

## CAPITULO 3

### PREPARACION PARA LA ELECTRODEPOSICION

La calidad del depósito depende en primer lugar de la re acci ón que se lleve a cabo en el cátodo. Esta reacción puede ser favorable, si el baño de electrodeposición ha sido adecua damente preparado y ajustado. La condición del cátodo es el segundo factor que afecta la calidad, de ahí que es necesario que el artículo a depositar sea de buena calidad y adecuada mente preparado, previo a la deposición.

#### 3.1 PREPARACION DEL BAÑO.

El primer paso en la preparación de un nuevo baño consis te en una completa limpieza de la cuba de electrodeposición - vacía. La limpieza deberá realizarse con solventes o medios mecánicos adecuados, según sea el material de construcción de la cuba.

Una vez limpia la cuba, deberá llenarse parcialmente con agua e ir agregando los componentes químicos de acuerdo al or den que se requiera, se recomienda que sean agregados lenta mente para evitar la formación de una torta en el fondo, difí cil de disolver posteriormente. Después de que todas las sa-- les están en solución, la gravedad específica del baño deberá medirse para una revisión del contenido general de sal.

El siguiente paso es hacer varias pruebas de electrodepo sición, que revelarán ajustes del pH, el uso de agentes de -- adición, o si el baño requiere una electrólisis inicial y purificación, que consiste de filtración, tratamiento con car--

bón activado y electrólisis a baja densidad de corriente (0.5 amp. por dm. cuadrado).

Después de que el baño ha sido ajustado a los límites -- químicos, purificado y probado por electrodeposición, deberá ser probado a carga plena, calculada del número total de bastidores. Deberá usarse el área del cátodo de aproximadamente plena carga, con un número de ánodos; calculado de la corriente total, el área de los ánodos y la densidad de corriente -- anódica recomendada. Esta prueba es con el fin de verificar el comportamiento de la corriente.

Todos los datos que se obtengan al arranque de un baño - deberán registrarse, si es posible gráficamente, para cuando se tengan que realizar cálculos de cantidad de sal a agregar, los ajustes de pH, etc.

Cuando el baño se encuentra conveniente para una operación óptima, debe considerarse la geometría del sistema con el arreglo adecuado de los ánodos (ver páginas 13 y 14). También los medios calefactores y de agitación deberán ser examinados.

Al mismo tiempo que se arranca la cuba de electrodeposición deberá ponerse en operación el resto del proceso.(4,5)

### 3.2 SUPERFICIE LIMPIA Y ACTIVA.

La superficie que se va a depositar debe de estar libre de grasa, suciedad, costras o sea limpia y activa. La grasa y suciedad se remueven con solventes o limpieza alcalina; --- mientras que las costras, por medios químicos como el decapa-

do o mecánicos, tales como chorros de arena a presión.

Cuando se remueve completamente cualquier tipo de película de la superficie, ésta se vuelve "activa". Después de que ha sido activada, deberá mantenerse en éste estado hasta que sea depositada, lo cual en ocasiones no se logra por el tipo de baño que se está utilizando, y es necesario la formación de un depósito primario de algún otro metal, para lograr la adherencia del depósito, este paso es una variante de mucho interés de la activación que se considerará detalladamente -- más adelante.

La activación se mantendrá, sumergiendo la pieza en un baño ácido o en uno alcalino, dependiendo del metal que se va a depositar.

Los medios mecánicos que se utilizan para volver activa una superficie, no son de uso común; aunque son de gran ayuda si se desea restringir la liberación de hidrógeno y evitar la fisuración que éste produce. Los tratamientos, sin embargo, son seguidos por una corta inmersión en ácido frío para asegurar la activación.

Concomitante a la activación está la pasivación, que es la formación de una película que actúa como barrera para la adherencia del electrodepósito. El acero, normalmente es pasivo para los tipos de electrodeposiciones; una vez activo puede rápidamente volverse pasivo, a grado tal, que lo es en los pocos segundos que se lleva introducirlo al baño primario.

