

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

CROMADO Y NIQUELADO SOBRE
MATERIAL PLASTICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
Q U I M I C O
P R E S E N T A

MA. ESTHER DEL PILAR ESPIN VARGAS



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Tesis 1977 #134
ABO M-132
FECHA _____
PROF. _____

PROYECTO Y MONITOREO DE
MATERIALES PLÁSTICOS



QUÍMICA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN QUÍMICA

MA. ESTHER DEL PILAR RAMÍREZ VARGAS

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE	<u>PROF. GUILLERMO HERNANDEZ ANGELES</u>
VOCAL	<u>PROF. MANUEL F. GUERRERO FERNANDEZ</u>
SECRETARIO	<u>PROF. CARLOS ROMO MEDRANO</u>
1er. SUPLENTE	<u>PROFA. ESPERANZA SHROEDER GUTIERREZ</u>
2o. SUPLENTE	<u>PROF. PEDRO VILLANUEVA GONZALEZ</u>

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSTENTANTE:

MA. ESTHER DEL PILAR ESPIN VARGAS.

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA:

PROF. CARLOS ROMO MEDRANO

A MIS PADRES:

RAFAEL ESPIN VELASCO.
OLGA VARGAS DE ESPIN.

Para ellos mi eterna gratitud por sus estímulos y sacrificios.

A MI ABUELITA:

EDUVIGES CARMONA DE VARGAS.

Mi ofrenda de gratitud por
sus desvelos.

A MIS HERMANOS Y TIOS:

Con cariño.

A MIS MAESTROS:

Por su fecunda labor
que me llevó a la meta
deseada.

AL JURADO:

Dándeles de antemano infini-
tas gracias por la atención-
prestada a éste trabajo.

I N D I C E

I N T R O D U C C I O N

C A P I T U L O I

GENERALIDADES

I. ASPECTO HISTORICO

1. Reacción Química
2. Reacción Electroquímica
3. Sistema Redox (ec. de Nernst)
4. Electrólisis
5. Predicción de reacciones en los electrodos.
6. Influencia de las curvas intensidad-potencial en la electrólisis
7. Fenómenos de transporte de materia en disolución.

II. GALVANOPLASTIA

1. Depósito metálico sobre plástico.
2. Ventajas del recubrimiento metálico de los plásticos.

C A P I T U L O II

PARTE EXPERIMENTAL

I. ESTUDIO DEL PLASTICO TIPO ABS

1. Análisis
2. Comprobación de las tensiones
3. Diseños de plásticos
4. Preparación de los plásticos
5. Adherencia

II. DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES DE FUNCIONAMIENTO Y SUS PA
RAMETROS DE TRABAJO.

CUADRO EXPLICATIVO DEL PROCESO

1. Primer baño (baño de cromo VI)
2. Segundo baño (baño de cromo VI y H_2SO_4)
3. Tercer baño (neutralizador, Ox-Red)
4. Cuarto baño (activador)
5. Quinto baño (acelerador)
6. Sexto baño (niquelado sin corriente)
7. Séptimo baño (H_2SO_4)
8. Octavo baño (Ni-mate)
9. Noveno baño (Cu-ácido brillante)
10. Décimo baño (Desengrase)
11. Onceavo baño (H_2SO_4)
12. Doceavo baño (Ni-brillante)
13. Treceavo baño (cromo VI y H_2SO_4)

III. FUNCIONES DE LAS SUSTANCIAS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO.

C A P I T U L O I I I

I. DESCROMADO DE BASTIDORES

1. HCl
2. NaOH
3. Desengrase electrolítico

II. DESMETALIZADO DE LAS PIEZAS QUE PRESENTAN FALLAS

1. Desmetalizado de las piezas de Ni y Cu

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

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

OBJETO

I N T R O D U C C I O N

El cromado y el niquelado son procesos muy importantes en el acabado de numerosos objetos, teniendo como finalidad mejorar su aspecto o protegerlos de la acción de agentes externos mediante la aplicación de una o varias capas del metal por diferentes procesos. Estos procesos, varían de acuerdo con el material por recubrir y con el tipo de acabado que se desea.

El recubrimiento de piezas metálicas se ha efectuado generalmente por medio de baños electrolíticos aprovechando la propiedad conductora de los objetos por recubrir.

Este procedimiento no puede ser tan fácilmente empleado en el caso de objetos no conductores tales como el vidrio, papel, madera o plástico. Siendo éste último un material cuya industria se ha desarrollado enormemente debido principalmente a la facilidad de su moldeo y a su bajo costo en comparación con los objetos metálicos. Se han ideado varios procedimientos para facilitar el metalizado de éste tipo de material.

Este trabajo tiene como finalidad describir un método ^{alguna} que se usa para el cromado y el niquelado del plástico, ya que se ha divulgado una amplia variedad de métodos, de los cuales algunos no han resultado satisfactorios o han sido de-

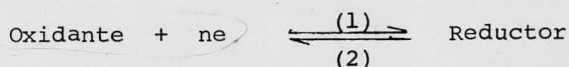
aplicación limitada a causa de su elevado costo, adherencia -- mediocre, porosidad, propiedades mecánicas insuficientes y por otras razones. En éste proceso se trata de dar solución a éstos problemas.

C A P I T U L O I

GENERALIDADES

I. ASPECTO HISTORICO

Se dice que una reacción de oxidación o de reducción corresponde siempre a un cambio de electrones:

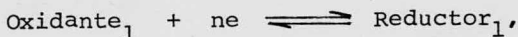


En el sentido (1), la sustancia que fija los electrones desempeña el papel de oxidante y es reducida.

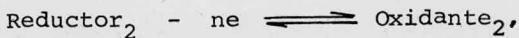
En el sentido (2), el cuerpo que cede los electrones se comporta como reductor y es oxidado.

El cambio de electrones puede efectuarse de dos maneras:

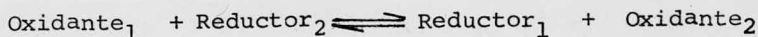
1. Si a la disolución de un oxidante 1;



se le añade un reductor 2;



obtenemos como resultado un cambio de electrones:



Esto es una reacción química.

2. En condiciones apropiadas, los electrones pueden ser cedidos por un conductor sumergido en la disolución del oxidante 1, o tomados de la disolución del reductor 1.

Los electrones son combinados entre un electrodo y la sustancia en disolución. A éste fenómeno se le denomina reacción electroquímica. Por consiguiente, una reacción electroquímica es una reacción de cambio de electrones, oxidación o reducción en un electrodo.

3. Sistema Redox. (Ecuación de Nernst).

Una disolución que contiene el sistema Redox: Ox + ne \rightleftharpoons Red, cuando se introduce un hilo conductor inatacable en ésta disolución, tiene lugar un cambio continuo de electrones entre el alambre y las sustancias oxidantes y reductoras que entran en contacto con el electrodo. Estableciéndose un equilibrio durante el cual el cambio Oxidante + ne \rightarrow Reductor, se hace a la misma velocidad que el cambio inverso, Reductor + ne \rightarrow Oxidante. En éste momento, la composición de la disolución en la proximidad del electrodo permanece constante y el hilo (electrodo) alcanza un potencial de equilibrio expresado por la ecuación de Nernst:

$$E_{eq} = E_0 + \frac{RT}{nF} \log_e \frac{(Ox)}{(Re)}$$

E_O : Constante característica del sistema redox considerado, que llamamos potencial normal.

R : Es la constante de los gases.

T : Es la temperatura.

n : El número de electrones implicados en la reacción.

F : Faraday.

l_{OX} y l_{RE} : Las actividades del oxidante y del reductor.

Al sustituir las letras por sus valores a la temperatura de 20° C y transformando los logaritmos neperianos en logaritmos decimales, obtenemos la siguiente ecuación:

$$E_{eq} = E_O \Rightarrow \frac{0.058}{n} \log \frac{(Ox)}{(Re)}$$

En el caso general, en el que el sistema redox está representado por la ecuación:



en el cual \downarrow indica que la sustancia se encuentra en estado sólido; la ecuación puede expresarse como:

$$E_{eq} = E_O + \frac{0.058}{n} \log \frac{(A)^a (C)^c \dots}{(M)^m (N)^n \dots}$$

Ecuación de Nernst

La actividad de la sustancia B que satura la disolución no aparece en la ecuación. Este potencial es denominado potencial de oxidación-reducción, del sistema considerado y puede-

ser utilizado en el tratamiento de la reacción.

4. Electrólisis.

Sí se consideran dos conductores A y C, y se suponen inatacables, estando introducidos en una disolución y conectados a un generador de corriente eléctrica.

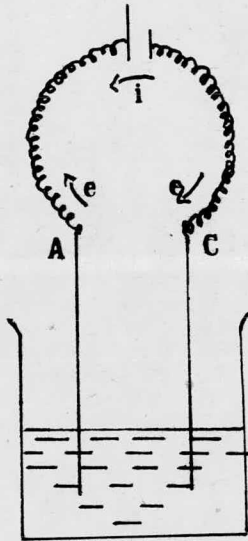
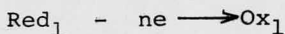


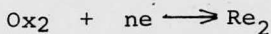
fig. 1

Sí se supone una corriente eléctrica y pasa entonces en el sistema de la flecha, los electrones circularán en sentido inverso por el conductor metálico partiendo del electrodo A y llegando en el mismo número al electrodo C.

Pero como los electrones no pueden existir en estado libre en la disolución, deben ser necesariamente suministrados por A, procedentes de una reacción de oxidación.



Los electrones llegan a C y serán consumidos en una reacción de reducción:



En el interior de la disolución el paso de la corriente corresponde a un movimiento de las cargas llevadas por los iones. Este fenómeno es conocido como migración iónica.

El paso de corriente desde el electrodo en que los electrones existen en estado libre a la disolución, en la cual las cargas son llevadas por los iones, se verifica en la superficie del electrodo por medio de las reacciones electroquímicas.

El electrodo en el que se produce la oxidación se llama ánodo, y el otro en el que tiene lugar la reducción, cátodo, los electrones circulan por el conductor metálico del ánodo hacia el cátodo.

5. Predicción de Reacciones en los Electroodos.

En general serán posibles, más de una reacción de oxidación y de reducción y se puede predecir que reacciones se producirán en los electroodos, para lo cual se pueden formular las siguientes reglas:

a). Toda sustancia capaz de ser oxidada puede reaccionar en el ánodo, toda sustancia capaz de ser reducida puede reaccionar en el cátodo. La carga no es de suma importancia porque aniones, cationes o moléculas pueden reaccionar en el ánodo y lo mismo en el cátodo.

b). De entre las sustancias oxidables, aquella cuyo potencial de redox sea más bajo, se oxidará la primera en el ánodo, las sustancias reducibles con el potencial de oxidación más alto, serán las primeras en reducirse en el cátodo.

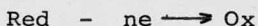
Hasta aquí la teoría simplificada de la electrólisis en donde se supuso que las reacciones de oxidación y reducción en el electrodo (reacciones electroquímicas) de un lado y el desplazamiento de iones y moléculas (Transporta de materia) por otro, tienen lugar a velocidades infinitamente grandes.

Estas reacciones pueden ser previsibles mediante los potenciales de oxido-reducción (potenciales de equilibrio), igual que en el caso de las reacciones redox rápidas.

6. Influencias de las Curvas de intensidad-potencial en la electrólisis.

Sí suponemos que el transporte de materia sigue siendo infinitamente rápido, pero el cambio de electrones tiende a efectuarse a una velocidad más limitada. Los fenómenos de electrólisis no pueden tratarse siempre por medio de los potenciales de equilibrio por lo que es fundamental las curvas de intensidad-potencial.

Al considerar un reductor u oxidante sólo, sí se supone, por ejemplo, que se realiza una reacción como la siguiente:

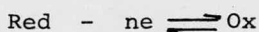


Se hace crecer progresivamente el potencial E_A del ánodo, se observa que a partir del potencial de equilibrio crece al mismo tiempo la intensidad de la corriente de electrólisis. La intensidad puede ser expresada como una función del potencial, $i = f(E_A)$. La corriente alcanzará un valor mensurable a partir de un potencial E_A y continúa aumentando después.

