

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

METALIZACIÓN EN FRÍO COMO UNA ACTIVIDAD EN LA INGENIERÍA DE
MANTENIMIENTO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARLOS ENRIQUE CHICOL CABRERA

ASESORADO POR ING. JULIO CÉSAR MALDONADO GONZÁLEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JULIO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOVAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL

PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. Miguel Ángel Zetina Toralla
EXAMINADOR:	Ing. Noel Francisco Prado Barragán
EXAMINADOR:	Ing. Víctor Manuel Durán
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO	V
RESUMEN	VII
OBJETIVOS	IX
INTRODUCCIÓN	XI
1. CONCEPTOS GENERALES	1
1.1 Conceptos básicos sobre la metalización en frío.	1
1.2 Descripción de los procesos de metalización en frío.	5
2. DESGASTES EN LOS EJES	7
2.1 Corrosión localizada	7
2.2 Fricción	8
3. PROCESO DE RECONSTRUCCIÓN DE EJES DE TRANSMISIÓN	9
3.1 Material del cual están contruidos los ejes de transmisión a reparar.	9
3.2 Selección del material de aporte según material del eje en cuestión	10
3.3 Preparación de la superficie a reconstruir	22
3.4 Aplicación del material de aporte	24
3.5 Maquinado del eje	25
3.5.1 Torneado	25
3.5.2 Fresado	26
3.5.3 Acabado	26

CONCLUSIONES	27
RECOMENDACIONES	29
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Pistola para metalización en frío	2
2	Hilo de metalización en frío, partes de la misma	3
3	Pieza con superficie porosa	7
4	Cintura en eje	8
5	Torno	33
6.	Fresadora	34
7.	Rectificadora	35

TABLAS

I	Grupos de polvos pulverizados para ejes	12
---	---	----

GLOSARIO

Amolado	Corte en forma molar para la preparación de la pieza en la que será aplicado el método Rototec 1A.
Corrosión	Ataque destructivo de un metal por agentes químicos, electroquímicos o por el mismo ambiente.
Corindonado	Corte en forma de diamante para la preparación de la pieza en la que se utilizará el método Rototec 1A.
Eje	Pieza que se utiliza como centro de un cuerpo giratorio y sirve como sostén del movimiento rotacional.
Eutalloy	Sistema de revestimiento metálico.
Fatiga	Daño que sufre una pieza por su uso constante.
Fileteado	Espiral que se le hace a un eje en preparación para aplicársele en método Rototec 1A.
Fisuras	Fracturas que tiene una pieza.
Fricción	Frotar un cuerpo con otro, lo cual produce un desgaste.
Metalización	Hacer que un cuerpo metálico se adhiera a otro, ya sea de su misma composición química o no, con el objeto de reparar la pieza.
Metaceram	Óxido de alumina en forma de polvo para ser aplicado por el proceso Rototec.
Proxon	Aleación en polvo de níquel-aluminio-molibdeno para ser aplicado por el sistema Rototec 1A.
Pulvimetalúrgicas	Partículas secas de polvo metálico.

Pulverizar	Reducir a polvo un metal sólido.
Rotorevestimiento	Aplicar una capa de material a un eje, ya sea éste del mismo material o no.
Rototec	Método con el cual se le aplica revestimiento metálico a una pieza que haya sido corroída, desgastada etc.
Rototool	Método anterior del sistema Rototec.
Sopleteado	Manejo y uso correcto del soplete.

RESUMEN

Es de suma importancia para la ingeniería del mantenimiento establecer métodos y sistemas económicos de reparación de piezas, para mantener la maquinaria en condiciones estables para la producción de algún producto.

En este caso, se realizó un análisis sobre el método más económico a utilizar y se concluyó que era el sistema Rototec 1A, el cual consiste en aplicación de rocío metálico, por medio de una pistola oxi-acetilénica, la cual llena de polvo metálico la pieza que esté dañada, previa preparación. Lo anterior consiste en realizarle un coronado o amolado y la aplicación de un aislante libre de contaminación, el cual va a permitir que tenga una mayor adherencia del material de aporte y una vida útil, más prolongada.

Entre las ventajas de aplicación del método Rototec 1A, encontramos que es de fácil aplicación, es económico en la reparación, aplica material de aporte con características más resistentes a la tensión, corrosión y dureza. Esto representa durabilidad en la reparación y, por consiguiente, prolongación de la vida útil de la pieza.

Con la aplicación de este método se puede garantizar que los ejes no sufren deformaciones, lo cual le da confiabilidad a las mismas.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio que identifique la importancia de la metalización en frío, como una actividad en la ingeniería de mantenimiento.

Específicos

1. Describir el proceso de aplicación de entrega de polvo.
2. Describir el manejo del sistema Rototec 1A.
3. Determinar la técnica de preparación de las superficies para la metalización en frío.
4. Identificar los diferentes materiales de aporte del proceso.

INTRODUCCIÓN

El proceso de metalización en frío consiste en aplicar material de aporte para la reconstrucción de piezas tales como ejes de transmisión, carcasas, etc., usando como base el método Rototec 1A, del cual se obtiene como beneficio la reducción de costos en la reconstrucción de las diferentes piezas, así como la reducción de los tiempos de detención de maquinaria por fallas, además, con este método se logrará mejorar la eficiencia en relación al tiempo de trabajo.

La utilización de este método garantiza la no-deformación de la pieza, no importando su diámetro, longitud o el punto donde se aplique dicha reconstrucción.

Dicho sistema de entrega de polvo “power delivery system”. Es usado para restaurar ejes, partes de bombas, cilindros, pistones etc., por medio de la aplicación de capas de aleaciones de metales.

Finalmente, para la correcta aplicación del procedimiento, se deben conocer las diversas aleaciones micro pulverizadas y polvos no fusibles y así elegir material adecuado, el cual dependerá de la pieza y el tipo de trabajo que ésta realiza.

1. CONCEPTOS GENERALES

1.1 Conceptos básicos sobre la metalización en frío

La metalización en frío es un método que consiste en rociar una capa de metal puro (no pintura metálica), distinto a los métodos donde se aplican capas por electrólisis, utilizado en los galvanizados y cromados.

La metalización consiste en llevar a fusión un metal y proyectarlo pulverizado sobre la superficie de una pieza, con el fin de formar sobre ella una capa metálica protectora. Tiene como misión proteger el metal de los agentes químicos atmosféricos y, principalmente, de la oxidación y la corrosión, y proveer de una capa superficial con características mecánicas superiores a las del metal base o determinadas características particulares.

Los materiales a pulverizar pueden presentarse en forma de polvo o de hilo continuo, que se funden pasando a través de una llama oxiacetilénica. Las partículas fundidas se proyectan contra la pieza mediante un chorro de aire comprimido.

