de floculación etc.
- d).- Acción del Solvente.
- e).- Medición de la tensión superficial y tensión interfacial.
- f).- Emulsificación.
- g).- Enjuague; es muy importante que el detergente se quite - fácil y rápidamente al enjuagar el trabajo.

PRUEBA DIRECTA.

Los métodos considerados en esta prueba son; aquellos en que se :

- a).- Determina únicamente el grado de ausencia de grasa y
- b).- Aquel en el cual se determina el grado de ausencia de -- grasa y grado de ausencia de contaminación inorgánica; o en otras palabras el método que determina el grado de -- limpieza química de la superficie.

A.- EVALUACION DE AUSENCIA DE GRASA.

1°.- La prueba más común utilizada en los talleres es la del "Agua Cortada", se basa en la habilidad de un metal su-- puestamente limpio, para retener una película de agua. - Una objeción a este método es que si se hace esta prueba en un objeto sucio pero cuya impureza sea material hidrofílico naturalmente el agua no se "cortará"; esto se puede evitar sumergiendo el trabajo antes de la prueba en - un baño ácido (H_2SO_4 3 a 5 % por peso).

2°.- METODO DE REGADERA.

Es una variación de la prueba del "Agua Cortada"

3°.- PRUEBA DEL ATOMIZADOR.

Esta prueba se ha comprobado que es la más sensitiva. - La pieza que se va a probar se deja secar al aire y luego se baña con un atomizador; las áreas limpias mostrarán una película continua mientras que las áreas sucias estarán cubiertas con pequeñas gotas de agua.

4°.- METODO GRAVIMETRICO.

Se pesa la pieza antes y después del tratamiento de lim pieza, la diferencia nos dará el peso de las impurezas.

5°.- METODO DE LA TINTURA FLUORESCENTE.

Se basa en el hecho de que los aceites minerales son vi sibles en forma brillante a la luz ultravioleta, otros aceites que no tienen esta propiedad, se hacen visibles por medio de una tintura soluble y fluorescente. Se ha comprobado gravimétricamente que este método tiene un bajo límite de sensibilidad de alrededor de 4×10^{-6} - gra/cm.

6°.- METODO RADIOACTIVO.-

Es lo más nuevo en las técnicas de evaluación de limpie za, pero aún se considera al nivel de investigación.

7°.- DISPOSICION DE COBRE EN FIERRO.

La muestra (objeto de fierro) se sumerge en un baño con una solución simple de sales de cobre; un recubrimiento galvanico toma lugar remplazando el cobre al hierro en las superficies limpias.

B.- EVALUACION DE LA LIMPIEZA TOTAL DE LA SUPERFICIE.

1°.- Exámen del depósito.

2°.- Fuerza de separación, esta prueba mide la fuerza requerida para separar dos cristales de un metal que han sido puestos en contaco intimo, este método es altamente-sensitivo y no hay duda que tal prueba permite un crite rio de limpieza que es mucho más severo que lo requerido para cromar.

METODO DE LIMPIEZA ULTRASONICO.

El uso de energía ultrasónica para agitar la solución de los baños a pesar de ser un método caro, cada vez se usa más, especialmente en operaciones críticas de limpieza donde elimina la labor manual reduciendo el tiempo de limpieza en un grado muy alto y bajando el costo naturalmente.

ENJUAGUE DEL OBJETO.

Se ha tomado generalmente muy a la ligera este paso en el -- proceso de cromar; un enjuague pobre puede desperdiciar todo un -- buen trabajo de limpieza; así pues es conveniente que se considere a este paso como parte integral de la operación de limpieza; ésta no debe considerarse terminada completamente, hasta que todas las impurezas desaparezoan con un buen enjuague, el que también debe -- quitar la película de la solución de limpieza que se adhiere al -- objeto.

Son factores importantes en un buen "enjuague" la dureza del agua, acidez o alcalinidad e impurezas.

Hay diferentes procedimientos para prevenir las dificultades derivadas de la dureza del agua; se puede "ablandar" el agua añadiendo compuestos químicos para precipitar el carbonato de calcio.

Intercambio de Iones por medio de Zeolitas para remover Iones de -- Calcio y Magnesio.

El uso del agua des-ionizada se ha incrementado tremendamente en los últimos años en los países más avanzados en las técnicas del recubrimiento de metales, al reconocerse las ventajas que se -- derivan de su uso.

Las impurezas como polvo y otras inherentes al proceso se -- pueden disminuir fácilmente teniendo un sobre flujo del agua en -- los tanques de enjuague, manteniendose en esta forma el agua limpia en el recipiente; la entrada del agua debe colocarse de manera que tenga corriente antes del derrame.

Un sistema ideal de enjuague es el siguiente:

- 1°.- Un enjuague con agua caliente que elimina facilmente los restos alcalinos del tanque de limpieza.
- 2°.- Un tanque de enjuague con derrame continuo para disminuir la contaminación.
- 3°.- Un baño de regadera con boquillas de aspersión muy fina.

METODO ELECTROLITICO DE LIMPIEZA.

En este sistema de limpieza se generan grandes cantidades de gas en la superficie cubierta de impurezas creando una agitación mecánica muy alta. El gas puede ser generado tanto en el ánodo como en el cátodo. En el cátodo se genera un volumen mayor de gas pero hay una tendencia al depósito de pequeñas cantidades de impurezas, especialmente de naturaleza metálica y puede también haber absorción de hidrógeno por el metal. Se acostumbra también combinar los ciclos catódicos y anódicos, aunque mas recientemente la limpieza con el uso directo anódico ha sido muy ampliamente utilizada con resultados efectivos.

Bajo circunstancias especiales se puede mejorar la limpieza por este método haciendo uso de corriente de "Inversión pasiva" (IP). Cuando la superficie del metal puede ser "pasivada" por la limpieza anódica entonces la limpieza debe ser solo catódica como sucede con el níquel. Por otro lado para objetos vaciados con una aleación con zinc como metal base, se utiliza exclusivamente corriente anódica debido a que la película que se forma en rededor de los objetos se elimina facilmente en el enjuague ácido que antecede al recubrimiento metálico. Alta conductibilidad es necesaria y por lo regular el electrolito -- contiene una concentración grande de hidróxido de sodio; recomendándose de 6 a 14 onzas por galón (75 gra./lt.) y trabájese por lo regular a temperaturas de 180° a 120° F, (49 a 82° C) -- alrededor de 6 voltios con densidades de corriente del orden de 50 amps./pie² con una gama de 25-100 amps., tiempo de corriente entre 30 segundos y un minuto y medio. Se efectúa la operación en un tanque de lámina de fierro, del cual dará especificaciones y tamaño en el capítulo correspondiente, con una barra cen-

tral aislada para sostener las piezas que se están trabajando, la fuente de corriente debe ser capaz de suministrar la densidad de corriente necesaria (50 Ampe/por pie²) para limpiar la superficie; una compuerta de derrame es aconsejable para mantener la superficie del líquido libre de aceite e impurezas, que formarán una capa que también puede eliminarse mecánicamente con una lámina a ma nera de cedazo.

Las condiciones de operación serán las estipuladas anteriormente, pero quiero hacer notar que mientras más alta se mantenga la temperatura dentro de los límites marcados, la operación será más eficiente.

El objeto que se está limpiando debe sostenerse de la barra central asegurándose de que el contacto sea efectivo especialmente cuando el medio de sostén es con gancho; las barras deben mantenerse limpias, la forma práctica de llevarlo a cabo es dando -- instrucciones al operario para la limpieza rutinaria y diaria de las barras al inicio de labores.