Los aceros inoxidables y el níquel son los que presentan

mayor problema, volviéndose pasivos más rápidamente que el a cero, de ahí que la activación se haga por electrodecapado en un baño de níquel ácido e invirtiendo la corriente las piezas son depositadas antes de sacarlas del baño.

Ningún aspecto de la deposición es más esencial para el buen éxito, que los principios de activación y pasivación durante la preparación de la superficie y deposición de las primeras capas de metal. (4)

### 3.3 ACEROS DE BAJO CONTENIDO EN CARBONO.

La preparación de éste tipo de aceros para la deposición se basa en los siguientes pasos: (1) pre-limpiar, (2) limpiar, (3) decapar, (4) desmanchar y (5) inmersión en ácido.

Todo el aceite, grasa y otros compuestos orgánicos son - removidos en los primeros dos pasos o en un paso de limpieza sencillo y adecuado. El paso uno utiliza solventes, emulsio-- nes, limpieza por aspersion o desengrase con vapor. El paso - dos es una limpieza alcalina (electrolítica o por inmersión). Después de limpia y enjuagada la pieza, deberá verificarse la ausencia de suciedad. Con el sólo hecho de mostrar cortes en la película de agua, la pieza tendrá que limpiarse de nuevo, o quizás, someterse a una limpieza más drástica.

La herrumbre, los óxidos o las costras, son removidas -- con el decapado en ácido sulfúrico o ácido clorhídrico, en el mínimo de tiempo requerido; hasta que quede libre de desprendimiento de hidrógeno, y mantener otro medio minuto más. Después de ésto la pieza deberá enjuagarse y examinarse; en caso

de existir costras, hay que llevar el decapado más adelante, e inclusive, en este punto es recomendada una electrolimpieza anódica.

Si la pieza tiene apariencia limpia, deberá examinarse - para buscar manchas de carburo, que pueden ser ligeras y no - causar problemas en la deposición; éstas manchas se limpian - fácilmente con cualquier limpiador suave.

Libre de manchas, la superficie, deberá activarse por medio de una inmersión en ácido diluido a temperatura ambiente, de 15 a 30 segundos; podrá haber un ligero desprendimiento de hidrógeno sin que produzca problemas posteriores.

Las piezas que han sido decapadas, pueden ser enjuagadas y conservadas en una solución de cianuro. Si van a ser conservadas por tiempo considerable deberán mantenerse en una solución alcalina, y en tal caso, serán enjuagadas y se les dará un decapado ligero antes de seguir con el proceso. (4)

#### 3.4 ACEROS DE MEDIANO CONTENIDO EN CARBONO.

Para tener un criterio definido con respecto al contenido de carbono, arbitrariamente se han definido como "aceros de mediano contenido de carbono" aquellos con 0.20 a 0.34% de -- carbono; arriba de 0.35, los aceros son definidos como con -- contenido alto en carbono.

Los aceros de mediano contenido en carbono son más difíciles de preparar que los de bajo contenido. Se podrán utilizar los mismos procedimientos; pero poniendo mayor atención - en las manchas de carburo; de ahí que el objetivo sea activar

el acero sin formación excesiva de carburo sobre la superficie. Aunque el carburo se remueve con oque negro, probablemente no sea receptiva para el depósito. Muchos de los aceros -- contienen molibdeno, cromo, vanadio y tungsteno que tienden a pasivar la superficie.

Un procedimiento que se puede utilizar es llevando a cabo un decapado electrolítico anódico, usando soluciones de ácido sulfúrico, crómico u oxálico; seguido de una activación en un baño de ácido clorhídrico.

Probablemente el procedimiento menos común sea el que resulte con más éxito en la preparación de los aceros con media no contenido de carbono. (4)

### 3.5 ACEROS DE ALTO CONTENIDO EN CARBONO.

Un simple decapado no será suficiente para preparar estos aceros. Deberá usarse un procedimiento que active la superficie y evite cualquier mancha o que la remueva antes de la --- electrodeposición.