En la figura No. 1 se puede apreciar la aplicación de la metalización en frío con pistola de hilo continuo. En la figura No. 2 se puede observar el hilo mediante un mecanismo contenido en la pistola (p), el cual pasa a través de un agujero.

Figura 1. Pistola para metalización en frío

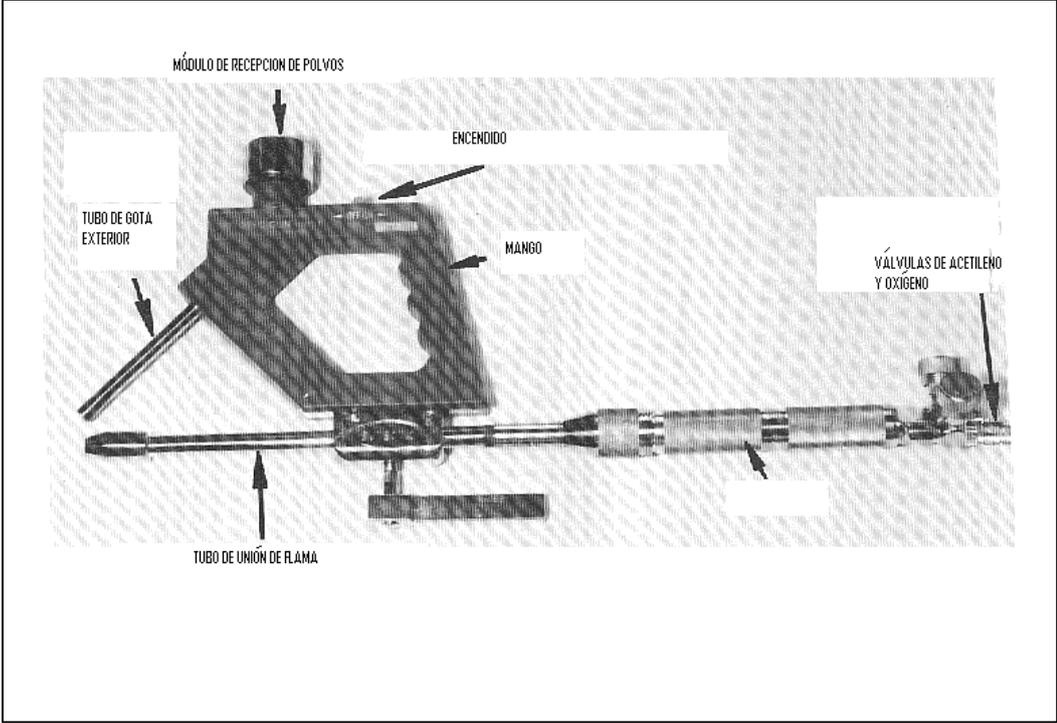
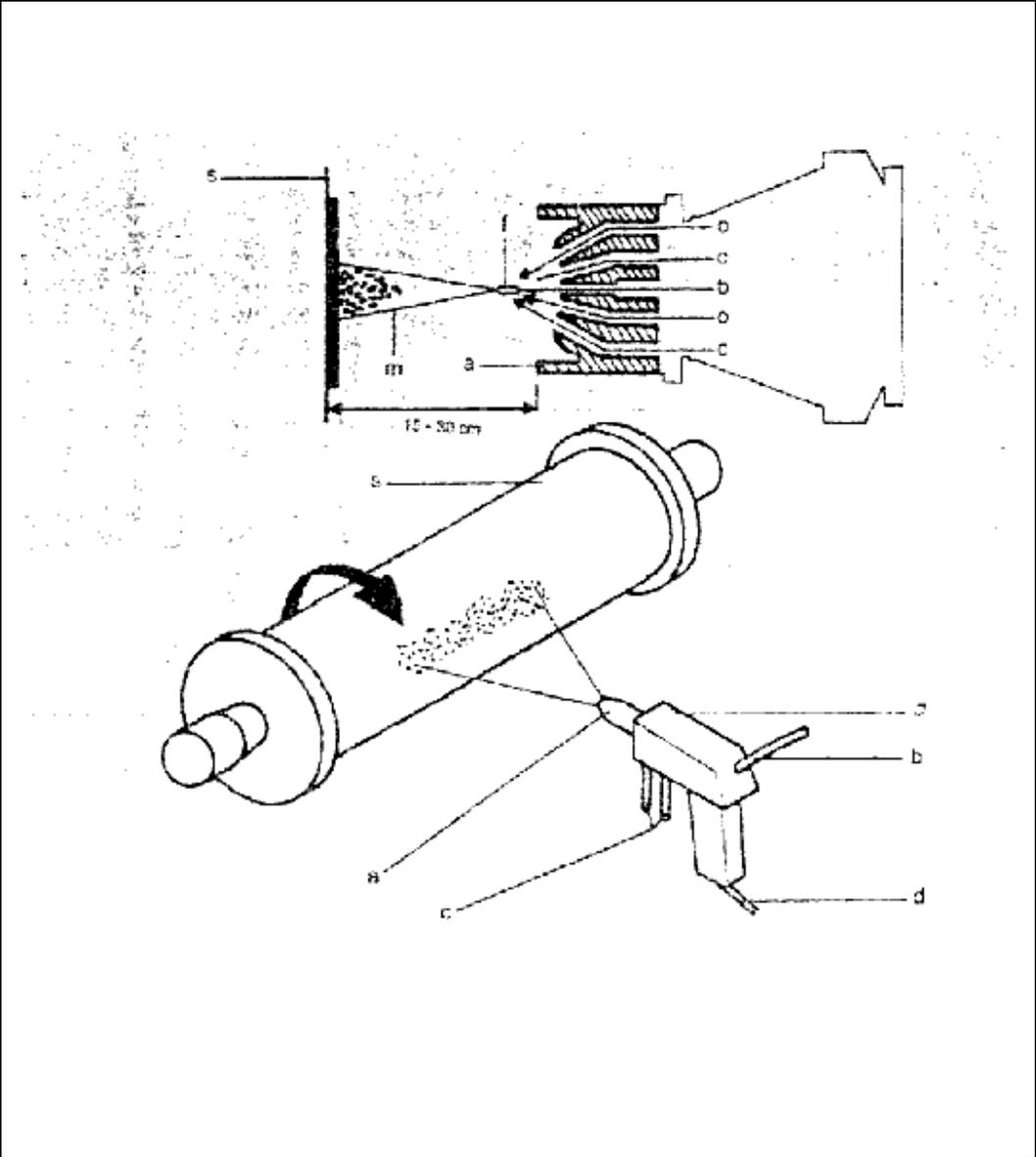


Figura 2. Hilo de metalización en frío y partes de la misma



En la figura, vemos que el agujero especial (a), en la extremidad del cual la llama oxiacetilénica producida por el gas entrante a través de los canales (c), funde el hilo en (f), mientras un chorro de aire comprimido que pasa por el manguito (d) atraviesa los canales (o) boquilla y pulveriza el material sobre la pieza (s).

