

3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

DECAPADO DEL ALUMINIO

AÑO (DESCENDENTE)
/ AUTOR
Reg. 4
DEL AÑO 1974

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. LUISA BEATRIZ ADAMS SALGADO



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.

CLAS. 1975
ADQ. TESIS
FECHA
PROC. 03



QUILMES

JURADO:

Presidente	Manuel Gavaldón Mont
Vocal	Alicia Benítez de Altamirano
Secretario	Guillermo Barraza Ortega
1er. Suplente	Emilio Barragán Hernández
2do. Suplente	Martha Rodríguez Pérez

Sitio de desarrollo del tema:

FACULTAD DE QUIMICA

Sustentante:

Ma. Luisa Beatriz Adams Salgado

Asesor del Tema:

Ing. Manuel Gavaldón Mont

A la memoria de
mi padre

Con cariño a mi madre
y hermanas

A mis maestros

Con agradecimiento al
Ing. Manuel Gavaldón Mont
por su valiosa ayuda

INTRODUCCION

El aluminio posee propiedades o características que lo hacen ser uno de los más versátiles y útiles materiales de construcción o ingeniería, además de ser utilizado para la fabricación de diversos artículos por su agradable experiencia; misma que podría perderse por la formación en la superficie de manchas, costras, rayaduras, picaduras, etc. (formadas como consecuencia del medio ambiente, almacenaje, manejo o procesos como moldeo, soldadura, etc.) Por ello es muy importante devolverle su buen aspecto, para lo cual existen varios métodos entre los que se encuentra el denominado Decapado Químico. Dicho proceso -- puede emplearse como paso intermedio a tratamientos posteriores como son el barnizado, anodizado, etc. o como un acabado final a la superficie y consiste en sumergir la muestra u objeto de aluminio en diferentes disoluciones que pueden ser ácidas o alcalinas, variando temperatura, tiempo de inmersión y concentración.

En el presente trabajo se hace un estudio general de los diferentes baños de inmersión más usuales para este proceso.

GENERALIDADES

El decapado, que es un proceso químico de limpieza de la superficie, se usa para eliminar la película de fundición y laminado de las piezas del aluminio.

Los objetos pequeños o grandes son sometidos a decapado con el fin de lograr una superficie homogénea, brillante y llamativa. El decapado es particularmente ventajoso cuando se trate de piezas con muchos ángulos así como también de paredes delgadas, que no permitirían la ejecución de los tratamientos mecánicos o que los harían excesivamente costosos.

Debido a que las películas que se separan son muy delgadas y el ataque se extiende a toda la superficie, no hay que esperar que el decapado elimine todas las lesiones superficiales (sobre todo las profundas), aunque sí, éstas quedan algo disimuladas por la tonalidad homogénea que adoptan las superficies así tratadas.

El decapado se puede usar como una operación previa para el cepillado, pulimentación, galvanizado, etc. así como también puede ser un proceso de acabado en sí.

En el método del decapado se utilizan ácidos, álcalis o disoluciones corrosivas y con ello se logra - eliminar las finas abolladuras microscópicas que tan to influyen sobre las propiedades mecánicas, principalmente sobre la resistencia a la fatiga.

En las piezas que deban poseer una gran exactitud de dimensiones, es necesario tener en cuenta la pérdida de material al someterlas al decapado.

El más simple esquema de las operaciones del decapado se explica en la Fig. I

En caso de que se requiera un tratamiento para impar tirle al aluminio un acabado decorativo podemos seguir los pasos de la Fig. II.

Como se observa en Figs. I y II, el primer paso a se guir para poder decapar una superficie de aluminio, es el desengrasado, ya que es necesario que ésta se encuentre perfectamente limpia y libre de toda grasa.

La importancia de un desengrasado es tal que en caso de que en la superficie del aluminio se encuentren contaminaciones o suciedad y no se someta a un desen grasado, puede ocurrir un decapado manchado o irregu lar que reduce notablemente la belleza del producto

terminado (cuando el decapado es un tratamiento de acabado). Esto es debido al hecho de que el ataque con álcalis o ácidos comienza inmediatamente sobre la zona pulida mientras que es más lento en las áreas contaminadas pues la solución decapante tiene que actuar primero sobre las impurezas, antes de llegar al metal lo que ocasiona un decapado excesivo y un fuerte ataque al aluminio produciendo más pérdida de peso hasta lograr un acabado uniforme.

Un efecto de análoga importancia es cuando el prepolido es insuficiente ya que cuando la muestra penetra en el decapante suelta residuos de aceite o grasa, lo que reduce paulatinamente el grado de ataque de la solución. Así que esto no solo disminuye la acción decapante, sino que produce un acabado menos uniforme y aumenta el consumo del producto.

Independientemente de cual sea el líquido que se utilice para el decapado, se puede hacer la limpieza del aluminio con disolventes orgánicos como petróleo, gasolina, benceno, tolueno, tricloroetileno, percloroetileno y cloruro de metileno o con agentes de limpieza alcalinos (productos comerciales).