El control de la concentración adecuada en el baño se hace por simple valoración con ácido normal, usando anaranjado de metilo como indicador.

Del tanque de desengrasado se pasa el objeto a un doble enjuague en un tanque con división de compuerta, con el fin de mantener el agua limpia por el derrame continuo.

"AGUA REQUERIDA EN LA PLANTA DE CROMADO"

Frecuentemente se toma muy a la ligera la importancia que este punto puede tener para el funcionamiento normal de la planta; su cantidad y calidad deben recibir mucho más atención, pues tén-gase en cuenta que es precisamente el agua el material que en mayor volumen se va a estar utilizando en la planta.

Se da como es natural muchísima atención al terminado del trabajo; mejorar la apariencia y calidad del cromado es primordial, pero también lo es de primera importancia la calidad del -- agua, porque de esta depende que al enjuagarse los objetos entre baño y baño en el proceso, el enjuague sea para limpiar y no para

impurificar.

Se encuentran en el agua normalmente muchos componentes que se sabe causan dificultades en las diversas operaciones a que se sujetan los objetos que se están cromando y es deseable eliminar algunos de ellos cuando menos.

La des-ionización del agua es altamente recomendada especialmente para los enjuagues finales. Agua que contenga no más de 5 a 10 partes por millón de electrolitos es adecuada para este servicio.

Hay que tener presente que los tanques de la planta de cromado están actuando prácticamente como evaporadores y los sólidos que estos contengan se irán concentrando en el tanque en tanto que se les añade agua para reemplazar la que se ha evaporado.

Es necesario también considerar que los iones presentes en el agua de enjuague anterior al baño de cobre, níquel o cromo se pasará a estos y con el tiempo se irá aumentando su cantidad, pequeña al principio, hasta provocar serios problemas.

FUENTES DE AGUA PARA LA PLANTA.

Hay varias fuentes de suministro de agua para las necesidades de la planta de cromado, estas son:

- 1°.- Agua subterránea que se puede utilizar mediante perforaciones.
- 2°.- Agua superficial (Arroyos, ríos, lagos etc.)
- 3°.- Agua Municipal.
- 4°.- Agua tratada en planta.
- 5°.- Agua de enfriamiento.

El tratamiento del agua variará según su naturaleza y calidad deseada.

Las fuentes (1) y (2) son por lo general fuentes de suministro de agua para industrias bastante grandes.

Los tipos de impurezas en el agua pueden agruparse como:

cationes, aniones, turbidez, gases disueltos y microorganismos.

Incluido entre los cationes están:- Dureza, metales alcalinos, metales pesados etc. De estos lo más perjudicial es la dureza consistente en iones de calcio y magnesio, que al combinarse con otros componentes en el agua forman compuestos insolubles, (incrustaciones en los calentadores y lodos en los tanques) en general el calcio está presente en el agua en una cantidad aproximadamente el doble del magnesio presente, variando más en las aguas corrientes -- que en las de pozo profundo o lagos de gran tamaño, la escala de contenido varía desde 10 hasta más de 1,800 p.p.m. El standard de dureza y virtualmente la medida de todos los iones presentes en el agua es el $\text{CO}_3 \text{Ca}$ equivalente, esto es la cantidad combinada de $\text{CO}_3 \text{Ca}$, la cual es equivalente a la cantidad del ion presente. -- Por ejemplo, 50 grs. de $\text{CO}_3 \text{Ca}$ (igual a 1 gr. equivalente) toma -- parte en reacciones químicas como lo harían 36,5 grs. de ClNa o, 53 grs. de $\text{CO}_3 \text{Na}_2$.

Los metales alcalinos (sodio y potasio) generalmente no son perjudiciales a los baños con excepción del de níquel donde pueden causar asperezas en el recubrimiento y disminuir el máximo de la densidad de corriente permitida.

En los enjuagues finales no son vistos con buenos ojos ninguna clase de sólidos.

Las trazas de metales pesados frecuentemente se encuentran en el agua; el hierro es el más común y ocasionalmente el manganeso; cualquier metal pesado puede acarrear problemas en varias formas y lugares; normalmente le dan al agua una coloración característica.

La acidez en el agua es altamente perjudicial porque arrastrará metales pesados de las tuberías por tuberías de plástico; si el agua es muy ácida es necesario neutralizarla.

ANIONES.- Sustancias que liberan aniones existen en el agua como: bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos.

Bicarbonato se encuentra invariablemente en el agua y es perjudicial al usarse en tanques de calentamiento porque se transforma en carbonato, que se precipita con el calcio presente variando el pH de las soluciones.

TURBIDEZ.- Se aplica este término a la materia de cualquier naturaleza suspendida en el agua, cuando se asienta rápidamente esta suspensión se le conoce como sedimento.

La turbidez puede variar desde 1 a 28,000 p.p.m. especialmente en vasos acuosos donde cambia por el viento, lluvia y estaciones del año. El agua turbia es objetable para todos los usos practicamente; en la mayoría de los casos no debe exceder una turbidez de 10 p.p.m.

Color en el agua, acompañada de mal olor, es casi señal segura de impurezas orgánicas, esta materia orgánica es perjudicial en los baños; generalmente se tratarán estas aguas con cloro u otros medios de esterilización antes de utilizarse en la planta.

Además de sales disueltas, turbidez, etc. se encuentran frecuentemente gases disueltos en el agua; los más comunes son: Bióxido de carbono, oxígeno, nitrógeno y ocasionalmente metano; el bióxido de carbono libre, se encuentra en el agua como consecuencia de la descomposición de materia orgánica, o por descomposición de bicarbonatos. La técnica de tratamiento de agua está avanzada a tal punto que todos estos problemas son facilmente resueltos, para tener el agua con las características necesarias.

"EFECTOS DE ALGUNAS IMPUREZAS EN LOS DIFERENTES BAÑOS"

B a ñ o	Ca	Mg	Na	Fe	Bicarbónatos	Cloruros	Orgánicos
Cromo	-	5	5	5	-	-	7
Cobre (ácido)	-	-	-	2	-	6	-
Cobre (cianuro)	1	1	-	1	-	-	10
Níquel	1	-	11	2,8,10,11	11	-	4,8,10

- 1.- Precipitados en el baño
- 2.- Anperesas en el depósito
- 3.- Porosidad en el depósito
- 4.- Depósito Opaco
- 5.- Reduce el ataque
- 6.- Depósitos irregulares
- 7.- Reduce el cromo
- 8.- Recubrimientos rallados
- 9.- Mal color en el depósito
- 10.- "Picado" del depósito
- 11.- Depósito "quebradizo"

"CONDICIONES DE OPERACION Y COMPOSICION DE LOS BAÑOS"

Es una buena práctica trabajar con los más altos valores de temperatura y densidad de corriente, por supuesto con las limitaciones impuestas por la calidad requerida en el depósito, el equipo o material de trabajo; así se obtendrá el máximo de producción que se pueda lograr con el equipo que se tenga.

Las variables: temperatura, densidad de corriente, agitación y tiempo, están íntimamente ligadas una con otra, dependiendo de esta interrelación el resultado del recubrimiento. La agitación puede ser de dos tipos: movimiento catódico o movimiento de la solución; el primero se lleva a efecto por medio de un mecanismo que le transmite el movimiento a la barra catódica donde cuelgan los ganchos sosteniendo el trabajo a recubrir. El movimiento de la solución se logra por filtración continua, bombeando la solución en ciclo cerrado; con agitadores de aspas; por medio de calentadores, por medio de bombeo de aire a baja presión; el primero y el último son los métodos más efectivos, siendo más sencillo y económico el bombear la solución y sobre todo ventajoso al combinarse con la filtración del baño, tan útil y conveniente para el mejor resultado del trabajo.

