



Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica

Expresión Gráfica en la Ingeniería

INGENIERÍA GRÁFICA

3.2. ACABADOS SUPERFICIALES

3.2.1 Rugosidad superficial

3.2.2 Recubrimientos



POLITÉCNICA

Ingeniamos el futuro

Javier Pérez Álvarez
José Luis Pérez Benedito
Santiago Poveda Martínez



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

- **OBJETIVOS FUNCIONALES**
 - **PROTECTORES**
 - resistencia oxidación
 - resistencia corrosión
 - resistencia absorción
 - **DECORATIVOS**
 - mejora de aspecto
 - **TECNOLÓGICOS**



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

- **OBJETIVOS FUNCIONALES**
 - **TECNOLÓGICOS**
 - **disminución aumento rozamiento**
 - **resistencia al desgaste**
 - **resistencia a la fatiga**
 - **reflectividad**
 - **prevención del gripado**
 - **mejorar soldabilidad**
 - **conductividad o aislamiento eléctrica**



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

OBTENCION DE SUPERFICIES

- PRODUCCION
- LIMPIEZA Y PREPARACION
- RECUBRIMIENTOS



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

PRODUCCION

- * moldeo
- * forja
- * estampación
- * laminación
- * extruido
- * arranque viruta
- * sin arranque de viruta
- * abrasivos
- * bruñido
- * chorro de arena
- * barrilado
- * chorro de perdigones
- * procedimientos manuales



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

LIMPIEZA

FIJACION DE CONTAMINANTES

- oxidaciones y corrosiones
- capas de protección
- carbonillas y depósitos carbonosos
- aceites y grasas

LIMPIEZA DE CONTAMINANTES

- sentido inverso



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

LIMPIEZA - DESENGRASE

- fase vapor
- disolventes líquidos
 - clorados
 - petrolíferos
- Disolventes emulsionables
- detergentes
- productos alcalinos



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

LIMPIEZA - DESENGRASE

- **Productos clorados:**

- tricloroetileno
- tricloroetano
- percloroetileno

limitaciones de uso:

- aceros alta resistencia
- titanio
- plásticos
- caucho

- **Productos petrolíferos**

todo tipo de metales

limitaciones de uso:

- caucho
- plásticos
- inflamables
- reciclables con dificultad



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

LIMPIEZA - DESENGRASE

- **Disolventes emulsionables**
 - muy eficaces para todas las aleaciones metálicas
 - no para cauchos y plásticos
 - disuelven la grasa y la mezclan con el agua
 - muy utilizados en industria aeronáutica
- **Producto:**
 - definido en especificación americana PD680
- **Detergentes**
 - utilizan como disolvente el agua en espuma se facilita la acción
- limitaciones de uso:**
 - titanio
 - magnesio



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

LIMPIEZA - DESENGRASE

- **Productos alcalinos**
 - muy utilizados también como desoxidantes y decapadores de pintura
- **Limitaciones**
 - no para aluminio, zinc, bronce, cobre, magnesio, estaño, plomo. Titanio con precaución



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

LIMPIEZA - DESENGRASE

- **Procedimientos de aplicación (según amplitud de la superficie)**
 - vapor
 - inmersión
 - proyección
 - brocha
 - máquina de lavar
 - espuma
 - frotado con trapos
- **Lavado con agua posterior al proceso**



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

LIMPIEZA - DESCARBONILLADO

- **Carbonilla (aceite o grasa polimerizada)**
 - se elimina por inmersión en productos adecuados y posterior lavado y secado



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

METODOS DE ELIMINACION DE PINTURA

- **Mecánicos**
 - chorro de arena
 - abrasivos, semillas y plásticos
 - chorro hielo seco
 - chorro agua alta presión
 - chorro vapor
 - nitrógeno líquido
 - lijado y raspado
 - quemado
- **Químicos**
 - decapantes en caliente
 - decapantes en frio



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

LIMPIEZA - PRODUCTOS DE CORROSION

- **Sales (sulfatos, carbonatos...)**
 - se presentan en metales ligeros, son de fácil eliminación
- **Oxidos atmosféricos y térmicos**
 - se presentan en aleaciones férricas y titanio, son de difícil eliminación

PROCEDIMIENTOS DE ELIMINACION

- transformar los óxidos en hidróxidos o sales que se desprendan de las superficies con productos alcalinos
- transformar las sales en otras solubles con ácido fosfórico para aluminio y productos alcalinos para magnesio



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

SELECCIÓN PROCESO DE LIMPIEZA

La selección del proceso depende de:

- naturaleza del contaminante
- condición de uso de la pieza
- grado de limpieza requerido
- tipo de producción
- medios disponibles
- impacto ambiental
- costo
- amplitud de la superficie a limpiar
- efectos de las operaciones anteriores
- requerimientos de inhibición de óxido
- manipulación de piezas y productos
- requerimientos de operaciones posteriores