Las superficies a metalizar en frío deben estar pulidas y desengrasadas, empleando disolventes con procedimientos de desengrase a vapor y de quemado a la llama o arenado.

La pistola para metalizar está constituida por un conducto para el oxígeno y otro para el acetileno. Se compone de las siguientes partes:

Un mezclador de gases.

Un mecanismo de avance para la regulación del hilo

Un conducto y un motor para el aire comprimido.

El hilo enrollado en una bobina, y situada ésta en una devanadora.

La metalización, por medio de un soplete y polvo, se efectúa con un soplete especial dotado de una tolva que contiene polvo metálico y un dispositivo que aspira el polvo de la cámara de mezcla. Los granitos de polvo, cuya cantidad puede ser regulada por medio de un dispositivo de palanca, recorren la lanza, atraviesan la llama que los funde y se proyectan contra la pieza.

El polvo se emplea sobre todo para obtener superficies resistentes al desgaste mecánico y a los agentes químicos o atmosféricos.

La recarga de metal es una técnica relacionada con la soldadura que consiste en recubrir una superficie metálica con un material aplicado con la misma técnica operativa de la soldadura, a fin de obtener una capa superficial de características determinadas (mecánicas, físicas y químicas) que el metal base no posee o ha perdido.

Se procede a la recarga para reparar partes deterioradas y volverlas a condiciones originales, o para aumentar su dureza y la resistencia al desgaste.

1.2 Descripción de los procesos de metalización en frío

El proceso más utilizado es el Rototec, que representa un verdadero y profundo avance en el mantenimiento y la capacidad de reparación, utilizando dos puntos de vista:

- 1) De un amplio rango de aplicaciones, que es diversamente adaptable.
- 2) De un amplio rango del personal, quienes disfrutan de su simplicidad.

La primera característica del sistema Rototec, es que nos da la unidad, de hecho, la pieza de trabajo a reparar nunca debe acercarse a temperaturas discretas, igual se asocia a otros tipos de revestimiento con rociado de llamas. La llave del factor Rototec es simple, eficiente, confiable y rápida, lo que elimina la necesidad de utilizar energía eléctrica. Esto evita algunas deficiencias de otros métodos de reparación, los cuales dependen del calentamiento de la pieza.

Ningún componente del sistema Rototec debe ser separado del proceso total. La jeringa o pistola del Rototec, polvos Rototec y el desarrollo de técnicas para reparar el roto-revestimiento y la superficie de trabajo son vitales para un resultado exitoso. Cada fase, paso, pieza, equipo y composición de polvo han sido diseñados para contribuir a

una característica específica, y el proceso ha sido mecanizado para tener una función eficiente. De este modo, el proceso Rototec constituye algo más que todas sus partes.

El proceso Rototec fue desarrollado por la corporación Eutectic. Por más de 70 años, Eutectic + Castolin realizaron una lucha incesante para lograr un cambio en el trabajo de metalización, para expandir las fronteras del conocimiento teórico y práctico en un campo especial de las reparaciones metálicas y de restauración. La meta de la compañía es proveer a la industria una amplia gama de materiales y procesos para la reparación de partes usadas, rotas, rajadas o en mal estado de funcionamiento, para que sean restaurados de manera tal que sean eficientes en su operación. Ninguna otra organización se compara con la diversidad de interés o experiencia en muchas áreas de la reparación de las piezas de metal. Por consiguiente, es ventajoso usar estos métodos efectivos para la reparación de piezas, logrando tiempos cortos de reparación, reparaciones con larga vida útil, etc.

Cada logro obtenido por Eutectic + Castolin ha sido puesto a prueba bajo sobrecalentamiento básico. La baja aplicación de energía sobre la base del metal disminuye la distorsión. No importa que el proceso o aplicación de calor se le transmita a las piezas, lo mejor es el resultado.

2. DESGASTE EN LOS EJES

2.1 Corrosión localizada

Consiste en una falla por fatiga, cuya causa se debe a las tensiones que exceden el límite de resistencia superficial del material con el que se construyó el eje. Después de un número considerable de ciclos de trabajo, entran en fatiga fragmentos de la superficie de los ejes y se desprenden las partículas que ocasionan mal funcionamiento en los ejes. El aumento de estas porosidades hace que las superficies corroídas sean menos capaces de soportar la carga, además, una lubricación mal empleada puede contribuir a desgastes, así como a rupturas de la pieza. Ver figura No3.

Figura 3. Pieza con superficie porosa



La fricción es el contacto físico que tienen las piezas una con otra. En este caso, se puede decir que el eje se le forma una cintura, (ver figura No.4) y esto sucede por falta de mantenimiento adecuado, falta de lubricación o el mal uso de los mismos, además, puede que se deba a la colocación de collarines en mal estado sobre los cuales gira dicho eje.

Figura 4. Cintura en eje



3. PROCESO DE RECONSTRUCCIÓN DE EJES DE TRANSMISIÓN

3.1 Material del cual están contruidos los ejes de transmisión

Para este trabajo, se tomaron 2 ejes fabricados con distintas especificaciones. Generalmente, éstos son contruidos en acero con bajo contenido de carbono (de 0.05% a 0.25%), por lo tanto, requieren de una dureza superficial que otorgue resistencia al desgaste y, simultáneamente, buena tenacidad o resistencia al impacto debido a los esfuerzos dinámicos a los que está sometido.

3.2 Selección del material de aporte según material del eje

Como ya se mencionó, el sistema más utilizado para el revestimiento micro pulverizados es el Rototec 1A, llamado también “Sistema de entrega de polvo” que es un producto fabricado por “Eutectic-Castolin”, a un costo bajo y de buenos resultados en resistencia al desgaste.

Sus principales características son:

- Tiene capacidad para aplicar nuevas aleaciones pulvimetalúrgicas Proxon, confiables.
- Es de simple operación y mantenimiento, tiene un mínimo de piezas sueltas, nada que se desgaste.

- Provee un control automático de las proporciones de oxígeno y combustible para producir calidad en los revestimientos.
- Permite la aplicación de revestimientos de aleaciones de protección contra el desgaste a temperaturas inferiores a los 500 grados centígrados, así, los ejes tienen menor probabilidad de deformarse.
- Rediseñado para facilitar la operación sin requerir un entrenamiento especial del operador.
- Reduce los costos de mano de obra por ser altas las velocidades de deposición, provee el máximo de duración de servicio en una amplia variedad de ambientes de desgaste.
- Se suministra con válvulas de retención de inversión de flujo para mayor seguridad.