Los procedimientos aplicados para la preparación del ace ro inoxidable, particularmente la activación y deposición --- (descritos después), son buenos para los aceros altos en carbono.

La fisuración por el hidrógeno es la principal causa de que los aceros de alto contenido de carbono presenten problemas a la hora de prepararlos, principalmente aquellos tratados en caliente para altos niveles de resistencia; de 180,000 psi o mayores (dureza Rockwell C40 o mayor), se les deberá --

dar especial atención. Este problema se presenta por lo general, en el paso de deposición; aunque también en la limpieza, decapado y el activado por ataque químico o por cualquier proceso de electrodeposición que tenga una eficiencia menor al 100%.

Los medios mecánicos de descostrado pueden servir como un sustituto para el decapado químico. Sin embargo, deberán ser seguidos por una inmersión moderada en una solución de ácido clorhídrico para liberar la superficie de películas pasivas rápidamente formadas, pero fácilmente removidas.

Cuando el acero tiene una película ligera de óxido pueden eliminarse por un decapado en ácido clorhídrico. Esto producirá una mancha y pasivará la superficie; la cual podrá prepararse para la deposición con una limpieza alcalina anódica, seguida de un ataque químico anódico en ácido sulfúrico. Si se quiere la remoción del óxido sin formación de manchas, el electropulido en soluciones calientes concentradas de ácido crómico y fosfórico a altas densidades de corriente, es recomendable. El acero quedará en una condición pasiva que desaparecerá con una limpieza anódica, seguida de un decapado anódico o inmersión en ácido.

La experiencia y experimentación son los que pueden proporcionar un criterio de decisión para saber cuando se tiene una superficie plenamente preparada. (4)

### 3.6 ACEROS INOXIDABLES.

Los aceros inoxidable son difíciles de electrodepositar porque fácilmente se vuelven pasivos (este hecho es lo que los hace inoxidable), siendo el principal problema activar la superficie y mantenerla en ese estado hasta que la deposición comienza.

Algunos aceros inoxidable pueden activarse por tratamiento catódico en ácido sulfúrico o clorhídrico, o aún por decapado en estos ácidos; que deberá durar un minuto después de que comience el desprendimiento de hidrógeno. El decapado no tendrá que ser largo porque también se presenta el problema de manchado.

El método que se ha encontrado con mayor éxito para depositar aceros inoxidable, es activarlos en un baño de activación-deposición (buen método para la deposición de cualquier acero que sea difícil de electrodepositar). La composición de este baño es a base de cloruro de níquel con suficiente ácido clorhídrico para activarlo:  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 225-263 g/l;  $\text{HCl}$ , --- 37.5-70.5 g/l.

La pieza es activada por tratamiento anódico, de uno a dos minutos a una densidad de corriente de 2.16, la corriente se invierte y la pieza es electrodepositada con níquel a la misma densidad de corriente, de 2 a 20 minutos. La ventaja es que la pieza es activada y depositada en el mismo baño. El depósito de níquel protege a la pieza de la pasividad para que pueda ser transferida a otro baño para la deposición de cual-



quier otro metal. La eficiencia del cátodo de este baño es ba  
ja.

Este procedimiento, con algunas variaciones, es usado pa  
ra la deposición de níquel, cobalto y otras aleaciones pasi--  
vas. (4)

### 3.7 ALEACIONES CON CINC DE BASE .

En la preparación del cinc lo que se debe de recordar es  
que reacciona rápidamente con cualquier compuesto químico al-  
calino o ácido y fácilmente reemplaza a los metales de solu--  
ciones de sales metálicas.

Los tratamientos preliminares deberán realizarse con lim  
piadores alcalinos de una potencia media o ligera y ácidos di  
luídos o a bajas temperaturas y por cortos períodos de tiempo.  
Comparado con el acero, el tratamiento del cinc será más sua-  
ve.