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

RECUBRIMIENTOS

INORGANICOS:

- **inmersión y reacción química (conversión)**

Fosfatado, Pavonado, Anodizado, Cromatizado, Película química (Alodine), Dow

- **Electrolítico:**

Cobreado, Cromado duro y decorativo, Niquelado, Cadmiado, Zincado, Estañado, Plomeado, Plateado, Dorado

- **Procesos de deposición no electrolíticos**

Inmersión en metal fundido: Zinc, Estaño, Plomo, Aluminio

Metalizado por proyección: Flame spray, Plasma spray

Electroless níquel, Electroless cobre, Electroless oro

Plaqueado

Procesos de deposición por vapores metálicos



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

RECUBRIMIENTOS

ORGANICOS:

- **Pinturas:**
 - **funciones**
 - protección (efecto barrera, autoprotección)
 - decoración
 - **composición pinturas**
 - pigmentos
 - cargas
 - ligantes
 - disolventes
 - secantes y aditivos
- **Plastificados**
 - *Rilsan y otros*



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

RECUBRIMIENTOS

Tipos de pinturas:

- **esmaltes**
 - al aceite, alquídicas o sintéticas
 - cadenas moleculares cortas
 - superficies suaves
 - alto brillo (ocasionalmente mates)
 - secan al aire o en horno al contacto con el oxígeno

- **lacas**
 - termoplásticos (nitrocelulosa y derivados, resinas vinílicas y acrílicas)
 - cadenas moleculares largas
 - secan al evaporarse el disolvente
 - pueden aplicarse sobre capas viejas

- **pinturas al agua**



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

RECUBRIMIENTOS

Procesos de aplicación de pinturas:

- Pulverizado: aerográfico, airless, airmix, electroestatico
- Inmersión
- Rodillos automáticos
- Cortina de pintura
- Pintado en tambor
- Electropintado (electroforesis)
- Cataforesis



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

RECUBRIMIENTOS

Procesos previos a la aplicación pinturas:

- *fosfatado*
- *imprimaciones*



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

INORGANICOS

– INMERSION Y REACCIÓN QUÍMICA (conversión)

- Fosfatado, Pavonado, Anodizado, Cromatizado, Película química (Alodine), Dow

– ELECTROLÍTICOS

- Cobreado, Cromado duro y decorativo, Niquelado, Cadmiado, Zincado, Estañado, Plomeado, Plateado, Dorado

– PROCESOS DE DEPOSICIÓN NO ELECTROLÍTICOS

- Inmersión en metal fundido: Zinc, Estaño, Plomo, Aluminio
- Metalizado por proyección: Flame spray, Plasma spray
- Electroless níquel, Electroless cobre, Electroless oro
- Plaqueado
- Procesos de deposición por vapores metálicos



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

INMERSION Y REACCIÓN QUÍMICA (CONVERSIÓN)

FOSFATADO

- **Fosfatos de zinc, hierro o manganeso**
 - aplicable sobre hierro, acero y aluminio
 - color entre gris y negro
 - protección tipo barrera moderada
 - buena base para pinturas

PAVONADO

- **Capa de óxido**
 - aplicable sobre hierro, y acero
 - color negro brillante
 - protección moderada de la corrosión en ambientes agresivos



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

INMERSION Y REACCIÓN QUÍMICA (CONVERSIÓN)

ANODIZADO (crómico, sulfúrico, duro)

– óxido superficial

- aplicable sobre aluminio, magnesio y sus aleaciones
- color variable (sulfúrico)
- resistencia a la corrosión como barrera
- buena base para pinturas
- decorativo
- permite otras aplicaciones sobre la superficie
- aislante eléctrico
- permite aplicaciones impresas (fotografía y litografía)
- aumenta emisividad (en negro absorbe calor)
- resistencia a la abrasión
- facilita detección de grietas
- espesores de capa: crómico 0,012 a 0,035 mm, sulfúrico 0'005 a 0'01 mm, duro 0,005 a 0,01 mm
- la aplicación de dicromato mejora la resistencia a la corrosión



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

INMERSION Y REACCIÓN QUÍMICA (CONVERSIÓN)

CROMATIZADO

– capa con compuestos de cromo

- capa protectora por si misma de cromato o selladora de otras capas
- aplicable sobre acero, cinc, aluminio, magnesio, cadmio, etc
- color variable muy brillante sobre zinc y cadmio, verde oliva en aplicaciones militares
- resistencia a la corrosión limitada en contacto con el agua por ser soluble muy lentamente, buena resistencia en ambientes marinos



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

INMERSION Y REACCIÓN QUÍMICA (CONVERSIÓN)