Las disoluciones se aplican en las más diversas con-

Prepulido con
ataque ligero
o desengrasado

Lavado

Ataque

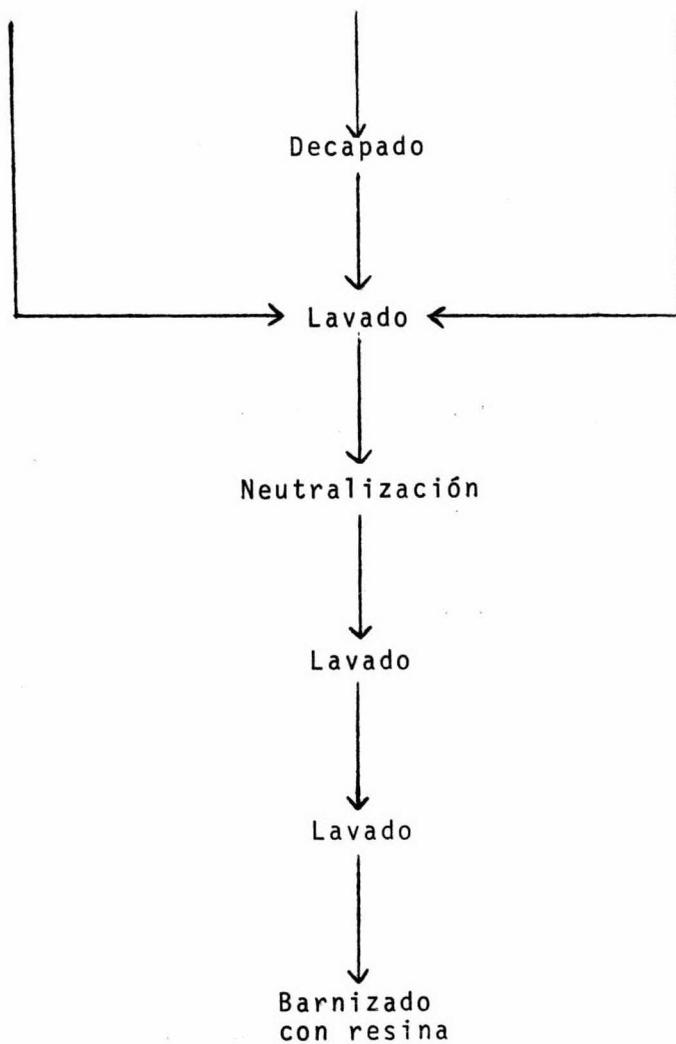


Fig. I

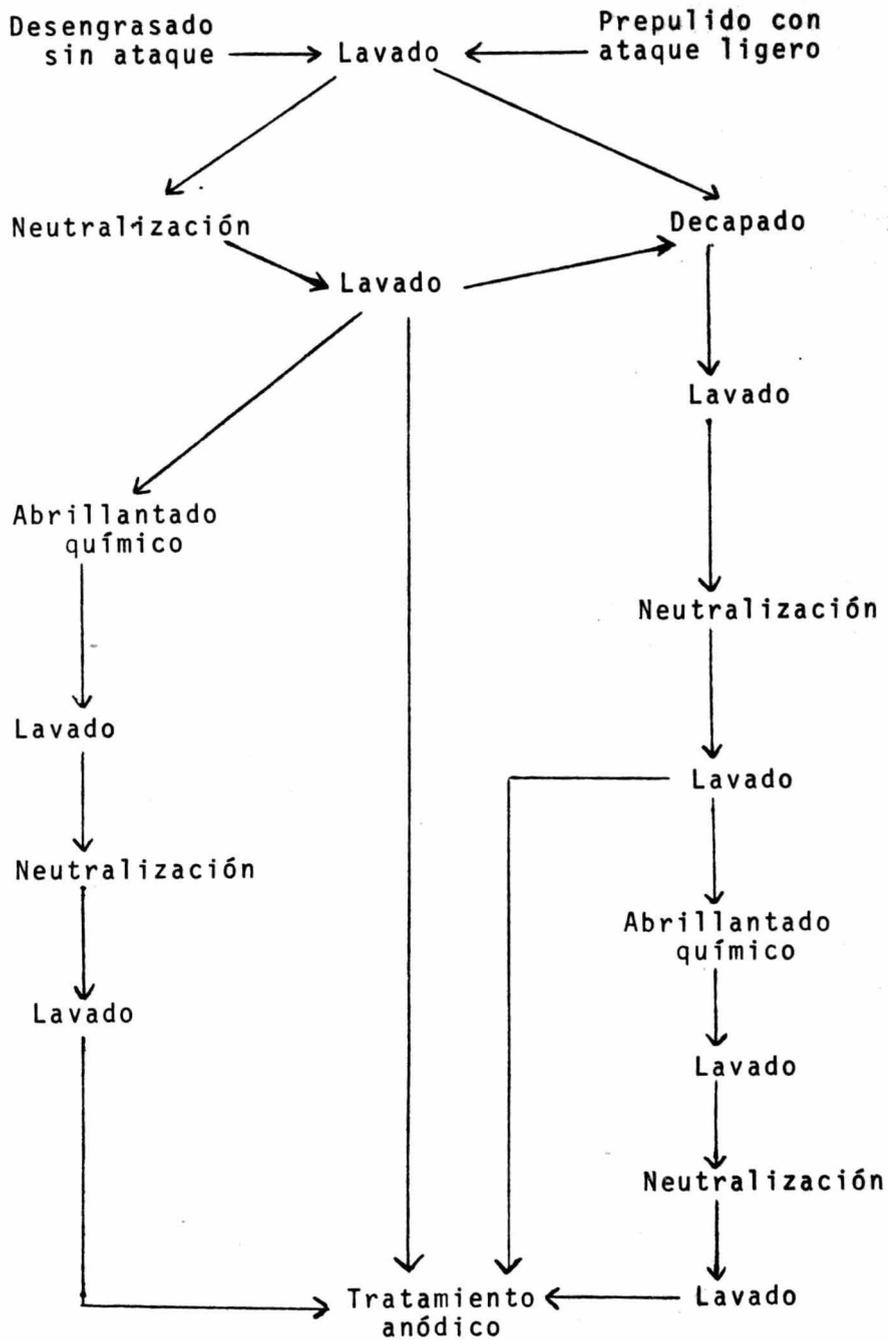


Fig. II

centraciones, calientes o frías según las indicaciones de los fabricantes.

Los disolventes orgánicos; petróleo y gasolina o mez
cla de los mismos (1:1), así como los menos usados -
benceno y tolueno se caracterizan por su gran acti
dad y por no ser perjudiciales para el metal. Sin em
bargo, se ha de tener en cuenta que al manejar es-
tos disolventes que son inflamables y muy volátiles,
la inhalación prolongada de sus vapores produce int
oxicaciones.

El tricloroetileno y el percloroetileno, poseen una
acción narcótica intensa y por ello son menos adecua
dos para la limpieza a mano. En determinados casos
habrá que adquirir instalaciones adecuadas para su -
uso.

En la industria hay muchos productos comerciales pa-
ra el desengrasado del aluminio.

LIMPIEZA O DESENGRASADO

La limpieza o desengrasado puede realizarse a mano o en forma mecánica para la cual hay una gran cantidad de aparatos de limpieza, movidos a mano o con motor y tiene aplicación en la fabricación en serie.

Cuando su construcción es adecuada evitan todo peligro de incendio y de intoxicación.