En el caso de una reacción catódica, conviene considerar las intensidades como negativas; sí $i = f(E_C)$, entonces, $-i$ aumentará en valor absoluto cuando E_C disminuye por debajo del potencial de equilibrio.

La intensidad de la corriente es proporcional al número de electrones cambiados en la unidad de tiempo; ésto es una medida de la velocidad con que tiene lugar la reacción con siderada. Las curvas $i = f(E)$ permiten, prever la velocidad de la reacción electroquímica para cada valor del potencial del electrodo.

Sí se considera ahora, un reductor y un oxidante de un mismo par, en el caso en el que el oxidante y el reductor elegidos son dos componentes de un par redox:



Sí la forma oxidada y la forma reducida están presentes simultáneamente; se formará un sistema lento, cuando no existe un valor de potencial, en el que las dos reacciones se produzcan al mismo tiempo con una velocidad apreciable.

En el caso de un sistema rápido, se observa que para un potencial E_1 , la oxidación de reducción se produce con una velocidad finita i_1 , mientras que al mismo tiempo, el oxidante es reducido, a una velocidad determinada i_2 .

En particular, el potencial de equilibrio corresponde a una corriente total nula $i = i_1 + i_2 = 0$.

Este es el potencial que será supuesto para un electrodo aislado y sumergido en la disolución. A éste valor de po

tencial, la composición de la disolución no cambia, ya que, la velocidad de oxidación es igual a la de reducción.

Por lo tanto, es posible determinar el punto correspondiente al potencial de equilibrio, E_{eq} , al conocer la forma de las dos curvas de intensidad-potencial; y la curva de las intensidades globales i en función de E . En el caso del sistema lento, hay un potencial de equilibrio, pero el trazado de las curvas no permite determinar exactamente la posición del punto E_{eq} .

En general, siempre que existen en la disolución varias sustancias oxidables y reducibles, entonces se puede trazar la curva $i = f(E)$ separadamente para cada uno de los componentes.

La mayoría de las veces y en ausencia de reacciones químicas entre las sustancias presentes en la disolución, la corriente resultante de las oxidaciones y de las reducciones de los diferentes compuestos, es la suma algebraica de las corrientes relativas a la oxidación o a la reducción de cada una de las sustancias tomadas separadamente.

7. Fenómenos de Transporte de Materia en Disolución.

La velocidad de desplazamiento de los iones y moléculas es finita; esto da origen a los fenómenos de migración, di

fusión y convección.

En cualquier momento, la corriente que pasa por el - circuito de electrólisis es constante en todos los puntos de - dicho circuito. En particular, si en un instante determinado - pasan n cargas eléctricas elementales (electrones) por un pun- to del circuito metálico, en ese momento se cambian también n electrones en la superficie de cada uno de los electrodos. Ade- más, en la disolución deben de pasar igualmente en cargas - - - eléctricas que son llevadas por los iones.

Los iones, están pués, en movimiento en la disolu- - ción; los aniones (cargados negativamente) se desplazan en el- mismo sentido que los electrones fuera de la disolución, y los cationes, (cargados positivamente) en sentido contrario. El -- conjunto de éste movimiento de las cargas, denominado emigra- - ción o migración, corresponde al "paso de la corriente" en la disolución.

En el curso de la electrólisis, la reacción electro- química produce una variación de la concentración de las espe- cies electrolizadas en la proximidad del electrodo.

Este gradiente de concentración entre la superficie- del electrodo y el seno de la disolución provoca un movimiento de éstas especies desde los medios más concentrados hacia los- menos concentrados. Este fenómeno es llamado difusión.

La difusión producida alrededor del electrodo, puede llegar a afectar solamente a una parte de la disolución -- (al contrario de la emigración).

Las sustancias pueden también desplazarse a través de la disolución bajo la influencia de diversos factores: diferencias de densidad, de temperatura, vibraciones y choques, etc. Puede incluso provocarse una agitación de la solución. - Esto es la convección; la agitación mecánica de la disolución es la forma más importante de movimiento por convección.

En el momento de comenzar la electrólisis, la disolución es en general homogénea. Un electrodo sumergido en dicha disolución medirá un potencial de equilibrio, E_{eq} .

Sí aplicamos al electrodo un potencial E , distinto del E_{eq} , se produce en su superficie una reacción electroquímica que tiende a establecer otro equilibrio de las concentraciones en la proximidad del electrodo, determinado por el potencial aplicado E , origen de la corriente de electrólisis.

Sí no hubiera transporte de materia o este fuera infinitamente lento, la corriente se anulará en cuanto las concentraciones en la superficie del electrodo verificasen de -- nuevo la relación de equilibrio en el potencial E aplicado.

Pero, el transporte de materia tiene lugar, tendiendo a establecer las condiciones primitivas de concentración en la

proximidad del electrodo, de modo, que la corriente disminuye - bastante menos rápidamente.

Sí la reacción electroquímica es instantánea, la velocidad de los fenómenos de la electrólisis esta limitada por - la velocidad de los fenómenos de la electrólisis esta limitada - por la velocidad de transporte de materia hacia el electrodo - (o a partir de el), esto es, compensando exactamente la desaparición o aparición de materia por la electrólisis. Puesto que el transporte se hace con una velocidad finita, también se establece una corriente constante limitada únicamente por ésta - velocidad. Al comienzo de la electrólisis se observa un período de transición en el que la velocidad de transporte aumenta hasta alcanzar un valor constante.

En éste momento se dice que la electrólisis esta en estado estacionario.

En el caso general en el que la reacción electroquímica se realiza con una velocidad finita, se observa también - al iniciarse la electrólisis un período transitorio, durante - el cual:

a). Las concentraciones en los electrodos se ajustan lentamente, tendiendo a un nuevo estado de equilibrio correspondiente al potencial aplicado.

b). La velocidad de transporte de las sustancias --
electrolizadas cambia hasta alcanzar un valor constante e ---
igual a la velocidad de electrólisis. Después de éste período,
se puede observar un régimen estacionario.

En un régimen estacionario puede hacerse la hipóte--
sis de que existe una capa de difusión en la superficie del --
electrodo.

II. GALVANOPLASTIA.

I 1. Depósito metálico sobre plásticos.

Cuando los diferentes procesos de cromado y niquelado atrajeron la atención de la industria, se emplearon principalmente para fines decorativos.

Sin embargo, durante los últimos años, el cromado y niquelado sobre superficies no conductoras en éste caso plástico ha sido una operación importante en la manufactura de material electrónico, acondicionamiento de aire y otros numerosos componentes industriales.)

Los cambios en los métodos empleados para cromar y niquelar han incrementado los usos de cromado y niquelado sobre plástico en numerosos campos, ya que muchas aplicaciones de éstos exigen el recubrimiento metálico de los mismos, para obtener en cierto grado las propiedades conjuntas del metal y del plástico.

Se ha divulgado una variedad amplia de métodos para recubrir los plásticos con cromo y níquel; algunos no han resultado satisfactorios o han sido de aplicación limitada a causa de su elevado costo, adherencia mediocre, porosidad, propiedades mecánicas insuficientes y por otras razones.

El método empleado para recubrir plástico con cromo o

níquel depende de la naturaleza del plástico y es igualmente importante el uso que se le va a dar a la superficie.

El método utilizado es el electrolítico por lo que primero se tiene que hacer conductora la superficie del plástico.

La producción de películas metálicas sobre material plástico es lo que se llama galvanoplastia. Estas películas -- son revestimientos de un espesor muy pequeño de algún metal o metales sobre la superficie primitiva del plástico.

Este revestimiento galvanoplástico puede aplicarse con fines puramente decorativos y después de su aplicación se pueden realizar diversos tratamientos químicos o electroquímicos con la obtención consiguiente de colores o acabados diversos.

Otras veces la finalidad puede ser la de aumentar la resistencia contra la corrosión, alargando su vida.

La galvanoplastia permite el uso de metales relativamente baratos de los cuales puede fabricarse el objeto en cuestión recubriéndose luego, con una o varias capas de metales para mejorar su aspecto externo o para aumentar su resistencia a la influencia destructiva de los agentes atmosféricos o del medio en que trabajan.

En algunos casos se fabrica el objeto de dimensiones

algo inferiores a las que hayan de tener fácilmente, recubriéndose luego, hasta alcanzar la dimensión definitiva y precisa, - siendo el recubrimiento de un material más duro y resistente - que el que integra el núcleo; el cromo es de sobremanera empleado con tal fin. I *

En general, el metal que ha de constituir el depósito un ánodo del material sumergido en un electrolítico que contenga iones del metal, los cuales se depositan sobre el objeto que se trata de recubrir (el cual actúa de cátodo). Esta disposición puede modificarse empleando un ánodo insoluble y entonces el metal que va a depositarse procede de una sal disuelta en el baño galvánico.

Cuándo se emplean ánodos solubles, la acción electroquímica del cátodo es inversa a la del ánodo.

La fuerza electromotriz aplicada a los bornes del baño se invierte para vencer la resistencia ohmica de los ánodos, cátodos y sus conexiones, las del circuito externo, las diversas resistencias de contacto, la del propio baño, las pérdidas de tensión ocasionadas por las partículas adheridas al ánodo y al cátodo y a las polarizaciones (variación de potencial en -- los electrolitos) de concentración en éstos puntos, más las -- otras polarizaciones para producir la deposición del metal y la diferencia entre los potenciales de disolución anódica y de de

posicipon catódica del ión metálico de que se trate.]

[En el caso de ánodos insolubles en que puede producirse evolución de oxígeno se elimina el potencial de disolución anódica del metal; convirtiéndose en factores importantes la sobretensión del oxígeno, y la tensión de descomposición -- del electrolito. Por regla general la fuerza electromotriz en los bornes de un baño galvánico, es baja.]

[En galvanoplastia se necesita un depósito de cristales finos, de gran tenacidad, adherencia, brillantez y de fácil pulimento.]

En el refinado bastan depósitos de grano relativamente grueso, ásperos pero adherentes. Estos depósitos han de ser de gran pureza y resistencia suficiente, ha fin de sufrir la manipulación habitual antes de ser fundidos o moldeados para su elaboración subsiguiente.

En materia de recubrimientos galvánicos, la eficaz utilización de la energía eléctrica es decididamente secundaria para la calidad del recubrimiento; aunque es deseable conseguir buenos rendimientos de la corriente y de la energía en general ambas cosas pueden sacrificarse sin influir en el aspecto económico.

[Las características del metal depositado en el cátodo pueden diferir mucho según sean las condiciones del electro]

lito, sobre todo en lo que atañe a los iones existentes.)

[La naturaleza del electrolítico, el pH de la solución, la concentración de iones metálicos, la densidad de las corrientes anódicas y catódicas, la temperatura del electrolito, la sencillez o complejidad del ión metálico, incluyendo su ionización primaria o secundaria, así como la presencia de agentes modificadores o de adición, que ejercen conjuntamente su influencia en la naturaleza del depósito.]

Los aumentos de temperatura hacen crecer ordinariamente la conductibilidad del electrolito, así como las velocidades de difusión, la disolución química del ánodo y la redisolución del cátodo.

A muchos baños se agregan sales, ácidos o bases para que se disminuya la resistencia del electrolito. Con ello disminuye la caída de la tensión en el propio electrolito, para la misma densidad de corriente.

Pero es imposible variar la conductividad de una solución sin alterar algunas de sus otras propiedades, como la concentración de iones del metal.

La concentración de iones del metal, en un electrolito queda afectada por la concentración molar de las sales, por su grado de ionización, por la temperatura, por la presencia o ausencia de iones comunes, o de elementos constitutivos del

baño que puedan originar iones complejos. La adición de iones comunes produce sólo un cambio relativamente ligero en las concentraciones de metal, sobre todo en las soluciones concentradas, como consecuencia de la limitada solubilidad de las sales que puedan añadirse.

El pH de un electrolito del cual se precipita un metal, influye notablemente en la naturaleza y aspecto del depósito así como en el rendimiento de la corriente.)