La preparación de piezas moldeadas a troquel con cinc de  
base, realmente empieza con el bruñido (usando abrasivos) y -  
el pulido (con discos de tela forrados de compuestos pulido--  
res). Los compuestos que se quedan en la pieza se remueven en  
una prelimpieza con solventes.

Se ha encontrado que dos etapas de limpieza alcalina, -  
pueden funcionar en diversos casos. Estas etapas hacen las ve  
ces de prelimpieza y limpieza propiamente dicha. Cuando se -  
tienen superficies relativamente limpias, con una limpieza al  
calina es suficiente; la limpieza final es por lo general una  
electrolítica anódica, aunque también se usa la limpieza por

aspersión o pulverización.

La limpieza deja una película alcalina que debe quitarse con una inmersión por cerca de un minuto en ácido diluido. Los más usados son el ácido sulfúrico (el más común), el clorhídrico, fluorhídrico, cítrico y fluobórico.

Como generalmente el cinc es electrodepositado en una solución que rápidamente lo ataca; primeramente se debe depositar con cobre (depósito primario) para evitar el decapado por ataque químico, la electrodeposición por inmersión y la pérdida de adherencia en una deposición de níquel; este paso es el más importante y consiste de un baño de cobre cianurado con - sal de la Rochela (tartrato sódico potásico:  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) a un pH de 11.2 a 12.5 aplicado de 1/2 a 2 minutos.

El ciclo de electrodeposición más general es entonces:

(1) pre-limpiar, (2) enjuagar, (3) limpiar, (4) enjuagar, ---  
 (5) inmersión en ácido, (6) enjuagar, (7) depósito primario,  
 (8) enjuagar, (9) recubrir con níquel, (10) recubrimiento fi-  
 nal como se desee. (4)

### 3.8 ALUMINIO.

La preparación del aluminio tiene muchas de las caracte-  
 rísticas del cinc; pero es mucho más activo químicamente. A  
 fin de depositar sobre aluminio, es preciso un ácido que trate  
 a la aleación moderadamente y que proporcione una película in  
 termedia para proteger al material de base, mientras se está-  
 llevando a cabo la primera deposición; lo anterior se puede -  
 lograr por un anodizado antes de la deposición o depositando

un revestimiento por inmersión. El medio comercial más común es el "método del cincato", que químicamente deposita una película delgada de cinc a partir de una solución alcalina de cincato (compuestos formados por la reacción de óxido de cinc con soluciones de álcalis). La formación de la película se lleva a cabo con un paso sencillo de cincado o después de éste, eliminación del revestimiento y un recincado, conocido como "cincato doble", que es el recomendado.

El ciclo sencillo del cincato consiste de: (1) limpiar, (2) decapado, (3) cincado y (4) electrodeposición.

El ciclo del doble cincato es más elaborado: (1) limpiar, (2) decapar, (3) desmanchar, (4) inmersión en ácido, (5) cincado, (6) inmersión en ácido, (7) cincado, (8) deposición primaria de cobre y (9) electrodeposición.

En referencia al ciclo doble; la limpieza y decapado son los convencionales. Si la limpieza es por ataque químico, será necesario desmanchar por una inmersión ácida que a la vez activará la superficie.

El paso del cincado puede ser crítico en la medida que la película sea dañada en el enjuagado subsecuente o en la deposición primaria. La película del cincato se disuelve en una inmersión ácida y así efectuar el recincado que produce una película diferente a la del primer cincado. Cuando este proceso se usa, el primer cincado es solamente una parte del ciclo de la activación previa a la aplicación de la película final de cinc sobre la cual se aplicará el depósito primario, u o--

tro depósito, Después de que la primera capa de cinc se ha --  
formado es posible depositar metales directamente de solucio-  
nes que no ataquen rápidamente al cinc. Como la mayoría de --  
las soluciones de deposición son suficientemente ácidas o al-  
calinas y atacan al cinc; se requiere un depósito primario de  
cobre sobre el cinc antes de la electrodeposición.