Las pérdidas de disolventes pueden reducirse a un mínimo mediante filtraciones y condensación de los componentes volátiles.

Cuando se trabaja con tricloroetileno y percloroetileno se observa que el poder disolvente frente a las grasas es aproximadamente igual para ambos.

Las instalaciones para estos dos solventes que son de gran rendimiento aún en unidades pequeñas, trabajan con disoluciones calientes. Los vapores que se producen se licúan mediante condensadores y las piezas que se sacan de las instalaciones se secan rápidamente.

Para la limpieza de las piezas que no estén demasiado sucias de aquellas que hayan sido sometidas a una

limpieza previa con disolventes orgánicos, puede -
usarse la siguiente disolución:

20 g. de carbonato de sodio y
5 g. de silicato de sodio
en 1 l. de agua.

o también:

70 partes de fosfato trisódico
20 partes de carbonato sódico
10 partes de metasilicato sódico

Se disuelven de 4 a 10 Kg. de esta mezcla de sales
en 100 l. de agua y se calienta la disolución a 60
- 90°C. Se introducen las piezas durante algunos -
minutos en esta disolución manteniendo la temperatur
a entre 80° y 90° y por último, se lavan perfecta-
mente con agua caliente, secándolas después.

Para el empleo de agentes de limpieza inorgánicos,
se dispone de instalaciones que van desde la simple
mesa de trabajo, a las calderas, los recipientes par
a limpieza superficial, hasta los depósitos de limp
ieza con movimientos ascendentes y descendentes.

LAVADO

Como segundo paso a seguir en el proceso del decapado, se encuentra el lavado, que al igual que todos los demás es de suma importancia, ya que en caso de no ser eficiente, habría en todo el proceso una serie de contaminaciones; ya que los objetos de aluminio al no estar bien lavados transportarían en cada ocasión impurezas del paso anterior, lo que origina un proceso de decapado que puede ser desde casi bueno hasta muy deficiente, dependiendo del grado de contaminación de los baños.

Las instalaciones para cada lavado estarán hechas de acuerdo a la fase del proceso y contarán con una línea de alimentación de agua, además de estar provistas de un desagüe lo que permite que el agua del tanque de lavado siempre esté renovándose.

DECAPADO

Mientras con la operación de desengrasado se separan simplemente de la superficie de la pieza las substancias heterogéneas, con el decapado se empieza a morder en la superficie; por lo tanto, la operación resulta más delicada y puede ser ejecutada de modos - muy diversos, según el efecto que se desea obtener. Podemos dividir los decapados en dos grupos:

Los decapados que disuelven los óxidos pero que no atacan prácticamente al metal y los que atacan - también al metal mismo.

Entre los decapados que disuelven el óxido, pero que no atacan prácticamente al aluminio son muy utilizados los que contienen silicatos y que se emplean frecuentemente para piezas ya pulidas, a fin de no alterar el brillo. Sin embargo, si las piezas deben sufrir a continuación la oxidación anódica, este decapado se usa con cautela, pues a menos que las operaciones de pulido mecánico se hayan realizado con mucho cuidado, sobre la superficie de la pieza, subsistirán zonas del metal sobrecalentado; y el decapado al silicato no eliminará la capa defectuosa y en

la oxidación anódica será preferible en general un decapado más agresivo, que ponga al descubierto el metal, liberándolo de las capas alteradas.

Cuando hay un decapado con ataque al metal, se debe tomar en cuenta a los otros metales que forman la aleación de aluminio, para saber en qué forma será el ataque de ésta y cual es el decapante más adecuado a nuestros propósitos.

INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS DE ADICION DEL ALUMINIO EN EL DECAPADO

La resistencia del aluminio al ataque químico, igual que al tratamiento térmico o mecánico es tanto mayor, cuanto mayor es el grado de pureza del aluminio, es decir, cuanto menor es su contenido en hierro y en silicio inevitables hasta ahora en el proceso metalúrgico normal y sobre todo cuanto menor es su contenido de cobre; pero hay que hacer constar que no todas las impurezas actúan en el mismo grado sobre el comportamiento químico en este metal. Así por ejemplo, el contenido en hierro disminuye su resistencia a la corrosión mucho más, por lo general, que un porcentaje igual de silicio.

La influencia de las impurezas sobre la resistencia del aluminio a los agentes químicos depende además, del elemento corrosivo en cuestión, de modo que los distintos elementos que puedan ir mezclados al aluminio no pueden ordenarse en cuanto al perjuicio que puedan producir en cuanto a facilitar más o menos la corrosión del aluminio. Así por ejemplo, la solubilidad del aluminio en el ácido clorhídrico, crece ex-

traordinariamente con el aumento en el contenido de hierro, mientras que frente al ácido nítrico concentrado la influencia de este elemento no es mayor que la de cualquier otra impureza normal en él.

Del mismo modo un pequeño contenido en cobre disminuye considerablemente la resistencia del aluminio frente al agua de mar, resistencia que apenas es influida por el contenido en hierro, mientras que frente al clorhídrico, la solubilidad de las aleaciones con cobre no es mayor que la del aluminio muy impurificado con hierro. Por el contrario, otros elementos como el magnesio y el zinc, aunque entren como constituyentes de la aleación no tienen influencia en la resistencia del aluminio frente a determinados agentes e incluso pueden mejorar esta resistencia. El ácido diluido por ejemplo, ataca poco al aluminio cuando contiene zinc y la sosa caústica ataca más al aluminio sin adiciones que a sus aleaciones con magnesio.

Las aleaciones de aluminio-magnesio presentan una buena resistencia frente al agua de mar.

Con muchas impurezas del aluminio ocurre además que su intervención en la resistencia química depende

Muchas

de si se encuentran como constituyentes heterogéneos o como cristales de mezcla homogéneos (en disolución sólida). Se trata pues, de aquellos elementos cuya solubilidad en el aluminio es muy limitada, es decir, de aquellos que solo se adicionan en pequeños porcentajes (máximo 1%), que solo se disuelven en el aluminio tras calentamiento a elevada temperatura (500 - 600°) y que por un enfriamiento muy lento o por un recalentamiento durante el proceso de elaboración - por debajo de la temperatura citada, vuelven a separarse del cristal de mezcla (de la disolución sólida) en forma heterogénea. Tales elementos son por ejemplo, el silicio y el manganeso.