(Para mejorar la calidad del depósito se han añadido a los electrolitos gran variedad de sustancias.)

Bancroft, ^{ans} señala que el tamaño del cristal disminuye cuando en la superficie del cátodo existen sustancias absorbibles por el metal depositado.

(Se ha hallado que una gran variedad de productos orgánicos de elevado peso molecular, dan depósitos más pulimentados y de grano más fino en determinados métodos.)

La disolución anódica de un metal en un electrolito de sus propios iones, ocurre con carácter casi reversible al desarrollarse cierta polarización de concentración en las películas adyacentes al ánodo. Cuando el electrolito es tal que el ión del metal existe en forma compleja, ocurre algo de polarización incluso con densidades de corriente bajas. El valor de esta polarización varía según la naturaleza del metal.

En las operaciones industriales se añaden sustancias llamadas agentes de corrosión anódica, por ejemplo, los cloruros, que son eficaces en éste sentido.

La preparación de los artículos que se trata de recubrir es tan importante como la operación de recubrimiento propiamente dicho, para obtener revestimientos de buena calidad, adherentes e impenetrables. Como condición previa se requiere que el artículo que va a recubrirse este absolutamente limpio. Se puede eliminar la grasa, a fin de conseguir una acción uniforme del ácido macerador. No puede darse regla general alguna en cuanto a los métodos aplicables para la preparación de los artículos antes del baño galvánico, pues hay que atender a una gran cantidad de factores: la calidad del material, de que esta hecho el objeto, forma, tamaño, composición y aspecto de la superficie.

Todos éstos baños pueden considerarse que están formados de las siguientes partes:

1. La sal o el ácido que contiene el ión metálico.
2. Sí no se trata de una sal bastante conductora, - se añadira otra sal cuya misión es aumentar la conductibilidad del baño.

3. Si la sal o el ácido aportadores de iones meálicos no se presten para ello, hay que recurrir a una materia -- que aumente la corrosión anódica e impida su pasividad (cuando la disolución del metal anódico puede ser dificultada o reemplazada, por una descarga de aniones sin formación perceptible de película).

4. Sustancias llamadas agentes de adición, empleadas en pequeñas cantidades, para influir en la naturaleza cristalina del depósito.

5. Si el baño sólo opera con éxito dentro de estrechos límites de acidez, es necesaria una sustancia que contribuya a conservar el pH adecuado en la solución.

Algunos baños pueden contener todas éstas sustancias otros no, por lo cual, uno de éstos cinco factores puede cumplir más de una función.

Examinados con los R-X, todos los metales electrodepositados muestran estructura cristalina. Parece que la diversidad de propiedades físicas y de aspecto son causados por las diferencias de tamaño y forma de los cristales. Las características de los recubrimientos resultan influenciadas por cierto número de factores, cómo la densidad de la corriente, la concentración y la agitación del baño, la temperatura y conductividad -

del mismo, la concentración de iones del metal, del ácido H^+ , - el empleo de agentes de adición, la estructura del metal básico y el poder penetrante de la solución.

Recientemente, se ha acumulado considerable bibliografía sobre los baños galvanostégicos, sobre todo después de generalizarse los procesos de cromado.

2. VENTAJAS DEL RECUBRIMIENTO METALICO DE LOS PLASTICOS.

a). Conductividad eléctrica. Los metales como conductores y los plásticos como aislantes representan los principales materiales en ingeniería de cada uno de ellos.

Los plásticos metalizados se usan en aplicaciones en que son necesarias formas intrincadas de conductor y aislador, como por ejemplo: condensadores, tableros de instrumentos, anillos de contacto, conmutadores especiales, contactos para conductores eléctricos, etc.

b). Reflexión de la luz. Los espejos tienen infinidad de usos, tanto industriales como decorativos y son los metales los mejores reflectores. La producción de espejos sobre plásticos es mucho más difícil que sobre vidrios, pero éste -- problema prácticamente ha sido resuelto para un gran número de aplicaciones.

c). Peso. Los plásticos se prefieren frecuentemente, por su ligereza y por su economía. En las aplicaciones en que se desea una superficie metálica; el uso de plásticos metalizados combina la ligereza con las propiedades metálicas a un menor costo.

d). Resistencia al calor y a la humedad. Los plásticos especialmente los termoplásticos tienen limitada resistencia al calor, ésto hace que se eleve considerablemente la temperatura necesaria para provocar la distorsión, de igual modo, el revestimiento metálico aumenta la estabilidad dimensional de las piezas sometidas a cambios de temperatura por debajo de la temperatura de distorsión.

La absorción de agua por los plásticos decrece considerablemente con el metalizado como se describe en la tabla siguiente:

Ensayos en plásticos sin metalizar y metalizados.

Muestra	Sin metalizar	Metalizados
Acetato de celulosa	2.15	.07
Urea formaldehido	.45	.06
Estireno	.06	.02
Metacrilato de metilo	.24	.01
Fenol formaldehido	.46	.10

e). Resistencia a propiedades mecánicas como tracción, impacto y flexión. Los plásticos raramente se metalizan solo para aumentar la resistencia, no obstante el revestimiento metálico aumenta siempre la resistencia a la tracción, al impacto y a la flexión de un plástico. No es raro hallar que un revestimiento aplicado para fines eléctricos o con otros fines, haya aumentado la resistencia del plástico de un 10% a un 30%. En muchos casos también se mejora la resistencia a la vibración y a la abrasión.

f). Resistencia a la corrosión. La resistencia a la corrosión de los metales depositados sobre una base plástica; a causa de la eliminación de los potenciales electrolíticos entre la capa del metal y la base, y puesto que la base plástica es inerte, no hay acción electrolítica que provoque corrosión entre la base y la capa metálica.

g). Efectos decorativos y de coloración. Mediante los recubrimientos metálicos es posible combinar, el color y la belleza de los plásticos con el brillo del metal, logrando de éste modo efectos decorativos acrecentados.

h). Costos. Son tantos los factores que entran en el costo de un artículo, que no es posible manifestar de un modo improvisado si será más económico uno totalmente metálico o uno de plástico metalizado. Suponiendo que no se tiene en cuen

ta ninguna de las ventajas discutidas anteriormente sobre el -- plástico metalizado, los factores que favorecen al plástico re cubierto de metal sobre los artículos totalmente metálicos son: tamaño pequeño, alto grado de acabado y forma intrincada.

Una idea de los artículos de plásticos metalizados que pueden fabricarse más económicamente que los artículos completamente metálicos son: botones, tapas de botellas, joyería, bi sutería de fantasía, mangos de espejo, de cepillo, artículos - automotrices, etc.

C A P I T U L O I I

P A R T E E X P E R I M E N T A L

I. E S T U D I O D E L P L A S T I C O A B S

1. A n á l i s i s .

Este tipo de plásticos contiene según su clase, una de terminada cantidad de Butadieno que se encuentra en forma de ca- pas compactas como se indica en la fig. 2.

De donde vemos que la presencia del butadieno le da al plástico la propiedad de que al ser atacado por el mordiente (ba ño que contiene ácido crómico y ácido sulfúrico) forma una super ficie rugosa que permite el metal electrodepositado sobre el plás tico se fije fuertemente como se indica en la fig. 3.

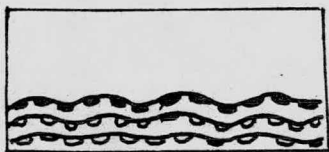


fig. 2

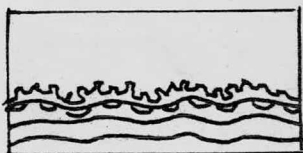


fig. 3

Este ataque por el mordiente podemos imaginarnoslo como cuando tenemos un grupo de montañas completamente lisas y sín salientes (pulidas) y en las bolsas tuvieran bolsas de aire (butadieno). Sí sobre este grupo de montañas se deposite un metal - con cualquier pequeño esfuerzo despegaríamos el metal, por no te

ner donde fijarse.

Al romper las bolsas de aire (butadieno) éstas montañas, quedarían llenas de cavernas, que al poner el metal sobre ellas, - las cavernas se llenarían de metal, de tal manera que no se desprenda la película de metal.

En el caso de la figura No. 4, el ácido crómico ha pasado a la segunda capa provocando un pequeño ataque del plástico en la primera (sólo ha roto las partes débiles, interiores de las cavernas del plástico) parte del butadieno.

En éste caso, la adherencia no será buena debido a que los gases y cromo retenidos en la segunda capa son muy difíciles de eliminar por no decir imposibles.

Al depositarse el metal, sobre la primera capa, forma toda una capa hermética, que no deja salir al gas ni algún líquido.

Los gases y líquidos retenidos en la segunda capa, mientras se pasan por el proceso químico, no provocan ninguna alteración por ser sus temperaturas bajas; en los baños o procesos siguientes, no sufren ningún cambio debido a que la temperatura es baja, pero en cuanto pasan al níquel brillante o al cromo decorativo o a otro baño en que la temperatura sea alta, éstos líquidos o gases se dilatarán y tratarán de salir provocando la mala adherencia e incluso en algunos casos bolsas.

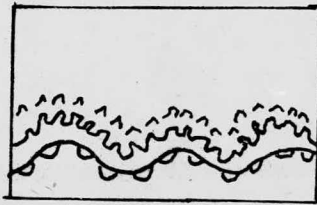


fig. 4

En la figura No. 5 se muestra un ataque completo del butadieno, de la primera y segunda capa de tal manera que las cavernas han quedado destruidas pasando a la tercera capa.

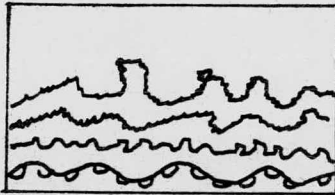


fig. 5

Este ataque al plástico ha provocado sobre la superficie una rugosidad tal, que a veces se hace imposible, por mucho cobre ácido que se deposite, conseguir su total nivelación.

En todo lo expuesto anteriormente es preferible no llegar a mordentar todo el butadieno de la primera capa, por sí -- hay piezas que se tengan que recuperar (es decir, sufrir un segundo o tercer mordentado) para no llegar en ningún caso a romper ésta capa.

Por todo ésto, podemos ver que el tiempo juega un papel muy importante, y más cuando no sabemos el tipo de ABS que-

estamos tratando.

Un método para poder determinar al tiempo que requiere cada tipo de ABS es el siguiente:

Cuando se sumergen las piezas en el segundo baño (mordiente) se van sacando cada 10 seg. más o menos y se observará que no queda uniformemente mojada (como si tuviese grasa), hasta que queda totalmente mojada es cuando empieza el mordentado del butadieno.

A partir de éste momento se pueden dejar las piezas de 30 seg. a 2 min. Se suma el tiempo que ha tardado en mojarse uniformemente la pieza, más el tiempo que se le da después y entonces sabremos el tiempo total que se tiene que dar al tipo de ABS que se esta tratando.

Hay tipos de ABS que se mojan uniformemente nada más al sumerjirlos en el baño y otros que tardan hasta 3 min.

Todo esto es también función de la temperatura y del estado en que se encuentre éste baño (segundo mordentado).

Estos datos son a temperatura de 65-70°C a una densidad de 1.44 g/cm³ tomada a ésta misma temperatura y la resistencia al cromo trivalente es de 15 g/l como máximo.

Este cromo trivalente se forma por el ataque del butadieno y del plástico, así como de toda materia orgánica (grasa, madera, polvo, etc.).

Pasando de 15 g/l de cromo trivalente, empieza a per-

derse la adherencia sobre el plástico y llegando a 36 g/l la adherencia se vuelve nula por lo que el baño queda inservible.

2. Comprobación de las Tensiones del ABS.

Se sumerge totalmente la pieza que se quiere comprobar en ácido acético glacial (puro) durante una o dos horas, se saca sin tocarla con los dedos, se lava bien con agua, y se deja de un día para otro que se seque por sí sola.

Transcurridas por lo menos doce horas, se observan los defectos de la pieza sin pasar los dedos o trapo ya que entonces borrarían éstos.