Para la elección del material de aporte para los ejes y obtener los mejores resultados, puede utilizar la tabla I. En ella están contenidos los materiales con los que está fabricado el polvo pulverizado. Para su aplicación, exclusivamente para ejes, se mencionan algunos en esta tabla, además, las tablas están distribuidas por grupos dependiendo su química nominal. Los grupos que tenemos son:

- Grupo 1: Eutalloy
- Grupo 2: Polvos fusionables de dos pasos

- Grupo 3: Procesos en frío, metálicos
- Grupo 4: Polvos no fusibles de un solo paso
- Grupo 5: Polvos de cerámica (no aplica)
- Grupo 6: Polvos HVOF (Alta velocidad Oxi-combustible)
- Grupo 7: Polvos polímeros
- Grupo 8: Polvos especiales (no aplica)

Tabla I
Grupos de polvos pulverizados para ejes
Grupo 1: Eutalloy. Polvos fusibles de un solo paso

ROTOTEC 10009

Aleación de alta dureza, en forma de polvo a base de níquel con excelente resistencia al desgaste. Recubrimientos resistentes a la erosión y abrasión. Broborotec mantiene una superficie pulida en el uso.

Terminado: rectificado en piedra.

Dureza: HRC60

Química nominal Ni+27% (Cr,B,Si,Fe,C)

Tamaño de partículas: -140 mesh +20 μ m

ASTM G65 desgaste: 30 mm³ vol. pérdida

Máx.. Temp. de servicio 1020°F (550°C)

Aplicaciones:

Mandriles, troqueles, moldes, punzones, levas, ejes y tornillos sinfin de transporte.

TRONZOCHROM 10185

Ofrece la mejor combinación de dureza y resistencia al desgaste con fácil maquinado. Recuperación dimensional sin límite.

Maquinar con cuchillas calzadas con tungsteno.

Dureza: HRC 42

Química nominal: Ni+ 6% (B,Si,Fe)

Tamaño de partículas: -140 mesh +20 μ m

Máx.. Temp. de servicio 1400°F (760°C)

Aplicaciones:

Flechas, ejes, moldes, matrices, moldes materiales para plásticos, guías, engranajes.

CPE 1873

Aleación fusible con base de hierro.

Diseñados para uso en aceros y hierro colado. Color similar al hierro colado. Terminado por rectificado.

Dureza: HRC 55

Química nominal: Fe + 44% (Ni, B, Si, C)

Tamaño de partícula: -140 mesh +20 μ m

Máx.. Temp. de servicio 1000°F (540°C)

Aplicaciones:

Moldes, piezas fundidas, impulsores y collarines.

Continúa

CPE 5153

Polvo de fusión a base de níquel con contenido especial de elementos de oxigenantes que mejoran la fluidez y fusión de los hierros colados.

Terminado a piedra

Dureza: HRC 18

Química nominal: Ni + 5% (B, Si, adicionales)

Tamaño de partícula: -170 mesh +20µm

Máx. Temp. de servicio 1400°F (760°C)

Aplicaciones:

Engranajes, bloque de motor, piñones moldes, colectores de escape, preparación de fundiciones.

Continúa

Grupo 2: Polvos fusionales de dos pasos

CPM 13017

Aleación de polvo a base de níquel, con adición de cobre y molibdeno para mayor resistencia a la corrosión. Los depósitos son resistentes al chorreo durante la fase de fundido.

Terminado a piedra.

Dureza: HRC 58

Química nominal Ni + 36% (Cr, B, Si, Fe, Cu, Mo, C)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

ASTM G65 desgaste: 32 mm³ vol. pérdida

Máx. Temp. de servicio 1200°F (650°C)

Aplicaciones:

Camisas de flecha de barco, flechas, tornillos y flechas asientos de válvula.

CPM 13494

Dureza intermedia para aplicaciones sensitivas a las rajaduras. Los depósitos pueden ser rectificadas con cuchillas calzadas con tungsteno.

Dureza: HRC 39

Química nominal Ni + 18% (Cr, B, Si, Fe, C)

Tamaño partícula: -140 +325 mesh

Máx... Temp. de servicio 1200°F (650°C)

Aplicaciones:

Camisas de flecha de barco, flechas, tornillos y flechas asientos de válvula.

CPM 13495

Es la mejor combinación de dureza y resistencia al desgaste con resistencia a las rajaduras.

Terminado a piedra.

Dureza: HRC 48

Química nominal Ni + 18% (Cr, B, Si, Fe, C)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

Máx. Temp. de servicio 1200°F (650°C)

Aplicaciones:

Paletas de ceniza, paletas de ventiladores, boquillas de vapor, levas, encaje de cojinetes.

METACERAM 23005

Mezcla de tungsteno/cobalto en aleación fusible de níquel. Los recubrimientos tienen gran resistencia a la abrasión, erosión y desgaste.

Continúa

Terminado a piedra.

Dureza: HRC 58

Química nominal Ni + 27% (Cr, B, Si, Fe, C)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

Máx. Temp. de servicio 1200°F (650°C)

Aplicaciones:

Moldes de ladrillos, dientes de cavadoras, piezas de bombas, camisas de desgaste.

Continúa

Grupo 3: Procesos en frío, metálicos

METACERAM 29002CM

Aleación níquel-molibdeno que ofrece excelente resistencia a la abrasión y corrosión. Es una de las mejores protecciones en el desgaste causado por el roce de metal con metal.

Terminado a piedra

Dureza típica: HRC 55

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

ASTM G65 desgaste: 70 mm³vol. pérdida

Aplicaciones:

Ejes de bombas, mangas de desgaste, restauración dimensional de cojinetes.

METACERAM 29011

Aleación de acero inoxidable baja en carbón, con excelente resistencia a gran variación de elementos corrosivos.

Terminado por rectificación.

Dureza: HRB 85

Química nominal Fe + 34% (Cr, Ni, Mo, Si)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

Máx. Temp. de servicio 800°F (430°C)

Aplicaciones:

Asientos de válvulas, pistones, ejes de bombas y reparación de equipos.

METACERAM 29012

Aleación de acero inoxidable martensítico alto en cromo, que ofrece excelente resistencia al desgaste de metal con metal.

Terminado a piedra.

Dureza: HRB 85

Química nominal Fe + 18% (Cr, Ni, Si)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

Máx. Temp. de servicio 1200°F (650°C)

Aplicaciones:

Pistones, cajas de compresores, flechas, manquillos de bomba, camisas de cilindros.

METACERAM 29061

Recubrimiento de cupro-aluminio con buena resistencia al roce de metal a metal a bajas temperaturas. Generalmente usado como buje o cojinete. Maquinado fácil con cuchillas calzadas con tungsteno.