El aluminio que contiene aproximadamente el 0.5% de silicio, no es disuelto por el ácido sulfúrico o nítrico diluidos más aprisa que el aluminio puro si ha sido calentado por arriba de los 500°, es decir, - cuando todo el silicio está en los cristales de mezcla, o sea en fase homogénea; por el contrario, la solubilidad de esta aleación aumenta considerablemente por un calentamiento por debajo de esta temperatura (a unos 300° por ejemplo) debido a que el silicio se ha separado de la disolución sólida.

Las impurezas de hierro se encuentran siempre en el aluminio en fase heterogénea, puesto que su solubilidad en este metal es prácticamente nula y no se forman cristales de mezcla; por el contrario, el cobre, el zinc y el magnesio se encuentran por lo general disueltos en fase homogénea, porque su solubilidad en el aluminio es considerable, aún a temperatura ordinaria. La influencia, pues de estos elementos en la resistencia química del aluminio, no depende del tratamiento térmico que ha experimentado el material.

Aparte de estas impurezas que pueden reconocerse fácilmente por el análisis, existen otras que de ordinario no se tienen en cuenta al analizar y que pueden también influir en la resistencia a la corrosión del aluminio. Estas impurezas son los óxidos, sulfuros, nitruros, fosfuros, carburos, carbono y sodio.

Debido a reiteradas refusiones más o menos inoportunas, puede suceder que estas impurezas vayan acumulándose en el aluminio y su resistencia química quede de este modo disminuída. La nocividad del sodio no obstante no está comprobada definitivamente, aunque cabe admitir que la gran acumulación local del

sodio en puntos aislados puede empeorar su resisten
cia, pero tal acumulación no se presenta en un tra-
bajo correcto, pues en el proceso de la fundición -
el sodio arde, y el óxido formado se elimina en la
escoria.

INFLUENCIA DE LA CONSTITUCION SUPERFICIAL

Es interesante también para el comportamiento químico de un objeto de aluminio, la constitución de la superficie. Puesto que la corrosión es un fenómeno que comienza en ésta, es obvio que solo las impurezas que se encuentran en la superficie tienen influencia en la corrosión. Si la repartición de las impurezas es tal que su concentración superficial es inferior a la concentración media, puede suceder que su comportamiento químico sea comparable al de un metal más puro, pero en la mayoría de los casos ocurre precisamente al revés; al solidificarse la barra fundida de aluminio y como consecuencia de la segregación invertida del lingote, la exudación de la eutéctica origina una mayor concentración de impurezas en la superficie, presenta una resistencia a la corrosión menor de lo que cabía esperar por su grado de pureza. Para evitar esta menor pureza de la superficie es por lo que se tornean o se fresan antes de laminar.

En el caso de aluminio puro, el peligro de una mayor concentración de impurezas en la superficie es espe-

cialmente grande y la gran resistencia a la corrosión de este material puede quedar muy disminuída - por tal causa. Así, se ha podido comprobar que un aluminio puro de alto grado de pureza (al 99.99%) que se ha laminado inmediatamente después de un al mi ni o t é c n i c o (al 99.2% - 99.4%) y con los mismos ro d i l l o s, no presenta una resistencia a la corrosión esencialmente distinta de éste último.

También los distintos métodos de variar el estado de la superficie como el esmerilado, pulido o cepillado y decapado, pueden ocasionar resistencias a la corrosión completamente diferentes en metales de la misma composición.

Por lo general, si la superficie se hace más áspera, disminuye la resistencia a la corrosión, mientras - que si se hace lisa, aumenta esta resistencia.

Ahora bien, como el aluminio está cubierto por una delgada capa de alúmina que aún cuando el espesor - sea muy pequeño interviene sobre el potencial de d i s o l u c i ó n del aluminio en las soluciones acuosas.

En efecto, el potencial aparente (del metal con su película de óxido) es mucho más noble, siendo la d i f e r e n c i a del orden de 1000mv. De ello resulta, que

Las zonas sobre las que no se forma la película de óxido (ó se vuelve a disolver) son fuertemente anódicas con relación al resto de la superficie cubierta con la película.

DECAPADO CON ACIDOS Y ALCALIS

Uno de los decapados más usados es el que se realiza mediante disoluciones de hidróxido sódico ya que como esta solución no ataca al hierro, que es el material con el cual están contruídos los aparatos del proceso (recipientes, calefactores de inmersión, etc.) no es necesario tomar ninguna prevención especial y por lo tanto, es fácil de realizar en todas las fábricas.

Se emplea una disolución de hidróxido sódico del 10 al 20%; cuanto más intenso es el ataque, tanto más homogéneo es su progreso. Las acciones lentas que aparecen como consecuencia de trabajar a temperaturas demasiado bajas o de emplear lejías demasiado agotadas, suelen conducir a ataques desiguales que progresan más en ciertos puntos, lo que puede condu

cir a dañar peligrosamente el material tratado.

La mejor forma de trabajar consiste en sacar el objeto del baño después de un tratamiento de 1/2 a 1 minuto, se cepilla bajo un chorro de agua con un cepillo de raices y vuelve a ser tratado durante 1/2 o 1 minuto en el baño de decapado.

Inmediatamente después de este tratamiento se lava a fondo mediante agua corriente fría. Aún cuando se trate de piezas sencillas lisas, este lavado es suficiente.

En ciertas circunstancias, es conveniente para tener la seguridad de que se han eliminado totalmente los restos de lejía que pudieran quedar accidentalmente y que conducirían a peligrosos procesos de corrosión, una inmersión final en ácido nítrico diluido (1/3 de ácido nítrico y 2/3 de agua), tratamiento que es absolutamente necesario en el caso de que se trate de piezas complicadas con ángulos y juntas difícilmente accesibles.

Este mismo tratamiento ha de aplicarse para las aleaciones que contengan cobre, que se recubren de un velo negrozco durante el tratamiento con hidróxido sódico.

dico que desaparece inmediatamente mediante una breve inmersión en ácido nítrico.

Después del tratamiento con ácido es necesario lavar de nuevo a fondo con agua y en ocasiones con agua caliente, e inmediatamente se seca. Si el secado se hace con demasiada lentitud, es fácil que se formen manchas.