Los defectos pueden ser: rayas que antes no se veían, zonas de diferente intensidad.

Sí la pieza es correcta esta totalmente igual en todas sus partes.

3. Diseños de Plásticos.

Se deben tomar en cuenta varios factores cuando se haga el diseño de un artículo de plástico que se ha de metalizar, ya que con frecuencia se modifica éste diseño para mejorar la adherencia o para facilitar el método de fabricación sin hacer menos apto el objeto para el servicio a que esta destinado.

El factor más importante que produce la falla de la li

ga entre el metal y el plástico es el cambio de temperatura debido a los distintos coeficientes de dilatación de los metales y de los plásticos.

La magnitud de éste factor depende de la superficie de contacto del metal y el plástico, especialmente si es plana. -- Por consiguiente, se procura diseñar el plástico, con la menor superficie plana compatible con el destino del artículo.

Como consecuencia del cambio de temperatura, se debilita la liga entre el metal y el plástico formándose algunas veces ampollas; la tendencia a formarse tales ampollas disminuye sí el objeto tiene formas o salientes redondeadas.

Frecuentemente, puede hacerse que tales protuberancias formen parte del diseño por razones ornamentales.

Son perjudiciales las aristas, bordes y las líneas agudas, ya que es difícil hacer conductores tales bordes y la capacitadora se puede llegar a despegar por razonamiento cuando el metal del recubrimiento no soporta el pulido.

Los materiales empleados en el proceso de cromado y níquelado son líquidos que se aplican por inmersión al ser sumergido el artículo, hay que tener cierta precaución en evitar que se le formen gotas mientras se sacan. Por consiguiente, es ventajoso hacer el artículo de tal forma que no sea perceptible la gota que pueda quedar.

Los metales tienen mucha más reflectividad que los --

plásticos, por consiguiente, las arrugas, rayas e imperfecciones de la superficie, que apenas son perceptibles en un plástico, -- son vistas claramente en la superficie de la capa metálica.

Los moldes para fabricar artículos de plástico que deben ser metalizados, han de tener un alto grado de pulimento y estar cromados por producir la máxima tersura en la superficie del plástico.

Las piezas del molde deben de estar perfectamente alineadas para reducir a un mínimo las rebabas e irregularidades en las líneas de unión.

La composición del moldeo debe ser cuidadosamente seleccionada para reducir a un mínimo las arrugas y las distorsiones debidas a la contracción después del moldeo, de éste modo no será necesario un espesor adicional del metal depositado y no se requerirá ningún rascado, ó muy poco, durante el bruñido para lograr un alto grado en el acabado de la superficie.

4. Preparación de los Plásticos.

Muchos fabricantes de plásticos al tratar de metalizarlos, han obtenido malos resultados, especialmente mala adherencia y han creído que el proceso ensayado no era satisfactorio, -- sin comprender la gran influencia que la naturaleza de la superficie del plástico tiene en ésta operación.

Sí la superficie del plástico es porosa, es necesario rellenar éstos poros, para que los resultados sean satisfactorios. Este relleno puede realizarse mediante la aplicación de impregnantes o de revestimientos de laca.

Los plásticos no porosos requieren también una preparación especial que depende del espesor metálico que se quiere obtener y del servicio a que este destinado el artículo una vez terminado.

Cuando se desee una capa de metal delgada, ésta puede hacerse que se adhiera correctamente aún cuando la superficie sea lisa. Por lo tanto, para la producción de espejos ó de capas reflectoras decorativas en que la superficie no debe sufrir frotamiento ó a las cuales se puede aplicar una protección, es completamente satisfactoria la superficie lisa del plástico.

Debe tenerse en cuenta que las películas metálicas muy delgadas son porosas, aún cuando su brillantez y adherencia sean en alto grado.

Para el caso de la electrodeposición, el método más común para mejorar la adherencia es despulir (poner ^{o para} ~~la~~) ó corroer la superficie. Para éste objeto se emplean métodos mecánicos o químicos, y puesto que usualmente se desea una superficie pulida en el metal, la corrosión debe ser la mínima necesaria para asegurar una adherencia satisfactoria.

La formación de profundas grietas requerirá naturalmen

te capas más gruesas de metal y un mayor trabajo durante el pulido para producir una superficie lisa.

5. Adherencia.

En algunas aplicaciones la capa del metal se separa -- del material no conductor, por ejemplo: en electromoldeado, en -- que se deposita el cobre sobre cera u otros materiales no conductores para después eliminarlos quedando así una forma metálica -- hueca. Ejemplo: los moldes para la fabricación de muñecas, por -- lo tanto éste proceso no requiere una buena adherencia entre el -- metal y el material no conductor.

Sin embargo, en la mayor parte de las aplicaciones de -- plásticos metalizados, la capa del metal permanece sobre el plás -- tico, por lo que es conveniente una buena adherencia y para algu -- nos usos industriales, es imprescindible una adherencia excelen -- te bajo variaciones extremas de temperatura y humedad.

La máxima adherencia entre dos superficies tales como -- metal y plástico, depende de la formación de una zona intermedia -- que sea más fuerte que uno de los materiales unidos, ésto es, -- que al tratar de separar el objeto, falle uno de los metales y -- no la zona intermedia; para lo cual se debe de cumplir con las -- siguientes condiciones:

1. No debe de haber capas intermedias tales como: grasa, mugre,

etc. debido a un lavado o preparación inadecuado, ni tampoco polvo no adherente debido a una aplicación impropia de la capa conductora ó de un recubrimiento inadecuado.

2. Todas las capas intermedias deben de estar unidas a las capas adyacentes, mediante enlaces más fuertes que la fuerza de unión del material más débil de los que han de unirse.

Estos enlaces en la zona intermedia deben de ser mecánicos, es decir, que sean debido al entrelazamiento de superficies rugosas ó bien, debido a la atracción específica entre los dos materiales.

A causa de las naturalezas químicas tan diferentes de los metales y de los plásticos, no existe una adherencia natural entre los dos. Por esta razón, deben de usarse métodos de entrelazamiento mecánicos, tales como poner áspero el plástico, pero aún en todo caso, es difícil obtener una buena adherencia si el metal a de tener un espesor apreciable de 0.025 mm o más, a causa de los diferentes coeficientes de dilatación del metal y del plástico.

Los coeficientes de dilatación de los metales varían de 0.5 a 3×10^{-5} por °C siendo los valores más altos los de Cd, Pb y Zn. Los metales como el Cu, Ni y Ag tienen valores alrededor de 1.5×10^{-5} y el Cr tiene el valor de 0.8×10^{-5} .

Los coeficientes de dilatación de los plásticos varían de 4 a 20×10^{-5} por °C, alcanzando los valores más pequeños los-

del tipo formol formaldeído.

El poliestireno tiene un coeficiente de dilatación de -
 7×10^{-5} aproximadamente.

Por lo tanto, es evidente que para una buena adherencia
de las películas metálicas de apreciable espesor, deben tomarse -
precauciones en el diseño del plástico.

II. DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES DE FUNCIONAMIENTO Y SUS PARA METROS DE TRABAJO.

CUADRO EXPLICATIVO DEL PROCESO

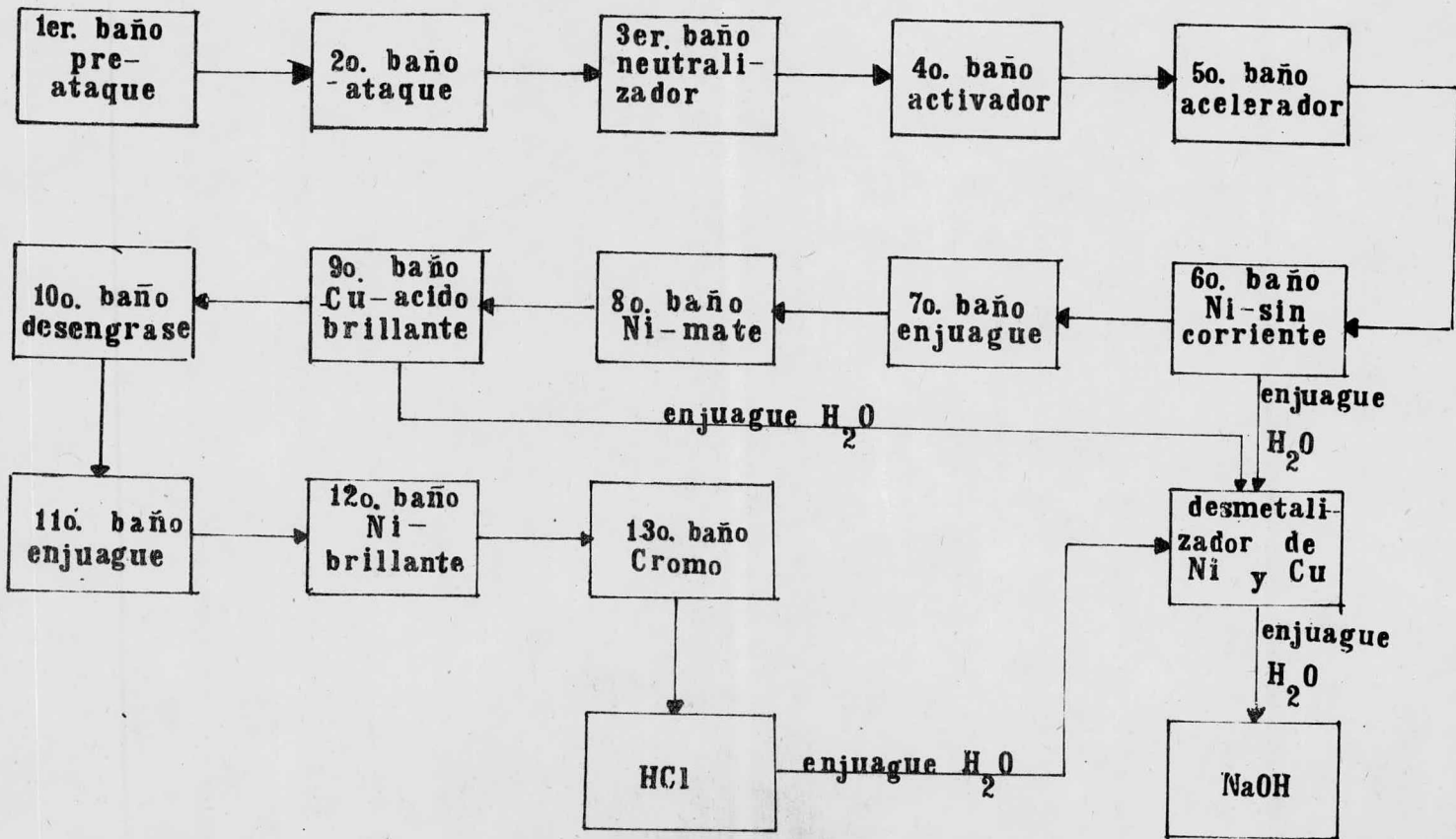
Cuadro explicativo del proceso en virtud de considerarlo de sumo interés para una mejor comprensión de éste capítulo.