Continúa

Dureza: HRB 70

Química nominal Cu + 11% (Al, Fe)

Tamaño de partícula: -120 +325 mesh

Máx. Temp. de servicio 700°F (370°C)

Aplicaciones:

Ejes de bombas, recuperación de bujes, sellos de aire y guías de pistones.

METACERAM 29077

Acero de baja aleación usado para rellenos de colchón de bajo costo. Los recubrimientos tienen una buena resistencia al desgaste, pero baja resistencia a la corrosión u oxidación. Maquinado fácil con cuchillas calzadas con tungsteno.

Dureza: HRB 92

Química nominal Fe + 2.5% (C, Ni, Mo)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

Máx. Temp. de servicio 800°F (430°C)

Aplicaciones:

Recuperación dimensional de ejes y equipos.

METACERAM 29079

Recubrimiento de cupro-aluminio con adición de níquel que mejora las propiedades de baja fricción. Usar reemplazando al 29061 cuando se desea más resistencia al desgaste y una mayor dureza. Maquinado fácil con cuchillas calzadas con tungsteno.

Dureza: HRB 84

Química nominal Cu + 16% (Al, Ni, Fe)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

Máx. Temp. de servicio 700°F (370°C)

Aplicaciones:

Guías de pistones, flechas, piezas de bombas, superficies de bujes.

METACERAM 29096

Recubrimiento resistente a la corrosión, aleación de níquel maquinable para la recuperación de aceros y componentes de aleación de níquel.

Terminado por rectificado con cuchillas calzadas con tungsteno.

Dureza: HRB 82

Química nominal Ni + 24% (Cr, Fe, Si)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

Máx. Temp. de servicio 1200°F (650°C)

Aplicaciones:

Ejes de motores, apoyos de rodamientos, mangas de desgaste y deslizadores.

Continúa

METACERAM 29210

Aleación en polvo aluminio/silicio para la recuperación de piezas de aluminio y magnesio, excelente y fácil mecanizado.

Dureza: HRB 90

Química nominal Al +12% Si

Tamaño de partícula: -100 +325 mesh

Máx. Temp. de servicio 500°F (260°C)

Aplicaciones:

Reconstrucción de flechas, ejes y piezas de aluminio y magnesio, carcasas, bombas etc.

CPM 1720

Aleación de polvo de cobre puro con excelente conductividad eléctrica, y propiedades de protección de Rf maquinable con cuchillas de alta velocidad.

Dureza: HRH 85

Tamaño de partícula: -170 +325 mesh

Máx. Temp. de servicio 1980°F (1020°C)

Aplicaciones:

Contactos de condensadores, rodillos de cobre etc.

CPW 1960

Aleación en polvo de zinc para protección galvánica de hierros y aceros hasta un máximo de temperatura en uso de 140°F. No maquinar, usar según rociado.

Dureza: HRH 40

Tamaño de partícula: -140 + 400 mesh

Máx. Temp. de servicio 787°F (420°C)

Aplicaciones:

Estructuras de hierro, tuberías, etc.

CPW 1961

Aleación en polvo de aluminio puro para protección galvánica de hierros y aceros. Protección no se maquina. Uso general, según rociado.

Dureza: HRH 30

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

Máx. Temp. de servicio 1220°F (660°C)

Aplicaciones:

Tuberías de vapor, carcasas, estructuras de hierro.

Continúa

Grupo 4: Polvos no-fusibles de un solo paso

PROXON 21021

Aleación en polvo de níquel-aluminio-molibdeno diseñado para producir una superficie maquinable, resistente al desgaste sirve de buje.

Terminado por maquinado.

Dureza: HRB 75

Química nominal: Ni +11% (Al, Mo)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

ASTM C633 Adhesión: 5000 psi

Máx. Temp. de servicio 1000°F (540°C)

Aplicaciones:

Recuperación dimensional de equipos, ejes de bombas y manguitos de desgaste.

PROXON 21022

Versión modificada del 21021 designada a mejorar el maquinado y aumentar la resistencia a la temperatura de trabajo. Se recomienda maquinar usando cuchillas calzadas de tungsteno.

Dureza: HRB 80

Química nominal: Ni +12% (Al, Mo, Cr, Si, B)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

ASTM C633 Adhesión: 4500 psi

Máx. Temp. de servicio 1200°F (650°C)

Aplicaciones:

Ejes, manguitos de desgaste, restauración dimensional.

PROXON 21031

Aleación Cromo-níquel que ofrece excelente resistencia a la oxidación y corrosión a temperaturas elevadas. Esta aleación tiene resistencia al desgaste de metal contra metal. Se recomienda maquinar usando cuchillas calzadas de tungsteno.

Dureza: HRB 90

Química nominal: Ni +30% (Cr, Al, Fe, Mo)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

ASTM C633 Adhesión: 5000 psi

Máx. Temp. de servicio 1600°F (870°C)

Aplicaciones:

Equipo de tratamiento térmico, ejes de motores, encajes de bujes, implantes, base para polvos, 25010, 25088.

Continúa

PROXON 21032S

Aleación a base de níquel con la mayor resistencia a la abrasión y corrosión. Esta aleación tiene excepcional resistencia al desgaste de metal contra metal. Se recomienda maquinar usando cuchillas calzadas de tungsteno.

Dureza: HRC 30

Química nominal: Ni +56% (Mo, Fe, Ti, Si, W)

Tamaño de partícula: -140 + 400 mesh

ASTM Adhesión: 5000 psi

Máx. Temp. de servicio 1200°F (650°C)

Aplicaciones:

Impelentes, bombas de líquidos, anillos de desgaste, rodillos de imprenta, sellos, encaje de bujes.

PROXON 21071

Aleación de bronce formulada para aplicaciones de aplicaciones. Los recubrimientos se pueden maquinar fácilmente con cuchillas calzadas con tungsteno

Dureza: HRB 60

Química nominal: Cu +11% (Al, Fe)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

ASTM Adhesión: 3000 psi

Máx. Temp. de servicio 700°F (370°C)

Aplicaciones:

Recuperación de piezas de aleación de cobre.

ULTRABOND 50000

Base de adhesión para aleaciones de dos pasos de la serie 29000 y 25000. Para mejor resultado, aplique un grosor de 0.004 a 0.008 de pulgada.

Química nominal: Ni +12% (Al, Mo)

Tamaño de partícula: -140 +325 mesh

ASTM Adhesión: 5500 psi

Aplicaciones:

Para recubrimientos de cerámicas, serie 2500, en aceros inoxidable use 21031.

Continúa

Grupo 6: polvos HVOF (alta velocidad oxi-combustible)

TEROJET 55116

Características del sistema HVOF. Los recubrimientos exhiben menos del 1% de porosidad y son resistentes a la corrosión y cavitación.

Terminado por maquinado.

Tamaño de partícula -270 mesh + 20µm

Aplicaciones:

Rodillos de imprenta, ejes de bombas, sellos.