El hidróxido de sodio es adecuado para todas las piezas con excepción de las aleaciones AlSi y AlSiMg, que durante el decapado toman un tono gris, que no desaparece ni aún mediante un tratamiento posterior con ácido nítrico.

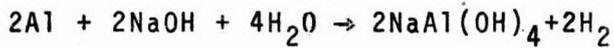
El decapado con disoluciones de mezclas de ácidos, actúa de forma más favorable, pero para el aluminio de pureza máxima, es más ventajoso un decapado enérgico mediante hidróxido sódico, pues mediante él, se logra la eliminación de pequeñas inclusiones que hayan quedado enterradas por el laminado y se alisan las fisuras finas que favorecen la corrosión.

El ataque químico del álcali provoca una alteración en el aspecto físico de la superficie del metal.

El acabado es un satinado opaco o mate con tendencia al blanco, mientras el grado de especularidad

depende del grado de ataque y de característica operativa.

La reacción que se efectúa entre el álcali y el aluminio es la siguiente:



DECAPADO CON MEZCLAS DE ACIDOS

Un tratamiento más protector que es más favorable - desde el punto de vista de la técnica de la corrosión que el realizado con hidróxido sódico es el realizado con la siguiente mezcla de ácidos:

ácido nítrico cuatro partes y una parte de ácido - fluorhídrico, o bien, cuando se traten de piezas - huecas grandes, una dilución menos peligrosa para - que trabajen los operarios es la proporción de un - litro de ácido nítrico por 10 ml. de ácido fluorhídrico a temperatura ambiente por un minuto.

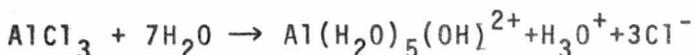
En todos los casos es necesario lavar bien con agua corriente.

En general, la mayoría de los ácidos, atacan la alúmina producida por acción del agua sobre el metal, lo que dificulta la autoprotección. Sin embargo, - la acción del ácido nítrico es moderada siempre que su concentración y la pureza del metal sean elevados.

Los ácidos sulfúrico, fosfórico, etc. atacan moderadamente al metal a temperatura ordinaria y de forma importante de 80 a 120°C pudiendo producir abri-

llantamiento de la superficie.

El ácido clorhídrico ataca al metal formando cloruro de aluminio que es hidrolizable según la reacción.



siendo una reacción reversible.

En las soluciones de cloruros, las zonas anódicas concentran los iones Cl, que se descargan dando HCl, que ataca el metal, por consiguiente, los ánodos se mantienen mientras actúan los pares galvánicos y el metal se disuelve progresivamente en dichos ánodos formando picaduras.

Esta es la corrosión de tipo "electroquímico" que solo se puede combatir impidiendo la formación inicial de las zonas anódicas.

El ácido clorhídrico es un agente de decapado muy bueno, pero se usa menos que el sulfúrico, porque es más caro y porque sus humos constituyen un problema tanto para el operario, como para las instalaciones.

Por su rápida acción en frío, el clorhídrico también

es muy utilizado cuando se hacen pequeñas inmersiones en el ácido un poco antes del galvanizado.

El ácido fosfórico es también un excelente agente de decapado estando su precio intermedio entre el sulfúrico y el clorhídrico; aunque su velocidad de decapado es inferior a la de las disoluciones sulfúrica y clorhídrica.

INHIBIDORES

En el decajado del aluminio o una aleación cuya base sea aluminio fundido existe la posibilidad de - aminorar o anular la acción corrosiva de ciertos - agentes mediante la adición de las llamadas substancias protectoras (retardadores del ataque o inhibidores).

La acción de esos inhibidores puede ser debida a varias causas y depende de la clase de substancia aplicada. Estas pueden obrar a base de formar una capa protectora y también estabilizando al metal expuesto a corrosión o al medio corrosivo con los productos de descomposición.

Cuando los productos de corrosión del metal son poco solubles, el ataque de un electrolito puede inhibirse. Los inhibidores, por lo tanto, funcionan dando lugar a productos de reacción insolubles, o bien son - absorbidos fuertemente por la superficie metálica.

Pueden ser anódicos o catódicos según su función específica.

Los inhibidores empleados con el aluminio normalmente son anódicos, empleándose tanto compuestos solu-

bles como insolubles.

Un caso muy conocido es el de la acción estabilizadora del vidrio soluble o silicato sódico sobre la acción corrosiva de las disoluciones alcalinas.

La acción de los carbonatos alcalinos, puede ser - muy retardada e incluso anulada por adición de algunas décimas por ciento de vidrio soluble.

También el ataque por álcalis caústicos puede ser - considerablemente aminorado añadiendo porcentajes - mayores. De modo análogo actúan otros coloides como las gelatinas vegetales y animales, goma arábiga o agar-agar.

El ataque por el ácido sulfúrico de diferentes concentraciones puede retardarse con cromato sódico; y el ataque del ácido clorhídrico diluído con pequeñas adiciones de ciertos productos de condensación del formaldehído.

El cromato sódico, como sal oxidante, se muestra especialmente eficaz como inhibidor, aún en soluciones muy diluídas (0.2%).

La acción estabilizante antes mencionada se presenta especialmente en los hidrocarburos clorados como

el tetracloruro de carbono o el tricloroetileno; la tendencia de estos compuestos a liberar ácido clorhídrico en presencia del agua puede evitarse por adición de bases orgánicas como la trietanolamina, anilina, etc.

En la industria, la amplitud y clase de una instalación de decapado debe orientarse de acuerdo con las piezas a decapar, el paso diario de éstas, el tiempo de decapado que se desee, las posibilidades de calentar el baño y las proporciones del local.

Los recipientes para decapado se construyen de madera, acero o cemento, con revestimientos de ladrillos antiácidos.

Los recipientes de madera se revisten en general con resinas sintéticas. El fondo de los depósitos está formado por ladrillos o losas antiácidas.

Los recipientes de acero revestidos con goma se utilizan para la mayoría de los decapados con ácidos inorgánicos, exceptuando aquellos en los que utilizan temperaturas superiores a los 65°C.

El material de revestimiento que más se usa es el neopreno y el cloruro y acetato de polivinilo.

MEDIDAS DE SEGURIDAD

En todas las instalaciones de decapado deben observarse las prescripciones de seguridad e higiene del trabajador así como aislamiento del lugar donde se realiza el decapado el cual debe tener un extractor de vapores además de suficiente ventilación.