	FUNCION	REACTIVOS
1 ^{er} baño	Pre-ataque. Convierte en hidrófila la superficie del plástico, además de actuar como desengrasante.	Ac. Crómico
2 ^o baño	Ataque. Forma pequeñas cavidades en la superficie del plástico para un mejor depósito.	Ac. Crómico H_2SO_4
3 ^{er} baño	Neutralizador. Reduce el cromo hexavalente ocluido en el material y extrae por lixiviación los residuos del baño anterior en los poros de la superficie.	$SnCl_2$ HCl

4° baño	<p>Activador. Activa al material plástico, formando en el interior de las microcavidades núcleos metálicos elementales, capaces de reducir el proceso redox.</p>	<p><u>PdCl₂</u> SnCl₂ HCl</p>
5° baño	<p>Acelerador. Cuya función es reducir químicamente el metal a su forma más activa para la iniciación de la deposición -- sin corriente.</p>	Sal
6° baño	<p><i>electrolitos</i> Ni-sin corriente. Proporciona un recubrimiento liso y continuo totalmente adherido a la superficie del plástico, acumulándose de manera efectiva alrededor de las pinzas de los bastidores para establecer un contacto eléctrico apropiado para la deposición electrolítica.</p>	<p>NiCl₂ NH₄Cl NiSO₄ NH₄OH</p>
7° baño	<p>Tiene la función de un enjuague y a la vez de activador de las piezas.</p>	H ₂ SO ₄

8° baño	Ni-Mate. Donde se forma la - primera capa galvánica.	NiSO ₄ NiCl ₂ H ₃ BO ₃
9° baño	Cobre-ácido brillante. Produ <u>ce</u> un depósito de cobre dúc-- til, absolutamente brillante- y con nivelación excelente.	CuSO ₄ H ₂ SO ₄ HCl
10° baño	Desengrase. Tiene por objeto quitar la película que deja - el abrillantador de cobre.	NaOH
11° baño	Su función es la de quitar -- los residuos que el desengra- se no pudo quitar.	H ₂ SO ₄
12° baño	Ní-brillante. Producir otra- capa para un mejor terminado- del material.	NiSO ₄ NiCl ₂ H ₃ BO ₃
13° baño	Cromo. Formar la capa de Cr.	Ac. Crómico H ₂ SO ₄

DIAGRAMA DE BLOQUES



1. PRIMER BAÑO (Baño de Cromo VI)

OBJETIVO

Además de su función como un desengrasante ácido (eliminando la suciedad superficial ligera), la solución utilizada para éste fin, convierte en hidrófila la superficie del plástico y promueve incluso al baño siguiente para asegurar las máximas condiciones de adherencia sobre la totalidad de la superficie. Este baño puede usarse dentro de un amplio margen de concentraciones. Sí utilizamos éste baño en concentraciones altas la solución contribuye a aliviar los problemas suscitados por las tensiones incorporadas en el moldeo (en especial sobre las piezas de gran tamaño, como las rejillas para radiador de coche), dando así al recubridor una gran flexibilidad operacional.

Ello tiene particularmente valor para el metalizado -- por cuenta ajena, que se ve obligado a tratar un material cuyo moldeo se ha efectuado sin dedicar la debida atención.

Para el fabricante representa la posibilidad de trabajar con un mayor intervalo de trabajo en lo que respecta a las condiciones de moldeo.

CONDICIONES DE OPERACION

	Intervalo de trabajo	Intervalo Optimo
Ac. Crómico	25-50% en vol	50% en vol.
Agente humectante	140-150 mg/l	150 mg/l para dar una -- tensión superficial de -- 35-45 dinas/cm.
Temperatura	50-60°C (120- 140°F)	55°C (130°F)
Tiempo	1-3 minutos	3 minutos (aunque depen- de en gran medida de la- cantidad de suciedad <u>pre</u> sente y del plástico em- pleado).
Agitación	Agitación ligera de aire, libre de aceite. Esta agitación consiste de un dispositivo- consistente en dos serpentines agitadores- hechos con materiales aprobados. El aire- empleado debe estar exento de aceite y de impurezas sólidas.	
Termostáto	Plomo químico	
Tanque y serpentín	Plomo químico	
Calentadores	Plomo químico o cuarzo	

PREPARACION INICIAL

La solución se prepara, llenando primero el tanque con

agua destilada hasta la mitad y añadiendo lentamente y con agitación, la cantidad requerida de ácido crómico concentrado. Adicionando la cantidad necesaria de agente humectante y después -- agua hasta el nivel de operación y calentando a la temperatura de operación.

El agua utilizada debe de ser destilada o desmineralizada, ya que el agua potable contiene cloruros y cloro que reacciona produciendo cromo trivalente. Aumentando así, la reacción del cromo hexavalente y en consecuencia disminuyendo el período de vida del baño siguiente.

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

La solución puede controlarse por medición de la densidad. Dado que la solución se puede usar sobre una amplia gama de concentraciones, se sugiere que se anote la densidad en las condiciones óptimas y que se mantenga en éstas condiciones.

Se reemplazan las pérdidas por evaporación con agua, - las pérdidas por arrastre con ácido crómico concentrado y agente humectante.

TRATAMIENTO DE DESPERDICIOS

Después de diluir con agua unas diez veces, primero deberá neutralizarse a un pH 6-8. Se puede generar una gran cantidad de calor durante la neutralización; se reduce el cromo hexa-

valente a cromo trivalente con bióxido de azufre, bisulfito de sodio, metabisulfito de sodio o sulfato ferroso. Se deja que se asienten los lodos para descargar el drenaje.

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES

a). Análisis del ácido crómico.

Se toman 5 ml de la muestra y se aforan con agua destilada en un matraz de 250 ml. De la solución antes aforada se toman 5 ml y se diluyen en 50 ml de agua destilada, se le añaden 10 ml de Ioduro de potasio al 10% y 10 ml de ácido sulfúrico al 25%. Se titula con tiosulfato de sodio 0.1 N utilizando almidón como indicador.

2. SEGUNDO BAÑO (Baño de cromo VI y ácido sulfúrico)

OBJETIVO

Este baño es una mezcla de ácidos oxidantes que acondicionan químicamente la superficie del plástico para crear puntos de anclaje para la subsiguiente deposición sin corriente.

Este baño tiene por objeto formar pequeñas cavidades en el plástico para su mejor depósito.

CONDICIONES DE OPERACION

	Intervalo de trabajo	Intervalo Optimo
Acido crómico	95-100% en vol	100% en vol
Acido sulfúrico	1-3 g/l	2 g/l
Aditivo humectante (cuyo papel importante a parte de mejorar mejor la pieza, hace que la adherencia sea mejor).	140-150 mg/l	150 mg/l para dar una tensión superficial de 35-45 - dinas/cm.
Tiempo	3-6 minutos	6 minutos
Temperatura	57-66°C (135-150°F)	60°C (140°F)
Agitación	Ligera agitación de aire, libre de aceite	
Termostato	Plomo químico	
Tanque y serpentín	Plomo químico	
Calentadores	Plomo químico o cuarzo	

PREPARACION INICIAL

La solución de ácido crómico y ácido sulfúrico se suministra en las concentraciones requeridas. Simplemente se añade al tanque, el ácido crómico y el sulfúrico y la cantidad necesaria de agente humectante y se calienta a la temperatura de operación.

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

De éste baño se prefiere controlar la densidad y la temperatura. La densidad de la solución debe encontrarse entre 1.43- y 1.48 g/cm³. Sí se encuentra más baja es necesario agregarle -- ácido sulfúrico. Sí esta más alta se baja añadiendo pequeñas cantidades de agua destilada.

Conviene también saber, el tipo de plástico que se esta tratando ya que algunos tienen mejor adherencia que otros.

TRATAMIENTO DE DESPERDICIOS

Es el mismo tratamiento que se usa en el baño anterior.

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES

1). Análisis del Acido Crómico.

El mismo análisis que el baño anterior

2). Análisis del Acido Sulfúrico

Se toman 5 ml de la muestra y se aforan a 250 ml con agua destilada. Se toman 5 ml de la solución antes aforada y se diluyen con 50 ml de agua destilada, se le añaden 10 ml de cloruro de bario al 10%. Se titula con hidróxido de sodio 0.1N usando como indicador fenolftaleína.

3. Determinación de Cromo trivalente.

La presencia en grandes cantidades de cromo trivalente

en la solución de ácido crómico puede actuar como indicador de la disminución de efectividad de la solución.

La tolerancia del baño al cromo trivalente variará con el tipo de piezas y la carga de trabajo. Por lo tanto, es necesario determinar el nivel de la tolerancia de cromo trivalente en cada instalación.

El procedimiento es el siguiente:

Se pipetea 5 ml de la solución, se pasan a un matraz aforado de 100 ml y se diluye con agua destilada. Se pipetea 5 ml de la solución diluida y se pasa a un matraz erlenmeyer de 250 ml y se diluyen hasta 75 ml con agua destilada.

Se adiciona solución de NaOH al 10% hasta que la coloración cambie de naranja a amarillo. Se adicionan 2 g de peróxido de sodio R.A. y varias perlas de vidrio. Se hierve la solución por espacio de 20 min. Se enfría a la temperatura ambiente y se agregan 3 g de bifloruro de amonio, 10 ml de ácido clorhídrico y 10 ml de solución de Ioduro de potasio al 10% y se mezcla la solución.

Se valora la solución con tiosulfato de sodio 0.1 N hasta ligera coloración paja, se adicionan unas gotas de solución de almidón al 1% y se continúa la valoración con tiosulfato de sodio 0.1 N hasta desaparición del color azul.

3. TERCER BAÑO (Neutralizador de Oxido-Reducción)

OBJETIVO

Este baño reduce el cromo hexavalente ocluido en el material y extrae por lixiviación (operación consistente en separar sustancias solubles de otras insolubles. Para ello se usan disolventes adecuados; aplicaciones: lavado de precipitados, extracción de azúcar de la remolacha, separación de aceites de las semillas, obtención de metales, etc.) los residuos del baño anterior (segundo baño) en los poros de la superficie.

Además de reducir el posible índice de rechazos debidos a los residuos de cromo, ésta solución coadyuva a impedir la contaminación de las fases finales del proceso.

CONDICIONES DE OPERACION

	Intervale de trabajo	Intervalo Optimo
Solución preparada:		
Cloruro estanoso y	4-6 % en vol	5 % en vol
Ac. clorhídrico	250-260 ml/l	250 ml/l
Esta solución se --		
trabajará:	1-3 % en vol	2 % en vol
	dentro del tanque	
Ac. clorhídrico ind.	10-25 % en vol	15 % en vol

Temperatura	21-32 °C (70-90 °F)	24 °C (75 °F)
Tiempo	30 seg - 3 min	2 minutos
Agitación	Mecánica	
Tanque	PVC, Polipropileno o polietileno a alta densidad, fierro forrado de koroseal.	
<u>Extracción</u>	Aconsejable	
<u>Filtración</u>	Normalmente no se necesita. Puede ser de polipropileno para eliminar sólidos visib <u>l</u> es.	

PREPARACION INICIAL

Preparación de la solución concentrada:

- Se disuelve el cloruro estanoso en el ácido clorhídrico
- Se diluye el ácido sulfúrico en agua destilada
- Se mezclan las soluciones anteriores.

El tanque se llena primeramente con agua deionizada -- hasta 2/3 partes del volumen requerido y luego lentamente y con cuidado se añade la cantidad apropiada de ácido clorhídrico industrial con agitación.

La solución concentrada (neutralizante) se adiciona, -- lentamente y agitando hasta que este mezclada apropiadamente.

Se ajusta la solución con agua destilada hasta el nivel de operación.

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

La duración de éste baño depende del arrastre por malos enjuagues, después del baño anterior. Una coloración muy azulada indica un contenido en cromo muy elevado, el único remedio es tirar ésta solución y hacer un baño nuevo.

ANALISIS DE LOS COMPONENTES

a) Análisis del ácido clorhídrico.

Pipetear 10 ml de la solución y pasarlos a un matraz de 100 ml. Se diluye hasta dicho volúmen en agua destilada y se mezcla enérgicamente. Se pipetea 10 ml de la solución anterior pasándolos a un matraz erlenmeyer de 300 ml. Se adicionan 50 ml de agua destilada y 5 ó 6 gotas de indicador azul de bromofenol o fenolftaleína.

Se valora con solución de NaOH 0.1 N hasta cambio de coloración.

b). Análisis del Cloruro estano.

Se pipetea 10 ml de la solución y se pasan a un matraz erlenmeyer de 300 ml. Se adicionan 50 ml de agua destilada y 2 ml de indicador de almidón y se valora con yodo 0.1N hasta cambio de coloración.

TRATAMIENTO DE DESPERDICIOS

En la mayoría de los casos es suficiente una neutralización a pH 6-8 antes de descargar el drenaje.