También es frecuente efectuar la agitación por los dos medios: movimientos catódico y de la solución. La excesiva agitación no es recomendada, hay un grado de agitación que si se excede es perjudicial y cualquier agitación que se haga, debe ser uniformemente distribuida para que la capa del recubrimiento sea del mismo espesor, de aquí que la agitación por aspas es la menos recomendada y la agitación con aire requiere equipo y experiencia para obtener resultados satisfactorios.

El sistema de agitación más efectivo es el más sencillo, que consiste simplemente en transmitir el movimiento a la barra catódica por medio de un disco excéntrico acoplado al motor.

Haremos uso de la agitación catódica solo en los baños del cobre y níquel así como en el desengrase electrolítico, pero de ninguna manera en el baño de cromo, donde un pequeño falso contac

to de los objetos que se estén cromando, dará por resultado un tra
bajo manchado.

ANODOS

Son varios los tipos de ánodos usados con los diferentes ba-
ños, haciendose dos distinciones básicas: ánodos solubles y ánodos
insolubles.

El ánodo es el electrodo positivo en el baño, conduce la co-
rriente a la solución y por su forma y posición con relación al cá-
todo (objetos que se recubren) influencia la distribución de la co-
rriente sobre la superficie catódica.

En el caso de ánodo soluble, este es el que supl^e el metal -
que va a efectuar el recubrimiento que se depósita en el cátodo; la
solución es meramente el medio de transmisión del metal del ánodo-
al cátodo.

El ánodo insoluble tiene solamente la función de completar el
circuito eléctrico a la solución, de aquí que deba ser:

- a).- Buen conductor.
- b).- No atacable por la solución con o sin corriente.

CARACTERISTICAS DEL ANODO SOLUBLE.

- a).- Corrosión uniforme bajo la influencia de la corriente.
- b).- Que no produzca muchos lodos al disolverse.
- c).- Que actue como ánodo de alta eficiencia al paso de la -
corriente.
- d).- Un alto límite de densidad de corriente.
- e).- Baja solubilidad en el baño cuando no hay paso de co- -
rriente.
- f).- Mínimo de impurezas para el baño.

VARIACIONES METALURGICAS DE LOS ANODOS.

ANODOS VACIADOS.

No se recomiendan porque traen muchas impurezas (Fe, arena)
además son de grano muy grueso y variable, no solo de ánodo a ánodo

sino que aún en un mismo ánodo varía el grado de corrosión.

ANODOS "ROLADOS"

Este tipo tiene un grano mucho más fino, con la estructura de los cristales elongados en dirección paralela al rolado, sus características son mucho mejores que el vaciado.

ANODOS ELECTROLITICOS.

Tienen el grano más fino y la pureza más alta de todos los ánodos pero su disolución no es uniforme.

ANODOS EN BOLAS.

Se usan en canastas o jaulas debidamente protegidas, la ventaja principal es que se puede facilmente mantener un area anódica -- constante; además se tiene prácticamente un desperdicio igual a cero.

SUSPENSION DE LOS ANODOS.

El contacto eléctrico más satisfactorio entre dos piezas de metal es aquel punto de contacto diseñado de tal forma que haya suficiente metal para llevar la corriente y al mismo tiempo irradie el calor generado por la resistencia del contacto; este se hace generalmente por medio de ganchos que se fijan a los ánodos por barrero y cuerda; el nivel de la solución siempre se mantiene por -- abajo del tope del ánodo, aproximadamente 3 cms. para evitar la corrosión en el gancho atornillado al ánodo que lo aflojaría con los inconvenientes obvios.

ANODOS AUXILIARES.

Son especialmente diseñados para ayudar a resolver problemas específicos de objetos con formas profundas, para mejor distribución del metal de recubrimiento.

MATERIAL DE LOS ANODOS.

Para el baño de cobre utilizaremos ánodos insolubles de cobre. En el baño de níquel se usarán ánodos solubles de níquel los que cubriremos con bolsas de retención de lodos para evitar las impurezas en el baño; estas bolsas deben ser hechas un poco sueltas-

y unos 8 cms. más grandes para que quede en el fondo un bolsillo - para los lodos; el material de la bolsa debe ser de un tejido cerrado suficientemente, para que retenga los lodos, pero no tanto - que no permita el libre paso de la solución.

En el baño de cromo se utilizarán ánodos insolubles de plomo, a los que se les añade un 50% de antimonio o estaño, para evitar la acción corrosiva del baño cuando no hay paso de corriente; se pueden utilizar en forma de barra de diferente sección y forma o también - en lámina; cuando es en forma de lámina se debe fijar con tornillos sobre la barra anódica.

PURIFICACION DE LOS BAÑOS.

Los métodos usuales son:

- a).- Filtración a través de ayuda filtro (tierra de infusorios) con el propósito de retener las partículas sólidas; se prepara el filtro con una capa de ayuda filtro y se recircula la solución cada hora, para una purificación efectiva o bien se traslada toda la solución a otro recipiente, para hacer una limpieza completa del tanque (al efectuar esta operación deben desconectarse los calentadores).
- b).- Tratamiento con carbón activado a través de ayuda filtro, con el fin de retener las partículas sólidas y las impurezas orgánicas; dependiendo del grado de contaminación orgánica la cantidad de carbón activado es aproximadamente 1 Kg. por cada 400 Lts. de solución.
- c).- PURIFICACION ELECTROLITICA.- Se hace con el propósito de eliminar las impurezas metálicas (contaminación de metales disueltos) se lleva a efecto por medio de una lámina corrugada sobre la cual se pasa una corriente de 0.5 a 6 A M P S/ por pie² durante 12 horas, si se efectúa la purificación cada 15 días, debe mantenerse la solución en agitación para mejor contacto y retención de todas las impurezas y la lámina debe sacarse del baño en el momento de cortar la corriente para evitar la redisolución

de las impurezas. Este sistema es más práctico que el usado en algunas plantas, que consiste en tener la purificación en forma continua; si bien es cierto que mantiene al mínimo las impurezas, complica más las instalaciones aumenta el equipo y por supuesto los costos de operación.

"BAÑOS DE COBRE"

Los baños de cobre "cianurados" son usados principalmente para tres aplicaciones:

- a).- Como un recubrimiento, para efectos de "pavonado"
- b).- Para dar en decoración el terminado antiguo oxidado.
- c).- Como recubrimiento preliminar para niquelar y cromar. Este último uso es el más importante y el que nos interesa a nosotros en este trabajo.

El gueso de la capa de cobre, como preparación de las subsecuentes capas de níquel y cromo varía con una amplitud bastante considerable; principalmente en base de costo de operación y material sobre el que se está depositando el cobre; sirvan de ejemplo estos datos:

<u>METAL BASE.</u>	<u>ESPESOR DE LA CAPA DE COBRE.</u>
Fierro, Acero - - - - -	0.00001" a 0.0023"
Latón y Bronce - - - - -	0.00001" a 0.0001"
Zinc y aleaciones de Zinc - -	0.0002" a 0.0010"

El recubrimiento que se acostumbra dar al bronce o latón es ordinariamente como medida de limpieza precautoria.