Los empleados deberán trabajar con guantes, lentes de protección y traje adecuado.

PARTE EXPERIMENTAL

En la parte experimental se realizaron pruebas para observar lo siguiente:

1. Comportamiento de las diferentes aleaciones del aluminio ante un mismo decapante.
2. Grado de ataque de un decapante a diferentes concentraciones.
3. Influencia del tiempo de decapado.

La primera prueba que se realizó fue la de observar el grado de ataque que tiene un mismo decapante para las diferentes aleaciones del aluminio para la cual se utilizaron muestras comerciales con especificaciones 3003, 5005 y 99.8%, las cuales tienen las siguientes características.

Aluminio 3003. El manganeso es el elemento de adición en esta aleación. Este material no templable

es de gran inercia química; unida resistencia superior a la que ofrece el aluminio técnico, se utiliza para envases y aparatos de la industria química y de la alimentación, para utensilios de cocina de gran capacidad, etc.

Además es el material preferido en las construcciones para techados, desagües, tuberías sanitarias, etc.

Tratamientos superficiales: En el decapado, esmerinado, cepillado, pulido, oxidación química, no ofrecen dificultades de ninguna clase.

No se puede obtener brillo con procedimientos electrolíticos.

Aluminio 5005. En esta aleación, el magnesio entra en composición como endurecedor, es una aleación exenta de cobre, muy resistente a la corrosión y al agua de mar, cuya resistencia aumenta con el contenido de magnesio y el grado de endurecimiento en frío.

Campos de Aplicación. En todos los casos en los que se precisa una gran resistencia especialmente contra el agua de mar, así como soluciones alcalinas ligeras como por ejemplo para construcciones de barcos o equipos navales, para toda clase de construcciones de vehículos e instalaciones para el transporte, aparatos, envases de alimentos, preparación y conserva de pescado, etc. Puesto que se presta a admitir el pulido y conserva bien el brillo, es adecuado para aplicaciones en arquitectura interior.

Tratamientos superficiales. El decapado, esmerilado, cepillado y pulido pueden efectuarse con facilidad.

Aluminio 99.8%. Pertenece a la serie de aluminios de alta pureza, los cuales tienen muchas aplicaciones especialmente en los campos químico y eléctrico. Está caracterizado por su alta resistencia a la corrosión, alta conductividad térmica y eléctrica y excelente maleabilidad. El fierro y el silicio son sus mayores impurezas, aunque en cantidad son mínimas.

El decapante que se empleó para las diferentes aleaciones de aluminio fue un baño con la siguiente fórmula:

13 g./l. de ácido fluorhídrico
100 g./l. de ácido fosfórico
en 1 l. de agua

Este decapante se utilizó a temperatura ambiente y con un tiempo de inmersión de las muestras de 5 minutos y otras de 10 minutos.

Los resultados obtenidos tomando en cuenta el promedio de pesos de una serie de cinco muestras antes y después del decapado para saber el grado de ataque por pérdida de peso fueron:

TABLA I

Aleación	Muestras	Tiempo de I.	Peso Inicial Promedio (g.)	Peso Final Prom. (g.)	Pérdida de Peso (g.)
3003	5	5 min.	19.9702	19.9497	0.0205
	5	10 min.	20.0855	20.04825	0.043
5005	5	5 min.	14.0350	14.01675	0.0182
	5	10 min.	14.2475	14.212	0.0355
99.8	5	5 min.	9.1320	9.1225	0.0095
	5	10 min.	9.1825	9.165	0.0195

Como se puede observar el grado de ataque de un decapante depende de la pureza del aluminio pues en las tres aleaciones diferentes la que sufrió un menor ataque y por consiguiente menor pérdida de peso fué el aluminio 99.8% que es el más puro de los tres y con lo que respecta a las otras dos aleaciones, se observa que la que tiene más impurezas es la que sufrió un mayor ataque.

Por lo que respecta a su aspecto físico en la aleación 3003 antes de iniciarse el decapado su aspecto era opaco.

En la aleación 5005 también el aspecto de la muestra después del decapado fué opaco aunque no fué tan grande el cambio como en la 3003.

En la aleación de 99.8% se observa que en un decapado de cinco minutos el ataque es muy ligero (por su aspecto y por pérdida de peso) y en la muestra de 10 minutos se observó que el ataque es muy homogéneo.

Otra de las pruebas que se hicieron fué la de observar el grado de ataque por pérdida de peso de un solo decapante a diferentes concentraciones para una aleación que en este caso fué aluminio 5005.

El decapante fué ácido nítrico a diferentes concentraciones para determinar si afecta o no la concentración en el grado de ataque.

El tiempo de inmersión fué de 5 minutos para todas las pruebas.