TEROJET 55125

Aleación de níquel y cromo en polvo, producen un recubrimiento con excelente resistencia a ambientes alcalinos y ácidos. Porosidad de menos de 1% aplicaciones con el sistema HVOF.

Dureza: HRC 35

Química nominal: Ni +40% (Cr, Mo, Fe, Nb)

Tamaño de partícula -270 mesh + 20µm

ASTM C633 Adhesión: 700 psi

Máx. Temp. de servicio 1600°F (870°C)

Aplicaciones:

Procesadores químicos, componentes de bombas, equipos para tratamientos térmicos, palas mezcladoras.

3.3 Preparación de la superficie a reconstruir

Las piezas están fabricadas a partir de metales o aleaciones laminadas, forjadas, embutidas o coladas. El aspecto de su superficie podría ser diferente, ya sea que se encuentren en bruto o mecanizadas. En el primer paso se notará la presencia de óxidos, en el segundo, la pieza puede estar impregnada de aceite, por otro lado, puede tratarse de piezas que hayan trabajado y sus superficies pueden estar desgastadas o atacadas por los agentes con los cuales haya estado en contacto.

- Ciertas piezas pueden presentar fisuras de fatiga térmica y mecánica.
- Todos los residuos y fisuras deben ser eliminadas antes de soldar.

Para que sea posible comprender estas acciones, es necesario saber que los óxidos, fisuras, grasas y residuos quedarán incluidos en el baño de fusión en el momento de soldar. Todas estas impurezas conducirán a la presencia de porosidades, inclusiones corrientemente incompatibles con las condiciones de recepción de ciertas piezas.

En el brasage (un estado de la superficie perfecto) es una condición primordial para obtener una junta de calidad. La grasa y los residuos que influyen el mojado y la penetración de las aleaciones en la junta deben ser eliminados.

La preparación de piezas antes de ser revestidas mediante aleaciones micro pulverizadas tiene una gran importancia, ya que en función de ello se condicionan los resultados de la operación.

Cuando se utiliza el método Rototec, las piezas tienen que ser previamente desengrasadas, las zonas limítrofes al revestimiento serán protegidas mediante un aislante solución Eutectic 103. Se debe precalentar a unos 100 grados centígrados antes de realizar la preparación rugosa de la superficie. Esta debe ser realizada en la zona desgastada, eliminando el material fatigado y las irregularidades provocadas por el desgaste.

El mecanizado de preparación se realizara con la herramienta Rototool 1, cuya geometría permite la obtención de arrugas y aristas de forma óptima antes de la proyección.

En el caso de que el metal de la base haya sufrido un tratamiento térmico, la preparación se efectuará mediante amolado grueso sin rectificar, o por proyección de abrasivo.

Una vez eliminado el metal fatigado, se efectuará, para aumentar la superficie de enganche, una pasada rápida con la herramienta Rototool 1. El avance será de unos 0.7 mm por vuelta con una profundidad de 0.35 mm. De esta forma obtendremos una superficie libre de óxidos y perfecta para el revestimiento en frío con aleaciones micro pulverizadas.

Para las piezas de diámetro superior a 200 mm, es aconsejable preparar la superficie mediante el fileteado y una proyección abrasiva posterior.

Las superficies planas serán preparadas mediante amolado o corindonado.

3.4 Aplicación del material de aporte

Para preparar la superficie es necesario seguir los siguientes procedimientos:

- Determinar los factores de desgaste en la pieza o características que se requieren en la zona de trabajo en piezas nuevas.
- Selección de los materiales de aporte, tomando como base los factores de desgaste que dañaron la pieza, para prolongar la vida útil de la misma.
- Limpiar la pieza con solvente no derivado del petróleo.
- Montar la pieza en un torno paralelo.
- Conectar el proceso y regular las presiones de los gases según manual.
- Desbastar la zona a recubrir hasta retirar el metal dañado u obtener la medida requerida por especificaciones.
- Hacer un rayado en la zona a reparar con el objeto de incrementar el área de contacto.
- Precalentar a 100 grados centígrados.
- Aplicar la aleación metaceram base, o proxon de un paso.
- Aplicar la aleación metaceram final seleccionada hasta lograr la medida deseada, mas 0.5 mm (0.020") por diámetro para terminarlo.

- No permitir temperaturas mayores de 250 grados centígrados durante la aplicación.
- Terminada la aplicación, permitir el enfriamiento total de la pieza.
- Dar el terminado por maquinado o rectificado, de acuerdo a lo requerido en la hoja de técnica de aleación y medidas predeterminadas.

3.5 Maquinado del eje

Este proceso consiste básicamente en el acabado que tiene la pieza luego de haberse aplicado el método de revestimiento, logrando de esta forma un ajuste adecuado por medio de máquinas, herramientas y conocimiento de aplicación. Lo anterior persigue la satisfacción de los clientes, ahorrando tiempo y recursos económicos.

3.5.1 Torneado

El torno es una máquina que hace uso de una herramienta contra la cual gira una pieza para el corte de material. La pieza a maquinar puede sujetarse entre centros en un plato liso, en un plato de mordazas o fijarse en un maneral con mordazas internas o boquilla. Esta máquina se adapta, particularmente, a trabajos cilíndricos, sin embargo puede usarse en otras aplicaciones. En la figura No. 5 se muestra dos tornos indicando sus componentes.

En esta máquina se inicia el proceso de eliminación de exceso de material de aporte, el cual es eliminado con buriles, que generalmente son a base de tungsteno, logrando de esta manera un acabado de calidad y eficiente para el uso que se le tenga que dar.

3.5.2 Fresado

Una fresadora es una máquina herramienta que corta el metal por arranque de viruta mientras avanza la pieza de trabajo contra un cortador rotatorio. La herramienta de corte llamada fresadora tiene una serie de filos cortantes sobre una circunferencia, cada uno de los cuales actúa como un cortador individual en el ciclo de rotación. En la figura No. 6 se muestran las máquinas fresadoras.

3.5.3 Acabado

El objetivo a alcanzar en el proceso de acabado de los ejes, es lograr precisión y concentricidad de manera que los ejes tengan formas cilíndricas para que trabajen silenciosamente a altas velocidades.

Las inexactitudes pueden ser de dimensiones muy pequeñas, pero que no excedan de 0.012 mm, sin embargo, esta cantidad es suficiente para aumentar el desgaste y producir ruidos no deseados a velocidades altas.