La capa de cobre aplicada a objetos de zinc o aleaciones -- con base de este metal como "zamac", debe de ser suficientemente "gruesa" que no quede porosa, para prevenir la corrosión en la solución del níquel; por este motivo el mínimo espesor que se indica debe ser de 0.0002" y preferiblemente 0.0003" .

El recubrimiento de cobre a los objetos de fierro o acero - se hace con:

- a).- El fin de obtener una limpieza mas perfecta precedente al recubrimiento del níquel.
- b).- Para ahorrar níquel.
- c).- El abrillantado de los objetos, si se va a efectuar, - es más fácil y mucho mejor por la blandura del cobre.

d).- En algunos casos se puede cromar sobre el cobre con buenos resultados, cuando la capa del cobre es gruesa -- (0.0006") y los objetos son para interiores.

La solución mas comunmente utilizada en el recubrimiento de cobre, contiene sal de Rochelle, que es un tartrato de sodio y potasio, que permite hacer uso en el baño de Cu, de altas temperaturas y consecuentemente altas densidades de corriente con buena eficiencia en la producción.

F O R M U L A D E L B A Ñ O .

Cobre - - - - -	11.3	a	22.5	Gr./lt.
Cianuro de Sodio - - - -	2.25	a	5.6	Gr./lt.
Sal de Rochelle - - - -	22.5	a	37.5	Gr./lt.
Carbonato de Sodio - - -	15.0	a	60.0	Gr./lt.
Hidróxido de Sodio- - - -	Suficiente hasta ajustar el pH de 12.5 a 12.8			

C O N D I C I O N E S D E L B A Ñ O .

Temperatura- - - - -	60°	a	71°	C
Densidad de corriente (cátodo) -	2.2	a	6.6	Amps./Dm ²
Densidad de corriente (ánodo) -	1.65	a	2.75	Amps./Dm ²
Agitación catódica - - - - -	Para altas densidades de corriente.			

Al preparar el baño hágase de la forma siguiente: Llénese con agua el tanque recipiente del baño, hasta el 50 % de su capacidad, calientese y disuelvanse las sales en este orden: cianuro de sodio, que se humedece en recipiente separado, con el cianuro de cobre hasta hacer un lodo delgado y se vacian agitando al mismo tiempo, onseguida se agrega la sal de Rochelle, el carbonato de sodio y la sosa al final.

Hay muchas variaciones de esta fórmula, principalmente -- sustituyendo el cianuro de sodio por cianuro de potasio, que a pesar de ser considerablemente más caro y que se necesita una cantidad mayor que de cianuro de sodio, tiene la ventaja sobre el de sodio que es más estable en soluciones calientes y permite el uso de corrientes con una densidad mucho más alta.

Después de preparado el baño y bien mezclado, debe analizarse para estar completamente seguros de que la composición es correcta.

Problemas y soluciones adecuadas.

Al presentarse un problema de índole cualquiera, lo primero y más sensato es confirmar que no hay desviaciones en las condiciones normales del baño (de operación, composición, pH de la solución, temperatura del baño, área anódica, etc.)

Dificultades mas comunes.

I.- Recubrimiento más delgado que el que se debe obtener (eficiencia catódica baja).

CAUSAS Y CORRECCIONES

a).- Agitación insuficiente.

b).- El contenido del carbonato es muy alto. Neutralizese con ácido tartárico (10.5 gra./lt. de ácido tartárico se combinan con 7.5 gra./lt. de carbonato de sodio para dar: 20.25 gra./lt. de sal de Rochelle equivalente).

c).- El baño está contaminado con ácido crómico. Se reduce el cromo trivalente con hidrosulfito de sodio ($\text{Na}_2 \text{S}_2 \text{O}_4$) utilizando pequeñas cantidades, para evitar un exceso.

II.- EFICIENCIA ANODICA BAJA. (Disminución del contenido de metal en el baño).

a).- El contenido de sal de Rochelle es demasiado bajo.

b).- El contenido de carbonato es demasiado alto o demasiado bajo.

c).- El baño está contaminado con fierro.

d).- Los ánodos están muy cerca de los lodos o al fondo del tanque.

e).- Densidad de corriente anódica muy alta. (aumentese el área anódica).

III.- EL RECUBRIMIENTO DE COBRE ES ASPERO.

- a).- Densidad de corriente muy alta.
- b).- Distancia entre ánodos y objetos, muy corta.
- c).- Contenido de carbonato muy alto.
- d).- Partículas (impurezas) en los ánodos que se depositan en los objetos.
- e).- Eficiencia anódica muy baja.
- f).- Partículas insolubles en el baño (impurezas).

IV .- FALTA DE ADHESION DEL COBRE.

- a).- El objeto está mal preparado para recibir el recubrimiento.
- b).- La solución contiene un exceso de abrillantador (véase "barra viva").
- c).- pH demasiado bajo.
- d).- Impurezas (filtrar con carbón activado).

FORMULA DE BAÑO COMPROBADA MUY EFICIENTE Y DE BAJO COSTO DE OPERACION

Cianuro de Cobre - - - - -	25.0 Grs./lt.
Cianuro de Sodio - - - - -	12.00 Grs./lt.
Sosa Cáustica - - - - -	15.00 Grs./lt.
Abrillantador - - - - -	25 cc./lt.
Temperatura - - - - -	60° C
Densidad de Corriente - - - - -	2.0 Amps/ Dm ²

C O N T R O L D E B A Ñ O

El control del baño es muy sencillo, se reduce a mantenerlo en condiciones normales balanceando a diario la concentración de las sales; según la intensidad del trabajo (número de horas trabajadas) estas adiciones pueden variar; periódicamente debe analizarse la solución y del resultado del análisis se derivan las cantidades de cada compuesto que debe añadirse al baño para restablecer la normalidad del mismo. Antes de tomar las muestras para el análisis, se añade agua al tanque para poner la solución al nivel normal del baño, agitándose hasta que el agua se mezcle perfectamente con la solución para que el muestreo sea verdaderamente representativo.

"E L B A Ñ O D E N I Q U E L"

COMPOSICION.- Se trata de un baño de níquel brillante de características magníficas, el recubrimiento es de una estabilidad y ductibilidad excelente. Se preparará la solución de acuerdo con esta formulación:

Sulfato de Níquel ($\text{Ni SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) - - - -	300 gra/lit.
Cloruro de Níquel ($\text{Ni Cl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) - - - -	70 gra/lit.
Acido Bórico (H_3BO_3) - - - - - - - - - -	45 gra/lit.
Abrillantador - - - - - - - - - - - - - - -	1 % a 1.5 %

CONDICIONES DE OPERACION:

Temperatura - - - - - - - - - - - - - - -	45° a 65°C
pH - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	3.5 a 4.5
Agitación - - - - - - - - - - - - - - -	Catódica
Voltaje en el tanque - - - - - - - - - -	6 a 12 V.

FUNCIONES DE LOS COMPONENTES DEL BAÑO.

NIQUEL.- El contenido del níquel en la solución del baño es uno de los factores que determinan la máxima densidad de corriente a que se puede trabajar el baño.

Cuando se deja "caer" el contenido del níquel en el baño, el efecto inmediato es la baja penetración del baño y si hay demasiado níquel en la solución se formarán cristales en el fondo del tanque.

CLORO.- Tiene dos funciones muy importantes en el baño de níquel.

- a).- Hace posible el ataque de los ánodos.
- b).- Mejora altamente la conductibilidad, de aquí que cuando se trabaje el baño de níquel sobrecargado de piezas se deba elevar el contenido en base de la concentración -- del ión cloro.