Cuando se tienen aleaciones que son bajas en elementos a  
leables (de 1,100 a 3,003 aleaciones); una simple inmersión -  
en ácido nítrico (que casi no reacciona con el aluminio) en u  
na relación 1 a 1 puede preparar al metal para el cincado.  
Con 5,000 y 6,000 series de aleaciones se debe usar un decapa  
do más activo con ácido nítrico y fluorhídrico o ácido crómico  
sulfúrico-clorhídrico; se recomienda una inmersión por 15 se-  
gundos en:  $\text{CrO}_3$ , 60-120 g/l;  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 112.5-225 g/l; HF, 15-30  
g/l.

El proceso del cincado doble se recomienda para aleacio-  
nes que contienen cobre (de 2,000 y 7,000 series).

Los baños para el cincado y deposición primaria más uti-  
lizados son: una solución concentrada de NaOH, 412.5 g/l ---  
487.5 g/l; ZnO, 75-97.5 g/l para el primero, y el baño prima--  
rio de cobre cianurado de Rochelle es: cianuro de cobre, --  
37.5-41.25 g/l; cianuro de sodio libre, 2.25-3.75 g/l; carbo-  
nato de sodio, 15-45 g/l; sal de la Rochela, 45-60 g/l.

El pH del baño primario puede elevarse debido a la solución -  
adherente que proviene del enjuague alcalino previo; debe man  
tenerse en el rango de 11.0 a 11.5. Es recomendada la forma--

ción de un depósito primario por varios minutos a 2.16 amperes por  $\text{dm}^2$ . (4)

### 3.9 ALEACIONES DE COBRE .

El cobre se prepara rápidamente para la electrodeposición, con el solo hecho de estar la superficie libre de suciedad, costras y manchas será activa y no se volverá rápidamente pasiva como la de los metales menos nobles.

Se recomienda que la limpieza sea electrofítica. El limpiado anódico produce manchas ligeras; mientras que en el catódico son mucho más ligeras; sin embargo, una combinación de ambos ( 1 a 2 minutos de catódico, seguido de 5 a 10 segundos de anódico), producirá una buena superficie para depositar. Al quitar la mancha ligera con una inmersión en cianuro o en ácido suave, se activa la superficie con la mínima remoción de metal.

Es recomendada una inmersión de cianuro, en 30-45 g/l de NaCN antes de una deposición alcalina o cianurada. En la deposición ácida, la inmersión es en ácido sulfúrico diluido, -- clorhídrico, nítrico de 30 a 45 g/l.

Después de la limpieza e inmersión, el paso de enjuague debe de ser doble, o con un flujo adecuado para evitar que se vuelva contaminante y favorezca la formación de manchas.

Se ha encontrado que un depósito primario de cobre es ideal para aleaciones de plomo o en piezas soldadas. Si la deposición se realizara en una solución ácida, al depósito primario le seguirá una inmersión en ácido.

Cuando la apariencia no requiere brillantez, es más práctico utilizar un decapado moderado en ácido nítrico-sulfúrico o en persulfato de amonio, para eliminar el paso de formación del depósito primario. (4)

### 3.10 OTROS METALES.

El magnesio es un metal activo similar al aluminio; de ahí que el método del cincato es el utilizado para la deposición, aunque con soluciones diferentes a aquellas utilizadas para el aluminio.

Aleaciones de níquel y cobalto resistentes al calor, se han depositado exitosamente por el método de activación-deposición de níquel, usado para electrodepositar aceros inoxidables.

El titanio, molibdeno, tungsteno y metales menos comunes, también han sido electrodepositados. Solo la experiencia puede proporcionar una guía del material de base que se necesita.

Cada aplicación es un poco distinta de lo que se ha hecho antes, lo suficiente para requerir experimentación. Aún sin información, siempre se puede encontrar un método. Esto puede justificarse de la observación básica que da la experiencia.

En la electrodeposición: "los electrodepósitos pueden adherirse a materiales de base metálicos". (4)