4. CUARTO BAÑO (Activador: PdCl_4 , SnCl_2 , HCl)

OBJETIVO

Ya que el recubrimiento del material por vía química -- con un metal electroconductor sucede a través de una reacción de óxido-reducción, es necesario actuar en condiciones adecuadas para que ésta se produzca en el momento y lugar deseado. Efectivamente, los iones del metal en depositar aún en presencia del agente reductor, se encuentran estabilizados en tal forma que la reacción no se verifica, por lo que es necesario activar el material plástico, formando en el interior de las microcavidades núcleos metálicos elementales capaces de inducir el proceso redox.

La activación se realiza por inmersión de la pieza en dos baños diferentes, el primero de los cuales conocido con el nombre de sensibilizador (neutralizador) constituido por una solu-

ción de ac. clorhídrico y cloruro estano, suministra los iones del metal catalizador. Durante la sensibilización los grupos polares hidrófilos creados por el segundo baño, absorben fácilmente los iones estanosos con los que es posible que haya algún intercambio catiónico o fenómeno superficial de absorción. Se consigue de ésta forma una buena sensibilización, con un tratamiento a temperatura ambiente.

CONDICIONES DE OPERACION

	Intervalo de trabajo	Intervalo Optimo
Solución preparada:		
Cloruro de paladio,	.01-.02% en vol	.01% en vol
cloruro estano y	1-3 % en vol	2% en vol
ácido clorhídrico	750-850 ml/l	800 ml/l
Está solución se --		
trabaja:	23-27% en vol	25% en vol
Ac. clorhídrico ind.	17-22% en vol	21% en vol
Temperatura	21-32 °C (70-90 °F)	24 °C (75 °F)
Tiempo	2-4 minutos	3 minutos
Agitación	Mecánica	
Tanque	De fierro forrado con PVC, polipropileno o polietileno de alta den-	

	dad.
Extracción	Necesaria
Calentamiento	De cuarzo o baño maría

PREPARACION INICIAL

Esta solución se prepara, llenando primeramente el tanque con agua dionizada, hasta $2/3$ partes de su capacidad y después lentamente y con cuidado se añade la cantidad necesaria de ácido clorhídrico, agitando. Se adiciona la solución activadora agitando hasta que este mezclada debidamente. Ajustar con agua deionizada hasta el nivel de operación de la solución.

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

Por medio de los análisis

ANALISIS DE LOS COMPONENTES

a). Análisis del Acido clorhídrico.

Tomar una muestra de 10 ml de la solución en un matraz aforado de 100 ml. Se afora con agua destilada y se mezcla perfectamente.

De ésta solución se toman dos muestras de 10 ml cada una en dos matraces erlenmeyer de 250 ml. Se añaden 50 ml de agua destilada y 5 gotas de indicador azul de bromofenol.

Se titula con solución 0.1 N de Na OH hasta el punto fi
al y se saca el promedio de las dos titulaciones.

b). Análisis de la solución activadora.

Se prepara una solución diluidora como sigue: se disuele
en 200 g. de cloruro estanoso anhidro en 300 ml de ácido clorhí-
rico concentrado y se afora a un litro con agua destilada.

Se toman 20 ml de la solución bajo prueba, en un matraz
forado de 100 ml y se afora con la solución antes preparada.

Se mide la densidad óptica en un espectrofotómetro ade-
cuado usando celdas de 1 cm y midiendo a 420 nm.

La celda de referencia se debe llenar con la solución -
diluidora.

Otro procedimiento sería por comparación de color tomando
5 ml de la solución aforada en una probeta graduada de 25 ml -
y se añade de la solución diluidora hasta 20 ml; se toman 1, 2, -
2.5, 3, 4 ml que corresponden a 2, 4, 6, 8 y 10 % en vol, se com-
paran con la solución anterior y se tiene la concentración.

TRATAMIENTO DE DESPERDICIOS

En la mayoría de los casos, es suficiente ajustar el pH
con un alcalí, eliminar los sólidos y neutralizar con un ácido, -
antes de descargar el drenaje.

Los sólidos contienen un metal precioso (Pd) que puede -

ser recuperado por una compañía refinadora de metales preciosos.

La filtración no es necesaria, sólo se debe filtrar - - cuando se observe que se tienen partículas en suspensión (suciedad) que puede provocar aspersiones en el depósito electrolítico.

Se puede filtrar a través de un embudo y papel filtro o cualquier filtro de tipo bomba de los que se utilizan para filtrar los baños electrolíticos pero que este muy bien limpio y una vez terminado se vuelve a limpiar. Esta operación de filtraje, -- siempre se hace de cuba a cuba. Por ésto es conveniente tenerlo - siempre tapado cuando se trabaja para que no entre polvo. Lo que también estropea éste baño es el ácido crómico que se encontraría por malos arrastres, ya que al pasar de 2 g/l lo hace inservible.

Pero es casi imposible llegar a éstas concentraciones - debido a los neutralizadores existentes anteriormente, a no ser - que se aporte por algún accidente.

5. QUINTO BAÑO (acelerador)

OBJETIVO

Este baño reduce químicamente el metal a su forma más - activa para la iniciación de la deposición sin corriente.

La solución penetra en los puntos de anclaje o adherencia para asegurar un tratamiento químico completo, sí bien se en-

uaga libremente evitando así la contaminación de la fase de me-
 alizado sin corriente que subsigue.

Agentes de adición cuidadosamente elegidos confieren -
 tolerancia a las impurezas introducidas y aseguran la estabili--
 dad y la vida de servicio de la solución.

CONDICIONES DE OPERACION

	Intervalo de trabajo	Intervalo Óptimo
	10-12 % en vol	12 % en vol
Temperatura	40-50°C	45°C
Tiempo	2-5 minutos	4 minutos
Tanque	De fierro de forro de Koroseal, PVC, poli-- propileno, o polieti- leno de alta densidad.	
Filtración	Se requiere filtración ocasional del baño pa- ra eliminar sólidos en suspensión.	
Extracción	Necesaria	
Calentadores	De cuarzo.	

PREPARACION INICIAL

Esta solución se prepara llenando primeramente el -- tanque con agua deionizada hasta 2/3 partes de su capacidad y se calienta a 40°C. Luego se adiciona lentamente y con agitación la cantidad requerida de la sal. Cuando se ha disuelto se ajusta al nivel de operación con agua deionizada y se calienta a la temperatura de operación.

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

Se mantiene la solución entre el 80-100% de su concentración de trabajo mediante el análisis.

ANALISIS DE LOS COMPONENTES

a). Análisis de la sal.

Se toman dos muestras de la solución de 10 ml en dos matraces erlenmeyer de 250 ml.

Se agregan aproximadamente 50 ml de agua deionizada- 5 gotas de solución de indicador de fenolftaleína. Se titula con solución 0.1 N de Na OH hasta coloración rosa permanente.

TRATAMIENTO DE DESPERDICIOS

Las soluciones son ácidas. Se ajusta el pH de la solución entre 6-8 con carbonato de sodio y se deja que los lodos se asienten. Se ajusta el pH de la solución 6-8 y se descarga al drenaje.

6. SEXTO BAÑO (niquelado sin corriente)

OBJETIVO

El níquel sin corriente se escogió por su reconocida estabilidad y su simplicidad de funcionamiento y mantenimiento. Los componentes básicos del mismo se suministran en forma líquida. El níquel se deposita con rapidez, y proporciona un recubrimiento liso y continuo, totalmente adherido a la superficie del plástico, acumulándose de manera efectiva alrededor de las piezas de los bastidores (soportes de las piezas que se van a cromar) para establecer un contacto eléctrico apropiado para la deposición electrolítica.

CONDICIONES DE OPERACION

	Intervalo de trabajo	Intervalo óptimo
Preparación de sol. concentrada de Ni:		
Cloruro de níquel	800 ml/l	
cloruro de amonio	30% en vol	
Sulfato de níquel	1.6% en vol	
Hidróxido de amonio	110 ml/l	
agua destilada	300 ml/l	
Dentro del tanque:	5.5-6.5% en vol	6% en vol
Reductor:		
Hifosfite de sodio	3-4 % en vol	3.25 % en vol
pH electrométrico	8.5 - 9.5	9
manteniendolo con NH ₄ OH R.A.		
Temperatura	20-35° C	30° C
Tiempo	4-10 minutos	6 minutos
Cubas	PVC rígido, poli- propileno, polie- tileno de alta -- densidad. Se reco- mienda cubas recu- biertas de PVC.	

Agitación	mecánica
Aspiración (extracción).	La necesaria
Calentador	Con camisa de agua con control <u>termos</u> <u>tático</u> .
Filtración	Es necesario un -- equipo de filtra-- ción no metálico - capaz de eliminar partículas mayores de 15m. Es conve-- niente el empleo de cartuchos filtran-- tes de <u>polipropile</u> <u>no</u> , y tambien <u>esen</u> <u>cial</u> lavar los <u>car</u> <u>tuchos</u> con <u>abundan</u> <u>te</u> agua caliente - antes de utilizar-- los.

PREPARACION INICIAL

Se llena la cuba de trabajo hasta $2/3$ partes del volumen requerido con agua deionizada. Se adiciona lentamente y con agitación la cantidad necesaria de níquel químico (concentrada).

Se ajusta el pH con hidróxido de amonio R.A., se agrega con agitación la cantidad requerida de hipofosfito de sodio se diluye con agua destilada o deionizada hasta completar una completa mezcla de los productos en la solución y se calienta hasta la temperatura de trabajo.

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

Una vez por semana o bien cuando tenga lugar un desprendimiento de hidrógeno en el baño estando inactivo, filtrar la solución a una cuba de reserva muy limpia.

Limpiar a fondo la cuba que contenía la solución de trabajo y eliminar químicamente cualquier depósito de níquel de las paredes de la cuba. Se llena completamente la cuba asegurándose de eliminar todo indicio de ácido nítrico.

Efectuar un enjuague final con agua deionizada y se pasa nuevamente la solución a la cuba através de un filtro. Se comprueba y se ajusta diariamente el pH.

ANALISIS DE LOS COMPONENTES

a). Análisis de la solución de níquel químico (concentrado).

Se pipetea 10 ml de la solución de trabajo y se colocan en un matraz erlenmeyer de 300 ml. Se adicionan aproximadamente 50 ml de agua destilada, 10 ml de solución de hidróxido de amonio concentrado y murexida como indicador.

Se valora con solución de EDTA 0.1 M hasta que permanezca una intensa coloración.

b). Análisis de la solución reductora.

Se pipetea 10 ml de muestra de la solución de trabajo del níquel químico y se pasan a un matraz aforado de 100 ml, y se diluyen con agua destilada hasta el aforo. A 10 ml, se adicionan 20 ml de ácido sulfúrico al 25%, se agregan 25 ml de agua destilada. Se pipetea 25 ml de solución de yodo 0.1 N y se agrega a la solución anterior, se guarda en un frasco dicha solución y se deja en un lugar oscuro en un lapso de tiempo de 30-45 min con agitación intermitente.

Se valora con tiosulfato de sodio 0.1 N hasta que el color cambie de marrón a incoloro.

TRATAMIENTO DE DESPERDICIOS

Se ajusta a pH de 10 con carbonato de sodio u otro - alkali apropiado y se dejan sedimentar los lodos formados.

Se eliminan los sólidos por sedimentación o por filtración y se ajusta la solución a un pH comprendido entre 7-8- con ácido clorhídrico antes de tirarla.

7. SEPTIMO BAÑO (Acido sulfúrico Industrial)

OBJETIVO

Tiene la función de un enjuague y a la vez de activador a las piezas que salen del níquel-químico y entran al níquel mate.

CONDICIONES DE OPERACION

Intervalo de Trabajo

Ac. Sulfúrico industrial	50 Lt
Agua potable	150 lt
Tiempo	Es instantáneo
Temperatura	Ambiente
Material de la tina	Fibra de vidrio

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

Esta solución debe de cambiarse cada mes.

8. OCTAVO BAÑO (Níquel mate)

OBJETIVO

La primera capa galvánica la encontramos en éste baño en donde se deposita níquel mate.