ACIDO BORICO.- El contenido de ácido bórico es de lo más importante para mantener la brillantez del depósito así como su ductibilidad; hay que tener cuidado entonces de conservar su normalidad en el baño.

pH. El pH del baño debe mantenerse dentro de los límites estipulados para el baño comprobando el pH al menos una vez por cada ocho horas de trabajo. El pH se elevará si es necesario añadiendo carbonato de níquel; se puede añadir el carbonato de níquel en el filtro y recircular la solución hasta alcanzar el pH deseado. No debe utilizarse carbonato de sodio sosa cáustica ni amoníaco, que formarían el depósito de níquel quebradizo. El pH se baja añadiendo ácido sulfúrico al 10% en volumen; Se agregan inicialmente 100 c.c. de ácido sulfúrico; se agita la solución enérgicamente, se agregan -- 100 c.c. más de H_2SO_4 y así sucesivamente hasta alcanzar el valor de pH que se desea.

"AGITACION DEL BAÑO DE NIQUEL"

Muchos autores recomiendan agitación por aire, el cual debe estar libre de contaminantes: aceite y sólidos, el aire debe inyectarse a baja presión. Se recomienda un buen filtro para el aire; - el filtro debe limpiarse regularmente para asegurar un aire limpio en el tanque; la distribución del aire debe ser uniforme pero al mismo tiempo debe evitarse una excesiva agitación. Es pues necesario para el sistema de agitación por aire, un equipo auxiliar es-

pecial. En nuestra experiencia hemos encontrado la agitación catódica tan efectiva como la efectuada con aire, con las ventajas de simplicidad; el movimiento de la barra catódica por medio de un mecanismo excéntrico acoplado a un pequeño motor, dará la agitación deseada.

FILTRADO.- El baño de níquel debe filtrarse preferentemente en forma continua con un filtro de capacidad suficiente para filtrar de 1½ a 2 veces por hora el volumen total de la solución, es conveniente mantener una pequeña cantidad de carbón activado en el filtro -- sobre una capa de ayuda filtro, 1 Kgr. de carbón por cada 3000 Lts. de solución será suficiente para el trabajo de una semana.

Si el ambiente de trabajo en la planta se mantiene limpio, -- tomándose las precauciones necesarias, el filtrado del baño de níquel se podrá hacer semanalmente o cada 12 días con resultados satisfactorios.

" C O N S I D E R A C I O N E S I M P O R T A N T E S "

- a).- Para evitar mal recubrimiento de níquel debe cuidarse de que el baño se mantenga perfectamente limpio de aceite e impurezas; es fácil retirar el aceite de la superficie -- por decantación o más fácilmente con papel limpio (de periódico) que se extiende en la superficie, dejando que -- absorba el aceite e impurezas y retirándolo enseguida.
- b).- No se deben acumular en el baño piezas que accidentalmente caigan en él, pues se disolverán en el baño impurificándolo.
- c).- Es necesario que el recubrimiento de cobre que antecede -- al níquel sea bien hecho, porque los defectos de éste, se -- rán defectos más notorios en el recubrimiento de níquel.
- d).- El trabajo debe de ser perfectamente enjuagado para mejor adhesión del cromo.
- e).- Precaución extrema debe tenerse para evitar que las sales de amonio, o amoníaco vayan al baño de níquel, pues una -- vez que esto sucede no hay manera de eliminarles.

CALENTAMIENTO DEL BAÑO

Se puede calentar la solución por varios medios: serpentines de vapor, calentamiento directo, calentadores eléctricos etc. Hemos seleccionado el tipo de calentamiento eléctrico que aun siendo poco cara la inversión inicial, es sencilla y efectiva la operación de estos calentadores.

ABRILLANTADORES

En el baño de níquel usaremos dos abrillantadores de tipo orgánico conocidos como abrillantador de 1a. clase y de 2a. clase. El abrillantador de 1a. clase tiene dos funciones: Prover brillo y permitir al abrillantador de 2a. clase estar presente en una más amplia gama de concentraciones. Los abrillantadores de 2a. clase tienen por objeto dar un brillo de lustre.

"ABRILLANTADORES DE PRIMERA CLASE"

COMPUESTO

ANOTACIONES

Benceno - - - - -	Utilizado desde hace muchos años
Naftaleno - - - - -	" " " " "
Tolueno - - - - -	" " " " "
Xileno- - - - -	" " " " "

COMPUESTOS SULFONADOS

Compuestos vinílicos - - - - -	Util para baños con alto contenido de cloro.
Sulfonamidas - - - - -	Insensible a los Abrillantadores - de 2a. Clase.
Sulfonatos - - - - -	Buen brillo, tolerante a compues-- tos de zinc, substancias Orgánicas.

"ABRILLANTADORES DE SEGUNDA CLASE"

COMPUESTOS ORGANICOS

COMPUESTO

ANOTACIONES

Cetonas - - - - -	-	Usos limitados
Aldehidos - - - - -	-	Muy efectivos
Acidos Carboxilicos - - - - -	-	No muy efectivos
Esteres carboxilicos - - - - -	-	Efectivos con abrillantador de la Clase.
Aldehidos Alquilicos - - - - -	-	Efectivos pero forman resinas
Aldehidos Sulfonados - - - - -	-	Muy efectivos
Acetileno y Derivados - - - - -	-	Efectivos

"BAÑOS DE CROMO"

La solución de baño de cromo es simple cuantitativamente, -- aún cuando completa la explicación en cuanto al desarrollo de sus reacciones intermedias.

FORMULAS

	(1)	(2)	(3)
Acido Crómico - - - - -	-247.5 grs/lt.,	270.0 grs/lt.,	405.0 grs/lt.
Acido Sulfúrico - - - - -	2.48 grs/lt.,	2.70 grs/lt.,	4.05 grs/lt.

Estas tres formulaciones pueden considerarse básicas. La primera fórmula (1) es para depósito muy rápido y se recomienda como -- muy efectiva para cromar piezas sencillas. La fórmula (3) es útil -- para cromar piezas muy irregulares, por su conductibilidad alta y -- particularmente por recubrir las piezas en una forma más completa.

CONDICIONES DE OPERACION DEL BAÑO:

Temperatura - - - - -	35° a 55° C
Voltaje en el tanque - - - - -	9 a 12 Voltios
Contacto efectivo - - - - -	100 %
Anodos de plomo - - - - -	Cilíndricos o Irregulares
Tiempo de cromado - - - - -	½ a 1 Minuto.

C A L E N T A M I E N T O D E L B A Ñ O

El calentamiento se lleva a efecto con calentadores eléctricos de cuarzo, protegidos por una canasta de rejilla que ha sido anteriormente recubierta de material plástico inerte al ataque -- del ácido crómico.

En nuestro caso la función principal del cromado es decorativa; una delgada capa de cromo que evite la corrosión de las capas primarias: níquel y cobre. Es pues muy importante un buen niquelado antes de cromar.

El espesor de la capa de cromo es del orden de: 0.00001" a 0.00002" pero se recomienda aumentar el espesor de la capa de -- cromo para evitar la posibilidad de la corrosión cuando la capa -- es delgada.

ANODOS. -- Es necesario tener una superficie anódica grande para -- mantener un equilibrio balanceado de áreas.

La composición de los ánodos puede ser: 93 % de plomo y 7 % de estaño o 92 % de plomo y 8 % de antimonio.

Hay muchos tipos de ánodos que tienen muy variados diseños y características a la vez que interesantes valiosas, sin embargo serán inútiles sino hay un contacto eléctrico de 100 % de efectividad.