ALODINE

– Aplicación de cromatizado

- aplicable sobre aluminio y sus aleaciones en la industria aeronáutica
- color de marron a dorado iridiscente
- resistencia a la corrosión como barrera excelente
- buena base para pinturas
- apto para retoques
- favorece la conductividad
- no produce cambios dimensionales



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

INMERSION Y REACCIÓN QUÍMICA (CONVERSIÓN)

DOW 1, 5 y 7

– Aplicaciones de cromatizado

- aplicable sobre, magnesio y sus aleaciones en la industria aeronáutica

- Dow 1

- operaciones de protección durante procesos de fabricación y como base para pintura
- reduce el espesor aproximadamente en 0,015 mm
- colores de gris mate a amarillo
- resistencia a la corrosión débil

- Dow 7

- buena resistencia a la corrosión y de base a la pintura
- no produce cambios dimensionales
- color de marrón claro a oscuro o gris

- Dow 9

- es un anodizado galvánico para todas las aleaciones de magnesio
- buena resistencia a la corrosión y de base a la pintura
- no produce cambios dimensionales
- color de marrón claro a negro apto para componentes ópticos



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

ELECTROLÍTICOS

COBREADO

– Aplicaciones funcionales y decorativas

- proteger zonas que no han de ser cementadas o nitruradas
- apantallado para soldadura de latón
- transferir el calor de la pieza
- base para baños posteriores de níquel
- facilitar la soldadura con estaño
- protección contra la corrosión
- recrecimiento de piezas desgastadas
- decoración puliendo y protegiendo con barniz



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

ELECTROLÍTICOS

CROMADO

– Duro

- Aplicaciones funcionales y decorativas
- dureza superficial elevada (58-74 Rc)
- resistencia corrosión moderada
- coeficiente de rozamiento bajo
- resistencia a la abrasión
- recrecimiento de piezas
- disminuye ligeramente la resistencia a la fatiga
- espesores de 0,0025 a 0,5 mm
- tomar precauciones frente a la absorción de hidrógeno

– Industrial

- Capa brillante de gran reflexión
- resistente a la corrosión mientras no se rompa la capa
- espesores inferiores a 0,0015 mm sobre capas de cobreado



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

ELECTROLÍTICOS

NIQUELADO

- Aplicaciones funcionales y decorativas
- blando, duro
- color gris brillante o mate
- dureza entre 150 y 500 Vickers
- buena resistencia a la corrosión
- resistencia a la abrasión
- recrecimiento de piezas
- coeficiente de dilatación bajo
- amagnético
- espesores de 0,01 a 0,05 mm
- tomar precauciones frente a la absorción de hidrógeno



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

ELECTROLÍTICOS

CADMIADO

- Aplicaciones funcionales
- protección contra la corrosión de acero, fundiciones de hierro, aceros inoxidables y aleaciones de cobre
- no aplicar cuando la temperatura sobrepase 230° C, piezas deslizantes y en contacto con combustible y grasas. Evitar contacto con titanio
- es muy toxico
- color blanco plateado
- con cromatado o fosfatado posterior mejora aspecto y característica
- espesores de 0,05 a 0,13 mm
- tomar precauciones frente a la absorción de hidrógeno



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

ELECTROLÍTICOS

ZINCADO

- Aplicaciones funcionales
- protección contra la corrosión similar al cadmio (peor en ambientes marinos) , mas económico
- color gris pardusco
- espesores de 0,007 a 0,015 mm
- tomar precauciones frente a la absorción de hidrógeno



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

ELECTROLÍTICOS

ESTAÑADO

- Aplicaciones funcionales y decorativas
- bajo punto de fusión
- facilita la soldabilidad
- Inalterabilidad
- resistencia a la corrosión
- bajo coeficiente de rozamiento
- aplicación sobre hierro, cobre o níquel en industria electrónica, transporte, alimentación, construcción
- color gris blanco muy brillante
- espesores de 0,001 a 0,25 mm
- también se aplica por inmersión



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

ELECTROLÍTICOS

PLOMEADO

- resistencia a la corrosión del acero y el cobre
- bajo punto de fusión
- bajo coeficiente de rozamiento
- resistencia a los ácidos (aplicación en depósitos)
- color gris
- espesores de 0,01 a 0,025 mm
- también se aplica por inmersión



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.2 Recubrimientos superficiales

ELECTROLÍTICOS

PLATEADO

- aplicaciones decorativas y funcionales en electricidad y electrónica
- resistencia a la corrosión del acero y el cobre
- bajo punto de fusión
- bajo coeficiente de rozamiento
- resistencia a los ácidos (aplicación en depósitos)
- color gris
- espesores de 0,01 a 0,025 mm
- también se aplica por inmersión