CONCLUSIONES

1. Generalmente, los defectos más comunes en los ejes son la corrosión, la fricción que sufren los mismos con su uso, el inadecuado mantenimiento y la falta de lubricación.
2. La metalización en frío es el mejor método para reparar un eje, independientemente del defecto, además de ser uno de los métodos más económicos y fáciles de manejar.
3. Utilizar el método Rototec 1A garantiza un excelente revestimiento, no distorsionando el eje ni las dimensiones originales del mismo.
4. La reparación de los ejes se verá garantizada siempre que se utilice el material de aporte correcto y así se lograrán mejores resultados.
5. La utilización de la herramienta adecuada para darle el acabado necesario a los ejes será de suma importancia, ya que de ello dependerá que los resultados sean los esperados.

RECOMENDACIONES

1. Para hacer este tipo de reparaciones debería utilizarse un sistema de entrega de polvos, ya que con este se obtendrá mejores resultados y una mejor eficacia en la reparación.
2. El método Rototec es uno de los más económicos en la industria para la reparación de ejes rotativos.
3. Deberán prepararse adecuadamente las piezas, antes de ser aplicado el método para que su vida útil, después de la reparación, sea el máximo posible.
4. La selección del material de aporte es importante para obtener los resultados deseados, una mayor vida útil por medio de una reparación adecuada, por lo que se recomienda utilizar la tabla I para saber qué material de aporte es el indicado.