"B A Ñ O P A R A D E S C R O M A R"

A pesar de todas las precauciones habrá piezas que resulten defectuosas, habiendo necesidad entonces de preparar un baño para descromar estas piezas que se volverán a cromar, reiniciando los pasos necesarios una vez descromadas.

F O R M U L A S D E L B A Ñ O.

Cianuro de Sodio - - - - - 5 a 10 grs./lt.

Sosa Cáustica - - - - - 45.0 grs./lt.

OPERACION DEL BAÑO.

Temperatura - - - - - Ambiente.
Voltaje - - - - - 6 Voltios.
Tiempo - - - - - 30 Segundos.

"BAÑO PARA DESNIQUELAR"

Asimismo como se necesita tener un baño para descromar, es necesario desniquelar las piezas defectuosas para reprocesarlas.

FORMULA DEL BAÑO.

Acido Sulfúrico - - - - - 50 % (Volumen)
Trietanolamina o Glicerina - - 2 % "
Agua - - - - - Completar Volumen.

OPERACION DEL BAÑO.

Temperatura - - - - - Ambiente.
Voltaje - - - - - 6 Voltios.
Tiempo de corriente - - - - - 10 minutos.

El recubrir los objetos con una película de cromo, es con el propósito principal de que sirva de protección a la corrosión de las capas cobre-niquel y al metal base de las piezas cromadas. El espesor de la película de cromo ya se dijo, usualmente es alrededor de 0.00001" a 0.00002", pero es recomendable aumentar el espesor de la película cuando se quiera tener mayor seguridad de la protección de los objetos que se croman, especialmente cuando éstos se utilizan en zonas donde el medio ambiente es más propicio a la corrosión (costas).

"SEGURIDAD, HIGIENE INDUSTRIAL Y PROTECCION EN LA PLANTA"

Dado que muchas de las sustancias utilizadas en la planta son inflamables, son un peligro latente que hay que evitar o cuando menos minimizar y vigilar, pues ponen en peligro no solo a la empresa, sino también las vidas de los que en ella laboran. Enumeraré algunas de las causas más comunes de incendio:

COMBUSTION EXPONTANEA.- Esta se inicia por una oxidación lenta - hasta llegar a una reacción química acompañada de calor, una vez que alcanza la temperatura de ignición se produce el fuego espontaneo. El peligro puede ser controlado teniendo cuidado de deshacerse adecuadamente de todos los desperdicios inflamables en recipientes preparados con tal fin, como por ejemplo un tanque de los llamados "de 200 lts." con agua y tapa, en donde se arrojarán los trapos que luego se lavarán para volverse a utilizar; otro recipiente para basura que se coloca en lugar estratégico, con el fin de evitar que se tiren estopas sucias cerca de lugares de peligro.

INCENDIOS POR CAUSAS ELECTRICAS.- Todas las conexiones, instalaciones eléctricas y equipo eléctrico, pueden causar incendios ocasionalmente por sobrecalentamiento excesivo, por aislantes defectuosos o deteriorados. El peligro de incendios de este tipo se reduce grandemente con una vigilancia diaria de rutina, subsanando defectos menores que en esta forma no se dejan crecer, ni llegar a ser problemas serios.

PELIGRO DE INCENDIO POR ELECTRICIDAD ESTATICA.- La generación de electricidad estática no se puede eliminar totalmente, puesto que se produce por cualquier equipo en movimiento; se puede controlar de varias formas, la más sencilla es conectar "a tierra" motores y máquinas, afortunadamente este problema se presenta solo en ambientes secos o con calefacción que no son muy dados en nuestro medio.

HIGIENE INDUSTRIAL.- Intoxicación o incendio pueden resultar de la acumulación en la atmosfera de la planta, de cantidades grandes de vapores de los diferentes solventes. Aunque los vapores de la gasolina, el petroleo y otros solventes de estos tipos no se consideran tóxicos sí reducen el contenido de oxígeno en áreas poco ventiladas y actúan como asfixiantes, además de ser un peligro de incendio.

Se puede causar un daño serio al sistema sanguíneo de los trabajadores si se les expone a vapores de benceno, o compuestos de cloro que son altamente tóxicos; una excesiva exposición a vapores de tetracloruro de carbono pueden causar daño al hígado y riñones.

Estos problemas se solucionan con una ventilación adecuada, sobre todo en las áreas críticas.

Otro problema serio es la dermatitis que sufren la mayoría de los trabajadores descuidados que no hacen caso de las indicaciones y medidas de protección, irritaciones de la piel que pueden convertirse en graves y dolorosas llagas.

Es necesario vigilar el uso de guantes al manejar los solventes y demás sustancias tóxicas, así como el uso de cremas para reponer la grasa de la piel que se pierde por la acción de los solventes; acostumar a los trabajadores a una limpieza estricta, cambiándose de ropa al terminar sus labores así como lavarse la cara y las manos antes de tomar sus alimentos.

Algunos individuos son más susceptibles a las enfermedades causadas por el medio ambiente de los vapores de la planta, especialmente los alcohólicos, diabéticos, enfermos del hígado o simplemente alérgicos a ciertos tipos de solventes; a estos individuos no se les debe permitir trabajar en estas áreas de la planta.

P R O C E S O

La secuencia de los pasos a seguir en la planta son los siguientes:

- 1).- Pulido.
- 2).- Pre-Desengrase (Gasolina 50 %, Petroleo 50 %)
- 3).- Desengrase (Tricloroetileno)
- 4).- Enjuague (Agua caliente)
- 5).- Limpieza electrolítica.
- 6).- Enjuague (doble, en agua fría).
- 7).- Baño de cobre.
- 8).- Enjuague (agua fría).
- 9).- Inmersión en baño ácido ($H_2 SO_4$ al 10 %)
- 10).- Enjuague (agua fría)
- 11).- Baño de níquel
- 12).- Enjuague (agua fría)
- 13).- Baño de cromo
- 14).- Enjuague (agua fría)
- 15).- Enjuague (agua caliente)
- 16).- Secado en aserrín.

Por diferentes razones algunas piezas resultan defectuosas, es necesario reprocesarlas en la forma siguiente:

R E P R O C E S O (Depositar más níquel)

- 1).- Descromar (en NaOH con 5 a 10 grs./lt. de NaCN, Anódico a 6 Volts.)
- 2).- Enjuague (doble, agua fría).
- 3).- Baño de ácido (Clorhídrico al 50 %, 45 segundos).
- 4).- Enjuague (agua fría)
- 5).- Baño de níquel.
- 6).- Siguen los pasos ordinarios para cromar.

R E P R O C E S O D E S N I Q U E L A R (Depositar cromo)

- 1).- Baño ácido ($H_2 SO_4$ al 50 % con 2 % en Vol. de Trietanolamina o glicerina; corriente anódica a 6 volts; — tiempo 10 min.)
- 2).- Enjuague (agua fría).
- 3).- Desengrase (electrolítico).
- 4).- Enjuague (agua fría).
- 5).- Baño de cromo
- 6).- pasos finales del proceso.

E Q U I P O

SELECCION DEL RECTIFICADOR.- Un rectificador bastante conocido y utilizado en nuestro medio es el de selenio. El rectificador de silicón que se introdujo en el mercado hace aproximadamente ocho años, se utiliza cada vez más. El de Germanio tiende a -- discontinuarse y pronto pasará al grupo de los obsoletos como -- son: los rectificadores de sulfuro de cobre y óxido de cobre, -- que por mucho tiempo fueron muy populares gracias a sus caracte-- rísticas de resistencir al calor, la humedad y ambiente adverso de la planta, así como su sencillez de operación y larga vida -- (50,000 HS. de trabajo). Desventajas: baja eficiencia y reduci-- do voltaje (4 Voltios).