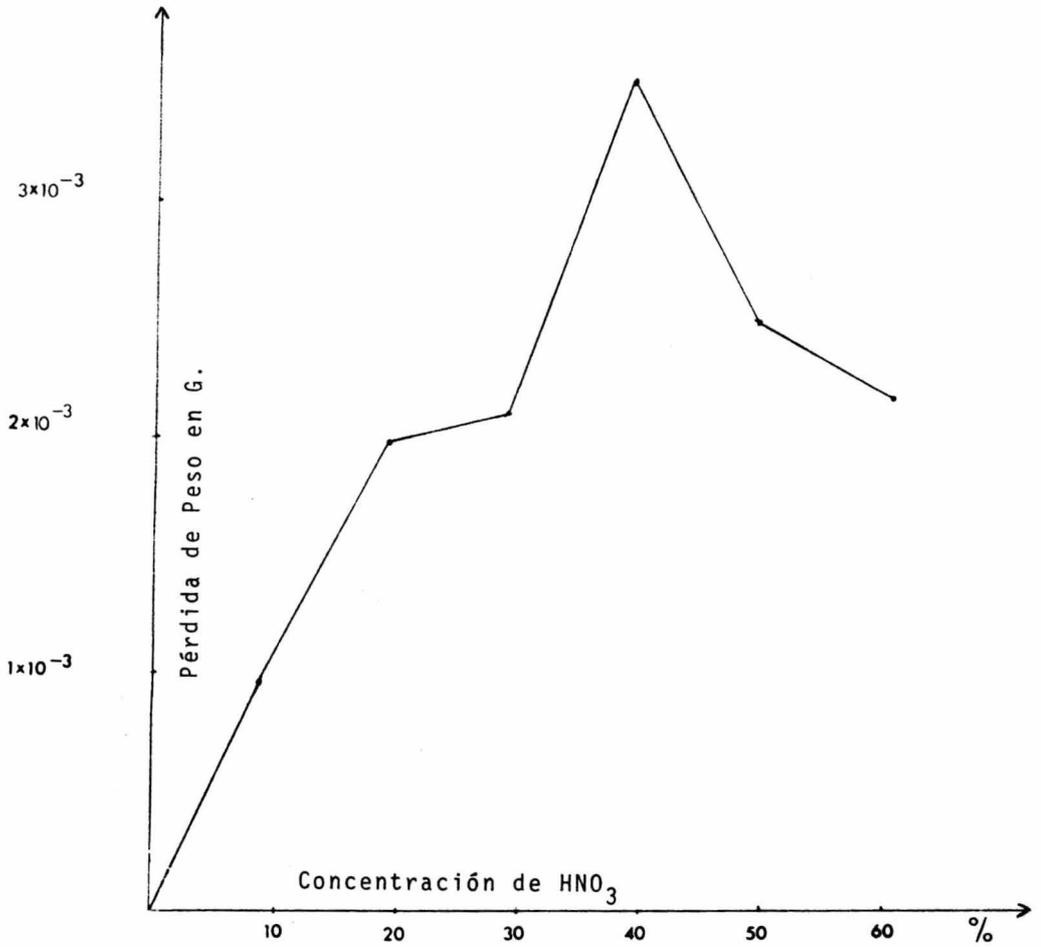
Se observa que la pérdida de peso de las muestras es muy pequeña debido a que el aluminio es pasivo ante el ácido nítrico y el ataque elimina las capas débiles de la superficie debido a los componentes de la aleación.

Se puede concluir que la concentración no es proporcional al grado de ataque pues aquí se observa que el mayor ataque resulta cuando el ácido nítrico está a una concentración del 40% como se puede ver en la gráfica I.

TABLA 2

Conc. de Muestras HNO ₃ % en peso		Peso Promedio antes decapado (en g.)	Peso Promedio después deca- pado (en g.)	Pérdida de Peso (en g.)
10	3	13.653	13.651	.001
20	3	12.750	12.748	.002
30	3	13.2045	13.2024	.0021
40	3	13.5485	13.545	.0035
50	3	13.6705	13.668	.0025
60	3	14.4542	14.4520	.0022

GRAFICA I



Un tercer experimento consistió en variar el tiempo de decapado para un decapante que en este caso fué solución de sosa cáustica a una concentración de - 15% y temperatura ambiente.

La aleación fué aluminio 3003.

El grado de ataque por pérdida de peso se observa - en la tabla No. 3

TABLA No. 3

Tiempo	No. de Muestras	Peso Prom. antes de Dec. en g.	Peso Prom. final en g.	Promedio pérdida de peso en g.
1/2 min.	3	19.548	19.537	0.011
1 min.	3	19.613	19.590	0.023
2 min.	3	19.343	19.297	0.046
3 min.	3	19.038	18.959	0.070
4 min.	3	19.264	19.168	0.096
5 min.	3	19.123	19.982	0.121

Se observó que el tiempo de decapado si es proporcional a la pérdida de peso pues en cada aumento de tiempo hubo un aumento en la pérdida de peso.

En cuanto al aspecto físico del aluminio 3003 inicialmente tenía un aspecto muy brillante y después del decapado su acabado fué opaco.

Hay una gran cantidad de soluciones al tipo de acabado que se desee; así se tiene, que para cuando se necesita darle al aluminio una capa de pintura, se realiza un decapado al cromo.

Para esto, se utilizan soluciones que contienen ácido crómico y sulfúrico o fosfórico en diversas proporciones y se obtiene una superficie limpia, ligeramente atacada, que la hace apta para una aplicación de pintura.

La operación de decapado al ácido crómico se utiliza frecuentemente para eliminar las películas que ha producido el tratamiento térmico y para preparar las aleaciones de aluminio para el anodizado u otros tratamientos químicos. Ayuda a eliminar las irregularidades de la superficie producidas por las apariciones del óxido, o las partículas incrustadas durante el pulimento y no elimina tanto metal como la sosa

caústica, dejando la superficie limpia y semibrillante.

Hay otras soluciones decapantes que se emplean cuando el aluminio ya está pulido, por lo que se necesita que su ataque sea muy ligero y generalmente tienen una composición a base de sales de sodio como - silicatos, fosfatos, bisulfitos, etc.

APLICACIONES DEL DECAPADO

En las superficies de aluminio, pueden ser realizadas letras, escalas graduadas, dibujos, etc. utilizando el decapado como base de la técnica. Los dibujos así obtenidos pueden pintarse con lacas de colores o esmaltes, o pueden ser electroplateados o coloreados anódicamente.

La primera operación en el decapado químico para la formación de dibujos, consiste en la limpieza a fondo de la superficie, con objeto de garantizar la adhesión del protector y la uniformidad del ataque. Para ello, se desengrasan las piezas a tratar y se someten a una limpieza alcalina en caliente; después de ésta, se recubren las partes necesarias de la pieza con bandas o cintas protectoras y se somete al calor con objeto de mejorar sus cualidades protectoras.

Una vez aplicado el protector, se dibuja la figura sobre la superficie del metal utilizando tinta especial y cuando aún está fresco se espolvorea la superficie con asfalto finamente dividido, cera de abejas y resina y el polvo que no ha quedado adherido se elimina por medio de una corriente de aire a presión.

Se funde el asfalto calentando la pieza a una tempe
ratura aproximada de 200°C y se procede luego al -
ataque químico.

La pieza se introduce en una solución decapante de
ácido clorhídrico. En este baño, pueden producirse
rayas si la superficie no se encuentra uniformemen-
te limpia. Aunque esto puede evitarse por un decapado
previo con ácidos nítrico y fluorhídrico. Una -
grabación relativamente suave se obtiene con solu-
ciones de ácido clorhídrico saturado con cloruro de
sodio. Este proceso puede acelerarse por la adición
de una pequeña cantidad de cloruro de níquel o de
cobalto.