ANEXOS

Figura 5. Torno

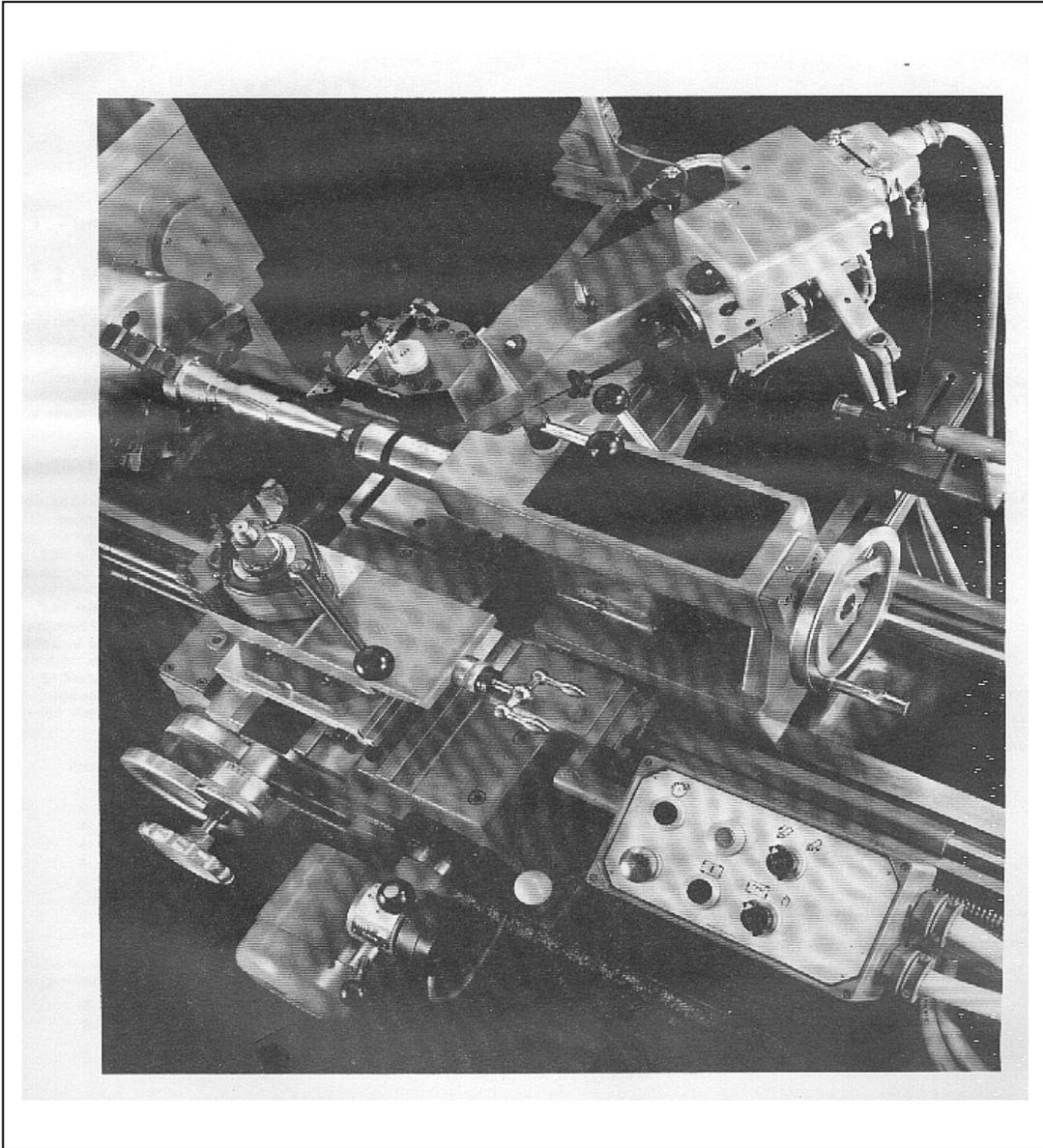


Figura 6. Fresadora

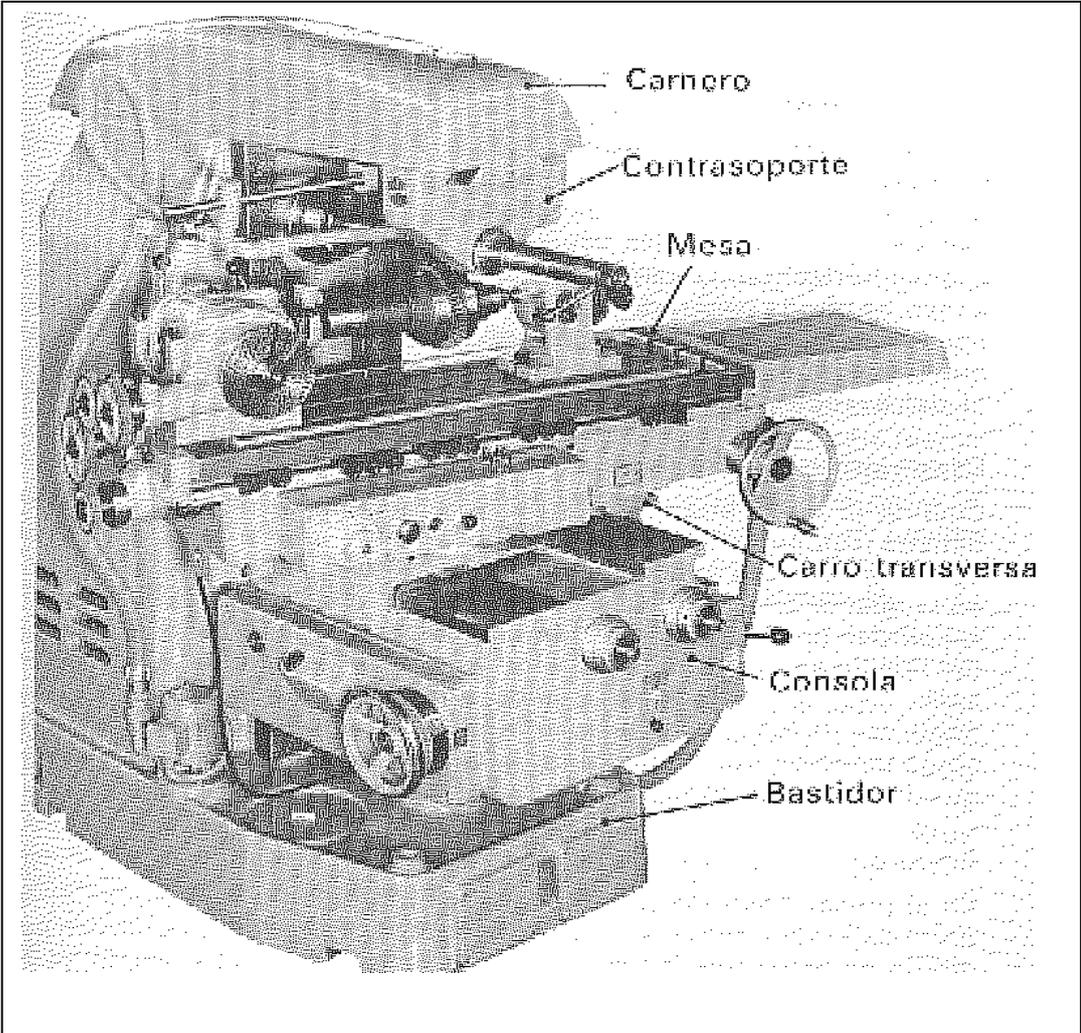
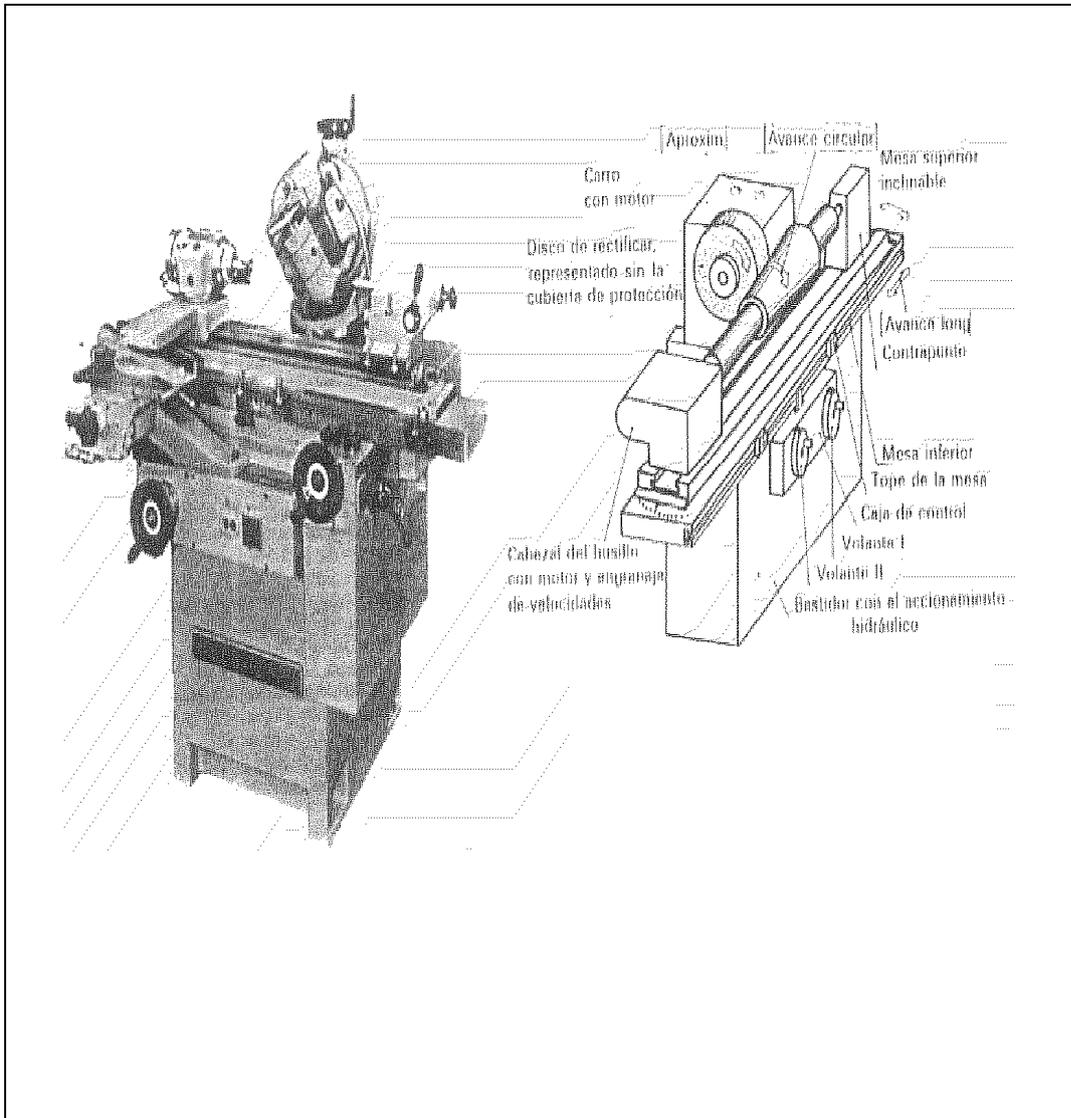


Figura 7. Rectificadora



BIBLIOGRAFÍA

1. Barbashov, F. **Manual del fresador**. 2da. Edición. U.R.S.S Editorial Mir. 1981. 244pp.
2. Feirer, John L. **Maquinado de metales con máquinas herramientas**. 2da. Edición. México. Editorial Continental, S.A. 1973.
3. Menjívar Gutiérrez, Sergio Alejandro. Reconstrucción de engranajes rectos. Tesis Ing. Mecánica Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1992.
4. Terodin System 2000, **Process Manual, Eutectic Corporation**, printed in USA, 1999.
5. Hand Book for Users, The Rototec Process, Eutectic + Castolin Institute, printed USA, 1971
6. Manual de Soldadura Tecún, S.A.
7. Página de Internet de la Empresa Eutectic Castolin, www.eutectic-usa.com. Mayo 15 de 2003
8. Página de Internet de Procesos de Rociado Termal, www.tscoatings.com, Septiembre 20 de 2003, www.brodeurmachine.com/thermal-spray.html