EL RECTIFICADOR DE SELENIO.- Unidades de 6, 9 y 12 voltios con-- tinúan trabajando en la industria con eficiencias altas, cual-- quier comprador de un rectificador de este tipo debe esperar ob-- tener aproximadamente un 70 % de eficiencia en la operación. -- Una de sus ventajas es soportar sobrecargas prolongadas. La vi-- da normal se considera más o menos de 50,000 Hs. de trabajo. -- La temperatura máxima de o. ucción es alrededor de 45° C; traba-- jando en condiciones anormales de temperatura equivale a una vi-- da más corta.

RECTIFICADORES DE SILICON Y GERMANIO.- Ambos son muy similares en sus características, la eficiencia del rectificador de Sili-- cón operado a carga completa es aproximadamente 95 %, tiene tam-- bién una vida mucho más larga que el de selenio, el rectificad-- dor con diodos de germanio tiende a desaparecer porque la manu-- factura de estos es antieconómica.

Actualmente se fabrican en México rectificadores de buena calidad, los fabricantes dan servicio de mantenimiento; tienen sucursales en Guadalajara y Monterrey que conjuntamente con la casa matriz en la ciudad de México atienden rápidamente a las -- necesidades de las plantas de cromado en las diferentes zonas -- del país.

SELECCION DE TANQUES.- El tamaño forma y material de construcción del tanque o "tina" depende de la función del mismo, la naturaleza de la solución que va a contener y el tipo de instalación que se desee; los materiales más usuales en la construcción de tanques son: madera, plástico, vidrio y fierro.

TANQUES DE MADERA.- Es el tipo de tanque más antiguo y su forma es por lo regular cilíndrica cuando se utiliza para limpieza o almacenamiento de objetos y rectangular para los baños. A los tanques de madera se acostumbra también recubrirles con diferentes materiales tales como: asfalto, hule, plomo, plástico etc. para alargar su vida.

TANQUES DE PLASTICO.- En la actualidad se cuenta con varios materiales plásticos: resinas acrílicas, poliésteres, vinílicos, etc., gracias a esto la construcción de tanques de este tipo se ha popularizado.

Tanque de fibra de vidrio con resina poliéster.- Este tipo de tanque se hace en moldes con esquinas redondas y superficies tersas, las paredes de los tanques se refuerzan con "costillas"; este material resiste temperaturas próximas al punto de ebullición del agua, puede utilizarse en todos los baños ácidos de la planta pero no para soluciones alcalinas en baños calientes para desengrasar. Aunque son muy fuertes estos tanques deben evitarse impactos directos a los mismos.

Tanque de resina acrílica.- Materiales de resina acrílica se encuentran en el comercio con nombres registrados por ejem. "Lucite", "Plexiglas" etc. este material viene en láminas que se cortan a las dimensiones necesarias y se unen con cemento especial o se soldan con calor; las esquinas deben reforzarse para evitar fugas de la solución.

Tanques de resina sintética con fibra de asbesto.- Son fuertes y durables, sus cualidades de resistencia a la corrosión son buenas, se puede trabajar a temperaturas sobre el punto de ebullición.

Tanques de resina vinílica.- Son excepcionalmente resistentes a los ácidos y las soluciones alcalinas de aquí su gran uso; sin embargo el tanque debe reforzarse debido a que esta resina se reblandece.

deseo alrededor de 80° C; el material se compra laminado cortándose las secciones del tanque al tamaño deseado y un medio excelente de soldadura lo es el soplete de aire caliente.

TANQUES DE VIDRIO.- El vidrio es un material muy resistente a los agentes corrosivos, pero no debe usarse para soluciones cáusticas; las placas que se utilizan para formar el tanque son de un espesor de 2 a 2.5 cms., se unen por medio de tirantes de acero inoxidable para hacer más efectiva la unión de las placas, se ranuran éstas y se empaican con fibra de vidrio impregnada de resina poliéster. -- Los tanques de vidrio deben protegerse para evitar que se rompan.

TANQUES DE FIERRO.- Estos son los más comunes, más prácticos por su versatilidad de usos; la resistencia del material y facilidad de manejo al trabajarse, hacen del tanque de lámina de fierro el tanque ideal para la planta; claro está, hay detalles especiales en su construcción tales como: doble soldadura y recubrimiento del tanque con diferentes materiales resistentes a la corrosión de la solución que va a contener, dependiendo enteramente de esto el tipo de material que se utilizará para recubrir el tanque; los recubrimientos más usuales son: hule, resina vinílica, plomo y fibra de vidrio con resina poliéster.

Tanques de lámina de fierro recubiertos con fibra de vidrio y resina poliéster son excelentes para los baños de níquel, cromo y solución de ácido sulfúrico; tanques sin recubrimiento se pueden utilizar perfectamente para todos los otros baños en la planta, con la ventaja adicional de su bajo costo de construcción y la sencillez de operación para el recubrimiento del tanque, que consiste en aplicar la tela de vidrio impregnada de la resina. Este es el tipo de tanque más barato y efectivo que se recomienda para el caso en que este se construya en el taller de la planta. Si -- se prefiere comprar los tanques a las casas comerciales especializadas en el ramo, los hay magníficos recubiertos de plástico y de un acabado perfecto.

Todos los tanques que contengan soluciones utilizadas en el proceso deben ser de la misma forma y dimensiones para facilitar la operación de intercambio de soluciones y el uso de canastas y ganchos especiales de dimensiones "standard".

Los tanques que contengan soluciones calientes, deben recubrirse exteriormente con material aislante para reducir al mínimo las pérdidas de calor irradiado a través de las paredes del recipiente.

C A L E N T A D O R E S

El calentamiento de las soluciones se puede llevar a efecto por diferentes medios; vapor, agua caliente, gas y electricidad, de estos el más sencillo es el último aunque no el más económico, si el mejor desde el punto de vista práctico; ocupa menos espacio y su operación y control son de lo más simple. Los calentadores de gas son peligrosos y el calentamiento con serpentines de vapor o chaquetas de agua caliente es práctica solo en el caso que se tenga esta fuente de calor para otros servicios y no únicamente para la planta, pues no resultaría costeable instalar el equipo con este único propósito.

Para determinar la cantidad de gas, vapor o electricidad necesaria para el calentamiento de la solución de cada tanque se calcula la cantidad de calor requerida por cada baño; lo práctico es expresarlo en B.t.u. y luego dividirlo por el equivalente de la unidad correspondiente; en el caso de un calentador eléctrico: 1 kilovatio hora = 3412 B.t.u.

A G I T A C I O N M E C A N I C A

(catódica)

El equipo consiste en lo siguiente:

Motor: de 1/4 o 1/2 H. P.

Reductor de velocidad: desde 120:1 a 40:1.

Dos cojinetes de bolas.

Este método es el más sencillo de todos y bastante efectivo; la barra catódica se conecta al mecanismo recíproco que la mueve horizontalmente sobre los rodillos fijos en el tanque; el contacto eléctrico se mantiene mediante cables flexibles; de esta manera los objetos pendientes de la barra se mueven conjuntamente con esta, liberándose de las burbujas de hidrógeno evitando que el recubrimiento resulte defectuoso.