Si se desea una superficie fuertemente atacada, se
debe retirar periódicamente la pieza del baño y cu-
brir los bordes del dibujo con un protector resistente
que impida el levantamiento del metal.

Otro método de obtener grabados es decapando el me-
tal por una solución diluída de sosa cáustica o una
solución inhibidora alcalina. Antes del ataque de-
ben eliminarse las contaminaciones de las piezas por
un desengrase al vapor o por una emulsión de limpieza
y posteriormente se sumerge la pieza en una solu-

ción de sosa caústica de 7 a 15 gramos por litro, - el tiempo suficiente para que se obtenga el aspecto que se desee, y luego se lava rápidamente para evitar que se coloree. Después del lavado, pasa la pieza a un baño neutralizante que puede ser de ácido nítrico, o en caso de que las aleaciones presenten un alto contenido en sílice, a una mezcla de ácidos nítrico y - clorhídrico.

Puede obtenerse un abrillantado y ataque más uniforme si se añade fluoruro sódico a la solución de ataque de sosa caústica.

Como en el primer procedimiento, se lava la pieza, - se somete a un baño en ácido nítrico, se lava y se - seca.

Aunque el ataque con sosa caústica tiene la ventaja de resultar sencillo y económico, presenta algunas - veces la dificultad de su control, y por eso se sus- tituyen con frecuencia por los tratamientos ácidos y las soluciones alcalinas ligeramente inhibidas o no inhibidas se utilizan principalmente para la eliminación de las capas orgánicas y de óxido.

Otra aplicación de la técnica del decapado alcalino ha surgido en el llamado contorneado químico, que -

consiste en limpiar las placas o chapas de aluminio, quitarles el óxido y aplicarles un protector (neopreno, vinilo, cintas de plomo, poliesteres, etc.). En el lugar adecuado se coloca una plantilla con el dibujo que haya de grabarse y se va dibujando a través del protector el dibujo en cuestión, con lo que van quedando al descubierto las zonas que deben sufrir el ataque.

El agente que se utiliza contiene de 90 a 180 gramos por litro de hidróxido sódico y se trabaja a unas temperaturas entre 70 y 85°C. La proporción del metal eliminado viene ajustada a un desgaste de aproximadamente 1 mm. por hora, controlando muy rigurosamente la temperatura. Para mejorar el acabado de la superficie, pueden también agregarse agentes humectantes o sales inorgánicas.

Finalmente, la placa se lava, se somete a un baño de ácido nítrico diluido, el cual ayuda a neutralizar las materias alcalinas residuales, se vuelve a lavar y se seca.

CONCLUSIONES

Como se puede observar, el decapado es indispensable realizarlo como método previo a cualquier tratamiento de acabado ya que de no efectuarlo los resultados obtenidos no serían satisfactorios.

De las experiencias realizadas en el laboratorio se puede concluir en primer lugar que el grado de ataque en el decapado químico depende del tiempo, de la temperatura, del tipo de producto usado como decapante así como su concentración, además un mismo decapante da resultados diferentes sobre las diversas aleaciones de aluminio no solo en su aspecto físico, sino también por la proporción del ataque.

Otra consideración que se deberá tener en cuenta cuando se desee someter a decapado a alguna pieza de aluminio será el fin al cual está destinado dicho objeto, para seleccionar el método más adecuado.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aluminum Standards and Data. The Aluminum Association, New York, 12-13 (1971).
- 2.- Aluminum Zentrale. Manual de Aluminio. Ed. Reverté. Barcelona, 458-460 (1959).
- 3.- Bellinger, K.: Pickling Aluminum Castings. Conversion Chemical Corp., (1965).
- 4.- Brimelow E. I.: Aluminio en la Construcción. Ed. Urmo, Madrid, 383 (1971).
- 5.- Chaussain, M.: Numerical Results Obtained with Chemical Methods of Pickling Light and Ultra Light Metals After Corrosion. Metal 51:201, (1954).
- 6.- Finishes for Aluminum. Process Manual, Vol. II Reynolds Metals Co. 31-35 (1963).
- 7.- Frasch, J.: Pickling Process of Preparation of the Surfaces and Protection of Aluminum. Aluminum 25:89 (1948).
- 8.- Galvanotecnia Moderna. Machu, W. Ed. Aguilar Madrid (1959)
- 9.- Herengel, J. Metalurgia Especial. Ed. Urmo, Madrid, 360 (1969).
- 10.- Kissin, G.H.: Finishing of Aluminum. Reinhold, New York, (1963)
- 11.- Lanker, M.: Metallurgy of Aluminum Alloys. Chapman and Hall. London, (1967).
- 12.- Pauseri, C.: Manual de Tecnología de las Aleaciones Ligeras para la Elaboración Plástica. Hoepli Ed. Científico-Médica. Barcelona (1968)
- 13.- Pearson, T. and H. Phillips.: Corrosion of Pure Aluminum. Metallurgical Reviews, Institute of Metals, London. Vol. 2-305 (1957).

- 14.- Pettit, R.: Alcune Considerazione sul Decapaggio dell' Aluminio. Alluminio, 30 (11) 545-7 (1961).
- 15.- Pickling Aluminum and Its Alloys. Pyrene Co. Ltd., London, (1962).
- 16.- Process Up Pickling Aluminum or Aluminum Alloys, Henkel and Cie., Germany, (1964).
- 17.- Rozov, M. and T. Trainina.: Pickling Aluminum Articles in Alkali Solutions and Plant Control of the Process. Zhur. Priklad Khim, 29:899, (1956).
- 18.- Svadlenak, R.: Metal Surface Treatment. E. I. Du Pont de Nemours & Co., Wilmington, (1963)
- 19.- Técnicas y Operaciones Industriales. Industria Mexicana, 14, No. 4, (1973).
- 20.- Tödt, F.: Corrosión y Protección. Ed. Aguilar, (1959)
- 21.- Wernick S. and R. Pinner: The Surface Treatment and Finishing of Aluminum and Its Alloys. Robert Draper Ltd. Teddington, England, 177-184 (1967)
- 22.- Yarham E.R.: Aluminum Its Surface Preparation and Finishing. Products Finishing, 24, 36-40. (1956.)