CONDICIONES DE OPERACION

	Intervalo de trabajo	Intervalo óptimo
Sulfato de níquel	24.5 - 25.5 % en vol	25 % en vol
Cloruro de níquel	5.5 - 6.5 % en vol	6 % en vol
Acido bórico	4 - 5 % en vol	4.5 % en vol
Abrillantador	De tipo orgánico	
Temperatura	50-55°C	53°C
Tiempo	3 - 5 minutos	4 minutos
Material de la tina:	Fibra de vidrio	
pH	3.8 - 4.5	4

PREPARACION INICIAL

Al cloruro de níquel se le agrega el sulfato de níquel y se agrega hasta que se disuelva. En una cubeta con agua

se disuelve bien el ácido bórico y se agrega ésta solución al baño que contiene cloruro y sulfato de níquel, además se agrega el abrillantador (especial para éste tipo de baño), y se -- llena el resto de la tina hasta el nivel de trabajo con agua -- destilada. Posteriormente se calienta la solución hasta unos -- 55° C y se activa con una lámina de fierro por lo menos dos -- horas a 0.5 V.

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

Se analizan los componentes de éste baño por lo me-- nos dos veces a la semana.

TRATAMIENTO DE DESPERDICIOS

Cómo mantenimiento periódico se trata con carbón + -- activado. Se adiciona carbón activado a la solución y se deja-- asentar, posteriormente se filtra a otra tina.

Se lava el filtro y se vuelve a filtrar con ayuda -- filtro; y se pone a la temperatura de trabajo.

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES

a). Análisis del cloruro de níquel.

Se toman 5 ml de muestra y se colocan en un matraz -

erlenmeyer de 500 ml, se le añaden 50 ml de agua destilada, -- con una espátula se adiciona, dicromato de potasio y se titula con nitrato de plata 0.1 N hasta cambio de coloración.

b). Análisis del ácido bórico.

Se toman 5 ml de la muestra, se le agregan dos gotas de rojo de metilo y después gota a gota NaOH hasta virar de rojo a verde, ahora gota a gota solución de HCl 0.1N hasta virar a rojo, se agrega manitol formándose una masa y se titula con solución de NaOH 0.1 N hasta que vire de rojo a verde.

c). Sulfato de níquel.

Se toman 2 ml de muestra se añaden 50 ml de agua destilada con 50 ml de amoniaco, se le agrega murexida como indicador, se titula con EDTA 0.1 N hasta viraje.

9. NOVENO BAÑO (Cobre ácido, brillante)

OBJETIVO

El cobreado ácido brillante, produce un depósito de cobre dúctil, absolutamente brillante, y con una nivelación -- excelente; la ductilidad del depósito es excepcional.

En efecto, posee prácticamente la misma ductilidad -- que un recubrimiento conseguido con un baño pero de cobre ácido exento de todo agente de adición. La solución es muy estable y en el curso de la electrólisis no se dan productos de --

descomposición nocivos.

Las principales características de éste proceso consisten en que es posible utilizarlo con densidades de corriente catódica superiores a las normales.

La adherencia entre las capas de cobre y níquel brillante es excelente.

CONDICIONES DE OPERACION

	Intervalo de trabajo	Intervalo óptimo
Sulfato de cobre	24-26 % en vol	25 % en vol
Acido sulfúrico	5-6 % en vol	5.5 % en vol
Acido clorhídrico	150 ppm	150 ppm
Abrillantador - - (orgánico)	5 ml/l	5 ml/l
Temperatura	22-28°C	25°C
Densidad de corriente catódica	3 - 9 A/dm ²	6 A/dm ²
Densidad de corriente anódica	1.5-3.5 A/dm ²	2 A/dm ²
Agitación	Vigorosa, por aire	
Material de la tina	Tina de fierro, cubierta de koroseal	

Tiempo	Es variable, según el tipo de pieza y el rack, normalmente es de 10-15- minutos en piezas chicas y de 30 <u>mi</u> nutos en piezas grandes.
Anodos	30 Es esencial que sean de una buena calidad de cobre fosforoso. Si se instala filtración de características -- adecuadas, no son normalmente nece-- sarias las bolsas anódicas.

PREPARACION INICIAL

Se disuelve el sulfato de cobre y se añade a la tina, a continuación el ácido sulfúrico poco a poco y al final - el abrillantador.

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

Se filtra el baño todos los días, para quitar impurezas orgánicas; se emplea medio kilo de carbón activado y se de ja reposar toda la noche, al otro día se filtra muy bien y se le agrega el abrillantador necesario.

ANALISIS DE LOS COMPONENTES

a). Análisis del ácido sulfúrico.

Se toman 5 ml de la solución del baño y se adicionan 50 ml de agua destilada con tres gotas de indicador naranja de metilo. Se titula con solución 0.1 N de NaOH.

b). Análisis del sulfato de cobre.

Se toman 5 ml de muestra y se le adicionan 10 ml de ácido clorhídrico y se pone en la parrilla hasta sequedad. Se deja enfriar y se le agregan una gotas de agua y una punta de espátula de persulfato de amonio y dos gotas de amoniaco - - - (1:1), 50 ml de agua y se titula con EDTA 0.1 M.

Otro tipo de análisis para el sulfato de cobre sería:

Se toman 5 ml de la muestra, se le adicionan 50 ml de agua destilada se deja enfriar ésta solución y ya fría se le añade amoniaco hasta que aparezca un color azul intenso, se le añade PAN - que es el indicador y se titula con EDTA 0.1 N.

c). Análisis de cloruros.

Se toman 50 ml de muestra, se les adiciona 50 ml de agua destilada con 20 ml de ácido nítrico diluído (1:1); se -- adiciona gota a gota nitrato de plata 0.1 N hasta turbidez, -- normalmente son de 3 a 5 gotas.

Se titula inmediatamente con nitrato de mercurio - - 0.1 N (Preparación del nitrato de mercurio 0.1 N: Se disuelven

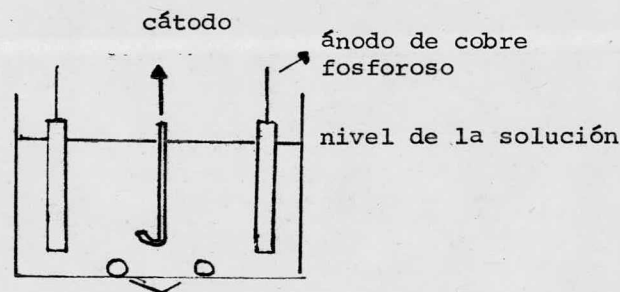
0.83 g de HgO en 5 ml de solución de HNO_3 1:1 y se afora a un litro).

TRATAMIENTO DE DESPERDICIOS

Se necesita el empleo de filtración completa, el filtro debe de tener capacidad suficiente para pasar una o dos veces por hora el volumen completo de la solución.

No se recomienda la filtración continua a través de carbón activo, dado que con ello quedaría eliminado el abrillantador.

ESQUEMA DEL TANQUE



tuberías perforadas para la agitación por aire.

10. DECIMO BAÑO (Desengrase)

OBJETIVO

Tiene por objeto el quitar la película que deja el abrillantador de cobre, sobre la superficie de la pieza.

CONDICIONES DE OPERACION

Desengrase electrolítico

Agua potable

Temperatura

50-55 °C

Material de la tina

Acero inoxidable

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

Se cambia la solución cada mes

11. ONCEAVO BAÑO (Acido sulfúrico industrial)

OBJETIVO

Su función es la de quitar los residuos que el desengrase no pudo quitar.

CONDICIONES DE OPERACION

Acido sulfúrico Ind.

Agua potable.

Temperatura ambiente.

Material de la tina

fibra de vidrio

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

Cambiar la solución cada mes

12. DOCEAVO BAÑO (Níquel brillante).

OBJETIVO

Entre los numerosos baños de níquel usados en nuestros días, sin lugar a duda los más importantes son los de níquel brillante. En éstos se consumen más ánodos que en todos -

los demás baños. Los baños modernos de níquel brillante consisten en un baño modificado, que por lo general contiene de 75--90 g/l de níquel, al que se le han agregado compuestos orgánicos para producir una capa de níquel-brillante.

La diferencia entre el níquel brillante moderno y el antiguo es que actualmente se puede aplicar en cualquier espesor, ya sea que se crome o no, sin que se levante o quiebre; - el brillo es más intenso, y el niquelado aparece más tenso.

CONDICIONES DE OPERACION

	Intervalo detrabajo	Intervalo óptimo
Sulfato de níquel	29-31 % en vol	30 % en vol
Cloruro de níquel	5.5-6.5 % en vol	6 % en vol
Acido bórico	4 - 5 % en vol	4.5 % en vol
Abrillantador - -		
(org.)	700 ml/l	700 ml/l
Temperatura	50-55° C	52° C
Tiempo	8 - 15 minutos	10 minutos
pH	3.8 - 4	4
Material de la tina	Keroseal	

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

Se recomienda filtrar cada quince días con ayuda filtro y un poco de carbón activado. Cuando la solución se encuentra muy sucia, o cuando este produciendo poros en el material, es necesario hacer un tratamiento con carbón activado para quitar las impurezas presentes en la solución. Después de haber realizado el tratamiento es necesario agregar abrillantador -- (compuesto por agua, sacarina, butinodiol trisódico).

Además es recomendable tener la solución con agitación, siendo la más apropiada, la agitación por medio de aire.

ANALISIS DE LOS COMPONENTES

a). Análisis del Cloruro de Níquel.

Se toman 5 ml de la muestra, con 50 ml de agua destilada, la punta de una espátula con dicromato de potasio y se titula con Nitrato de plata 0.1 N.

b). Análisis del Acido Bórico

Se toman 5 ml de muestra, se le agregan 2 gotas de rojo de metilo y posteriormente se le agrega NaOH hasta cambio de rojo a verde, se le agrega HCl gota a gota hasta que cambie de verde a rojo, se le agrega menitol hasta formar una masa y-

se titula con NaOH.

c). Análisis del Sulfato de Níquel.

Se toman 2 ml la muestra, con 50 ml de esos destilados, con 10 ml de amoniaco, se le agrega una espátula de mu- -
rexida y se titula con EDTA 0.1 M

TRATAMIENTO DE DESPERDICIOS

Ver procedimiento de Control.

13. TRECEAVO BAÑO (Baño de cremo VI y ácido sulfúrico)

OBJETIVO

La aplicación industrial del cromo, se debe a Fink, -
que dió carácter práctico a lo que hasta entonces eran experi-
mentos de laborartorio.

El metal se deposita usando pequeñas cantidades de -
corriente empleándose ánodos de plomo, en un baño que consta -
de ácido crómico y pequeñas cantidades de ácido sulfúrico.

Muchos trabajos de recubrimiento decorativos tienen-
solo 5×10^{-4} mm de espesor, en tanto que los cromados más bara-
tos, producidos en un período de tiempo mínimo, son de 5×10^{-5} mm

de espesor únicamente. La aplicación de una capa más gruesa no solo multiplica por un factor muy elevado el costo de producción, sino que resulta contraproducente, pues se originan grietas y otras imperfecciones.

CONDICIONES DE OPERACION

	Intervalo de trabajo	Intervalo óptimo
Acido crómico	30 - 32 % en vol	30 % en vol
Ac. Sulfúrico	148 - 152 ml/200 l	150 ml/200 l
Aditivo humectante	140 - 150 mg/l	150 mg/l
Tiempo	3 - 6 minutos	5 minutos
Temperatura	50 - 55° C	52° C
Anodos	Plomo	

PREPARACION INICIAL

La solución de ácido crómico y ácido sulfúrico se su ministra en las concentraciones requeridas con la cantidad necesaria de aditivo humectante, y se calienta a la temperatura de operación.

PROCEDIMIENTO DE CONTROL

De éste baño se requiere controlar la densidad y la-

temperatura. La densidad esta entre 22 y 25⁰ Bé.

TRATAMIENTO DE DESPERDICIOS

El mismo tratamiento que en los baños primero y segundo.

ANALISIS DE LOS COMPONENTES

a). El mismo que en los baños 1 y 2.