GANCHOS MÚLTIPLES

La construcción y diseño apropiado de los ganchos múltiples (Racks) son "puntos clave" en la producción de la planta; el conocimiento de los principios básicos del diseño de ganchos de sosten es una ayuda muy valiosa para resolver los problemas: de reducción de costo por unidad y producción alta con poco personal.

El tamaño del gancho múltiple lo limitan el espacio entre barra catódica y barra anódica, así como el peso del mismo gancho más los objetos fijos a él; las piezas que se van a recubrir deben acomodarse en tal posición con respecto a los ánodos, que reciban la máxima distribución de la corriente anódica; un acomodo incorrecto de los objetos en los ganchos traerá como consecuencia un resultado negativo en el uso de estos. Las piezas deberán estar sujetas firmemente en los ganchos para que no floten al entrar en el baño, dando lugar con esto a un contacto eléctrico interrumpe con los resultados lógicos de un recubrimiento defectuoso. El punto crítico del gancho es su contacto con los objetos y es esto lo más difícil de diseñar; el contacto debe hacerse en tal forma que no manche a la pieza que se está recubriendo y que no dé lugar a formar trampas de gas; debe de ser suficientemente grande para que transmita la corriente sin dar ocasión a sobrecalentamiento. Hay dos tipos de contacto entre ganchos y objetos: el contacto positivo y el contacto por gravedad, el primero es el más complicado de diseñar, generalmente se utilizan horquillas de retención con una terminal rígida y otra flexible o ambas flexibles pero fuertes que no se venzan fácilmente.

Recubrimiento de los ganchos.— Los ganchos sencillos para sostener un solo objeto se hacen con alambre de cobre de un grueso suficiente (8) para el paso correcto de la corriente a la pieza, quitándole el recubrimiento de plástico solamente en los extremos de sosten a la barra y al objeto; a los ganchos múltiples (Racks) hay necesidad de recubrirlos con una capa protectora, esto se lleva a efecto con triple fin: proteger el gancho del ataque químico de la solución, proteger a la solución de la contaminación por el metal del gancho y evitar el desperdicio de metal de las soluciones al recubrir repetidamente el gancho múltiple. El recubrimiento plástico de los ganchos se hace con "plastisol" (cloruro de polivinilo)

es el material más utilizado por sus ventajas sobre otros compuestos similares, es resistente a la acción química de las soluciones y de fácil aplicación; para una adhesión perfecta siganse los pasos:

- a).- El gancho se desengrasa y se limpia con soplete de arena de preferencia.
- b).- Se aplica una primera capa del recubrimiento de plastisol (base) se deja secar al aire y enseguida se "hornea" a 160° C, se sumerge en plastisol nuevamente dejando que se deposite la capa deseada y luego hornea, esta vez a 180° C durante 30 minutos.

Materiales de construcción.- Los materiales más comunes en la fabricación de los ganchos múltiples (Racks) son el cobre, latón, fierro, aluminio y titanio, los dos primeros tienen las ventajas de su buena conductibilidad eléctrica facilidad de construcción, remachado, soldadura etc. sus desventajas: alto costo, material blando; buenos resultados se logran combinando en los ganchos partes de fierro y cobre; las ventajas del fierro son: bajo costo, resistencia, facilidad de soldar; desventajas: baja capacidad en la transmisión de corriente y por consiguiente, elevado peso de los mismos; combinando cobre y fierro se logra equilibrar las desventajas. Las horquillas de contacto se hacen con materiales de mayor flexibilidad, entre éstos el bronce fosforado tiene amplio uso; el acero se utiliza por su tenacidad aunque es un mal conductor de corriente; horquillas de acero inoxidable son cada día más utilizadas a pesar de su baja conductibilidad; tienen una gran ventaja sobre todos los otros materiales y es que resulta fácil removerles los depósitos de níquel y cromo por no aceptar estos depósitos tanto como los otros materiales.

F I L T R O S

La naturaleza de la solución que se desea filtrar, determina que tipo de material deba usarse en la construcción del filtro; actualmente hay materiales plásticos que resisten la acción corrosiva de cualquiera de los baños en la planta de cromado, - aún por encima de la temperatura máxima de operación; también - hules especiales y aceros inoxidable de diferentes tipos, con propiedades características que reducen al mínimo el problema - de manejar las soluciones.

Materiales Plásticos:

Lucita: Resiste todas las soluciones a menos de 60° C.

Epoxy: Resiste todas las soluciones (excepto el baño de cromo a 105° C).

Polietileno: Resiste todas las soluciones a temperaturas menores de 71° C.

Polipropileno: Resiste todas las soluciones a temperaturas menores de 88° C.

Pentón: Resiste todas las soluciones a temperaturas menores de 105° C.

Teflón: Resiste todas las soluciones a temperaturas hasta de -- 149° C.

Materiales de hule:

Hipalón: Resiste todas las soluciones hasta temperatura de 82° C.

Vitón: Resiste todas las soluciones hasta temperatura de 121° C.

Vinilo: Resiste todas las soluciones hasta temperatura de 60° C.

Neopreno: Resiste todas las soluciones hasta temperatura de 80° C.

Selección del filtro.- Existen más de una docena de filtros de - diferentes diseños, para el uso que nos interesa en la planta de cromado; todos se basan en el mismo principio que consiste en: - forzar el paso de la solución a través de un material que no permita el paso de los sólidos que se desean quitar de la solución;

la forma como ésta operación se lleva a efecto varía de un diseño a otro. Las características que deben considerarse en la selección del filtro son: Efectividad en sus funciones (retención de sólidos), bajo costo de mantenimiento, facilidad de limpieza, amplia área de filtración, buena calidad de los materiales en la construcción del filtro, diseño compacto que no utilice mucho espacio, versatilidad.

C O N C L U S I O N E S

Se espera que este trabajo sirva de guía de información para evitar o corregir algunos de los problemas que de ordinario se presentan en las plantas de cromado dado que en nuestro medio hay poca literatura sobre este tema, es aconsejable allegarse bibliografía técnica de las compañías especializadas en ésta rama industrial suscribiéndose a revistas — y boletines para mantenerse informados con noticias frescas de los últimos nuevos materiales y equipo que faciliten cada vez más la operación de la planta.

La formulación de los baños ya comprobada en su efectividad y economía así como el énfasis en el diseño de ganchos múltiples por ejemplo y algunas otras sugerencias indicadas en ésta tesis con seguridad despertará el interés por el ahorro que esto significa.

Indistintamente se utilizó el sistema métrico decimal — y el sistema de unidades y medidas inglesas en cuanto a los nombres de los compuestos químicos me incliné por indicar — los nombres comerciales para que este trabajo sea de aplicación práctica cumpliendo así con una función social de más — amplia difusión que pueda ser aprovechado por industriales — y técnicos no especializados. La intención es proporcionar un pequeño manual en esta área industrial.

B I B L I O G R A F I A

A).- G E N E R A L:

- 1.- Chemical Engineers' Handbook. Third Edition.
- 2.- Mechanical Engineers' Handbook. Fifth Edition.
- 3.- Chemical Engineering Plant Desing. Vilbrent, Third Edition.

B).- E S P E C I A L I Z A D A:

- 1.- Electroplating Engineering Handbook 2nd Edition
- 2.- Metal Finishing 1962 30th Annual Edition.
- 3.- Materials of Construction for Chemical Process Industries.
Lee James, 1950.
- 4.- Corrosion Resistant Tanks and linings. Milton Nadel, 1960.
- 5.- Safety code for Ventilation and operation Open Surface Tanks.
"Asa", 1951.
- 6.- Udylite, Technical Bulletins.