III. FUNCIONES DE LAS SUSTANCIAS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO.

1). Acido Crómico y Acido Sulfúrico.

Es una mezcla especial de ácidos oxidantes que en solución con agua provocan sobre la superficie del plástico un mordentado que facilita la deposición química del níquel.

2). Cloruro estanoso y ácido clorhídrico.

Estos reducen químicamente el cromo hexavalente --- arrastrado de la solución del mordentado, cuando se trata de -- piezas ranuradas o de difícil enjuague, antes de entrar en el proceso de metalizado resulta particularmente beneficioso.

El eliminar el cromo de los poros formados por el mordentado se asegura un activado rápido y uniforme sobre toda la superficie plástica.

3). Cloruro de paladio y ácido clorhídrico.

Es una solución que da lugar a un complejo catalítico estable que es absorbido en las zonas de anclaje creadas por el mordentado.

Debido a la extrema actividad del catalizador, el -- producto se emplea a bajas concentraciones, presentando gran -- estabilidad y facilidad de absorción por la superficie del -- plástico.



4). Cloruro de níquel.

La función principal del cloruro de níquel es la de producir iones cloruro aunque contribuyen los iones níquelosos a aumentar la concentración del baño.

Dorrance y Gardiner han demostrado que estando presente una cantidad suficiente de ión cloruro se reduce la polarización del ánodo, evitando su corrosión y haciéndolo más eficiente. Se ha encontrado que un ligero aumento en la concentración de iones cloruro, aumenta la cantidad de la corrosión del ánodo, (la tersura del depósito,¹) y por el cátodo pasa una mayor densidad de corriente; pero si por el contrario hay una disminución de iones cloruro, la película del cátodo es más delgada que la que se obtiene normalmente.

5). Acido bórico.

El ácido bórico funciona como una solución reguladora, ayuda a producir depósitos más delgados y da tersura al níquelado, la ausencia de éste ácido trae como resultado un depósito duro, quebradizo, lustroso y generalmente picado.

6). Sulfato de níquel.

La función primaria del sulfato de níquel es la de proporcionar iones metálicos y ayudar a la mejor distribución

del níquelado.

7). Sulfato de cobre.

Es la fuente de iones Cu para el baño.

8). Acido Sulfúrico.

El cometido principal del ácido sulfúrico es el incremento de la conductividad de la solución.

9). pH

Es de gran importancia el control del pH, la variación más pequeña del mismo, aún de décimas, puede aumentar notablemente la porosidad.

Para mantener el pH en su límite adecuado hay que valerse de agentes estabilizadores tales como el ácido bórico - - (soluciones reguladoras).

10). Cloruro de amonio.

Aumenta la conductividad del baño.

C A P I T U L O I I I

I. DESCROMADO DE BASTIDORES (Soporte para las piezas que se van a cromar).

Los bastidores, una vez que se ha terminado el proceso electrolítico de cromado y una vez descolgadas las piezas, éstos, antes de volver a usarlos colgando nuevas piezas para cromar, se les tiene que limpiar el cromo depositado en ellos, ésto se puede realizar de diferentes formas:

1). La mejor es con ácido clorhídrico industrial.

2). Con solución de NaOH a 30-50 g/l, primero anódico y después catódico. Este proceso tiene un inconveniente ya que el desprednimiento de gases molesta mucho.

Se puede utilizar algún humectante para desengrase electrolítico.

3). Emplear cualquier desengrase electrolítico, primero anódico y después catódico. Es el mismo caso que en el de NaOH. La única ventaja que tiene sobre el anterior es porque tiene el humectante y no se hace molesto por los gases.

El descromado de los bastidores es obligatorio y muy cuidadoso, ya que sobre el cromo no se adhiere ningún metal y continuamente el bastidor esta despredniendo sobre todos los -

baños partículas metálicas, que provocan rasposidad, y aun filtrando continuamente, el filtro no es capaz de retenerlas, sin provocar rasposidad en las piezas, el desprendimiento se hace mientras se están trabajando y van directamente sobre las piezas.

Una manera de observar éste problema, es cuando se - desmontan los filtros, se observa sí en los papeles se encuentran partículas metálicas, sí se encuentran es que los bastidores están mal descromados. Sí no se encuentran, y las piezas - siguen saliendo rasposas hay que averiguar quien es el causante.

Otra causa de rasposidad, puede ser debida a que los bastidores no se les quite el cromo por proceso químico sino - mecánico. Ejemplo: sí para limpiar los bastidores se quita el cromo a base de martillo, esto produce siempre en las puntas - de contacto un no desprendimiento correcto que queda adherido al bastidor y después se va desprendiendo en los líquidos.

El proceso químico, puede ser sumergiendo los bastidores en ácido nítrico hasta que estén completamente limpios.- Para no crear problemas de nitratos en los baños, se pasan por agua y después se neutralizan con NaOH con una concentración - de 50 g/l entre media y una hora y después se enjuagan con agua.

Otra causa de rasposidad en los baños puede ser de-

bida a añadir las sales de adición en los baños electrolíticos directamente. Todos los productos tiene que disolverse previamente a parte y añadirlos a través de filtros.

Se pueden meter dentro de bolsas acrílicas (bolsas protectoras de ánodos) durante las horas de paro, sin agitación por aire, para evitarse tener que filtrarlas.

Estas sales son: CuSO_4 , NiSO_4 , NiCl_2 , H_3BO_3 .

II. DESMETALIZADO DE LAS PIEZAS QUE PRESENTAN FALLAS

Se hace lo siguiente:

A). Se colocan en una cesta, para que no se rallen y den golpes, se sumerge la cesta en ácido clorhídrico para atacar el cromo. Una vez que están descromadas se lavan con agua y se sumergen en el desmetalizador de Níquel y cobre.

B). Una vez que estén desmetalizadas se pasan por -- dos o tres enjuagues y se neutralizan durante una hora en una solución de NaOH con una concentración de 50 g/l. Posteriormente se pasan por un enjuague o dos; de ésta manera quedan lis--tas para pasar de nuevo al proceso de metalizado, siempre que se haya tenido mucho cuidado de no dar golpes ni rayar las - - piezas.

Nota: El neutralizado de NaOH es para eliminar los restos de ácido que quedan retenidos en los poros del plástico y que des--pués puedan provocar zonas de no metalizado y mala adherencia.

1. PARA DESMETALIZAR LAS PIEZAS DE Ni Y Cu

Este demetalizado se hace en baños especiales que se preparan de la siguiente forma:

A). Preparación del baño:

- a). Se añaden 900 ml/l de perclorato férrico.
- b). Se disuelven 1.800 g/l de sulfocianuro de amonio en 100 ml/l de agua destilada.
- c). Temperatura ambiente.

No tiene método de análisis, cuando se agota la solu
ción de tira y se hace nuevo.

B). Se puede utilizar ácido nítrico concentrado o di
luído a un 75%.

Con el ácido nítrico hay que tener la precaución de-
que no se caliente, porque atacaría al plástico y también sa-
carlos cuando ya estén desmetalizados porque sí se dejan mucho
tiempo también se ataca el plástico.

C O N C L U S I O N E S ✓

La metalización de los plásticos por vía electrolítica es un método excelente y totalmente seguro de poner de manifiesto, las muchas ventajas de los plásticos.

Livianos y duraderos, los plásticos admiten una mayor variedad de formas y acabados, por lo que es posible obtener económicamente al trabajar con cualquiera de los metales usuales. Estabilidad, flexibilidad y facilidad de control son primordiales en todo sistema de pretratamiento de los materiales plásticos, además de éstas características la adherencia desempeña un papel muy importante en el proceso; y la que se obtiene con el método desarrollado es excelente.

La densidad y la temperatura son factores muy importantes dentro del proceso, por lo que se tiene que tener sumo cuidado en estarlas checando; ya que el defecto que causa la baja densidad es que en las zonas más tensionadas del plástico no se metalicen la totalidad de las piezas.

El defecto que causa la alta densidad es que en las zonas más tensionadas del plástico también no se metaliza la totalidad de las piezas. La temperatura más baja que la aconsejable causa los mismos efectos. La temperatura más elevada, provoca un ataque del plástico, además de deformar las piezas más fácilmente.

Este defecto, no se observa en el proceso químico pero sí en el electrolítico; ya que al estar más atacado de lo normal, afectará notablemente al baño de cobre ácido ya que se tendrá que tener las piezas más tiempo de lo normal, y aún así no se consigue la perfección de la pieza, llegando incluso a veces a sospechar; que el baño de cobre no está correcto o intentar arreglarlo para conseguir mejores resultados, sin obtenerlos.

Otro factor importante, es el aditivo; ya que su falta puede provocar, que se formen pequeñas burbújas de aire entre la pieza y la capa de cromo formada; éstas partes se metalizan igualmente pero al pasar al baño de cobre ácido, parecen como si fuera picado del baño por lo que también es indispensable estar revisándolo continuamente. Es también muy importante el hacer el análisis de los componentes de cada baño, para evitar problemas.

Se emplean los baños de cobre-ácido, níquel y cromo para depositar capas sucesivas, siendo éste el mejor modo de conseguir una buena resistencia contra la corrosión. El níquel brillante se emplea como recubrimiento intermedio entre el cobre y el cromo, no solo porque adquiere un lustre superior al del cobre, sino por que no resulta afectado por el baño de cromo (al contener el ácido crómico).

Aparte de lo anteriormente expuesto y contando de -- que todo se encuentre en perfectas condiciones, conviene saber que algunos plásticos necesitan menos tiempo de ataque, un ata que total en la primera capa del plástico, provoca falta de -- adherencia sobre las piezas.

Siempre que las piezas tengan un fallo de recubri- - miento, lo primero que se tiene que hacer es averiguar quién? - o ¿cuál? baño lo produce, lo segundo; es el ¿porqué? y esto se logra, revisando la densidad, la temperatura y el pH, si éstas no fueron las causas se hace el análisis de los componentes y del aditivo si es que lo tiene.

Así vemos, que la densidad de las corrientes anódicas y catódicas, la naturaleza del electrolito, el pH de la solu- - ción, la concentración de los iones metálicos, la temperatura del electrolito, la sencillez o complejidad del ión metálico, - así como la presencia de agentes modificadores o de adición, - ejercen conjuntamente su influencia en la naturaleza del depó- - sito.

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

- Bastnier, E. Limpieza y desengrase de los Metales. Algo sobre adherencia. Ed. Cedel de José Oriol Avila. Barcelona (1973).
- Blum, W, and Hogaboom, G. B. Principales of Electroplating -- and Electroforming. Mc Graw Hill. New York, 1930.
- Denaro Elementary Electrochemistry Butterworth Ed. London (1965).
- G. Charlot, J. Badoz-Lambling, Tremillón Las reacciones Electroquímicas - Primera edición. Toray-Masson, - S.A. Barcelona (1969).
- Clifford, H. The Enciclopedia of Electrochemistry Reinhold Pub. Corps. New York, 1964.
- Graham, A. K. Electroplating Engineering Handbook Reinhold Pub. Corp. New York, 1955.

- Koehler, W. A. Principales and Applications of Electrochemistry. Vol. 1 3a. Edición, John Wiley and Sons, Inc.- London, 1955.
- Lingage, J. L. Electroanalytical Chemistry. - - 2nd. Ed. Interscience Publishers.
- Pearlstein, F. Metal Finishing (agosto 1955).
- Mantell, Ch. L. Electrochemical engineering. 4a. Ed. New York, 1960. Mc Graw Hill.
- Orozco, D. F. Análisis Químico Cuantitativo. Imprenta Universitaria. México. 1944.
- Sand, Henry Julius S. Electroq. y Anal. Electroq. Aguilar. Madrid 1951.
- Villarreal, E. D. Fuentes Electroquímicas de corriente. Limusa Willey. México, - D. F. (1971).

West, J. M.

Electrodeposition and Corrosion-
Processes, 2ed. London, (1960).

Monthly

Rev, Am. Electriplaters Soc. 25-
581 (1938).

Mathers

Trans Am. Electrochem. Soc. 21 -
313 (1912) 24 315 (1913); 26 99-
(1914).