

1465

U.N.A.M.

FACULTAD DE INGENIERIA

*El teflon y sus aplicaciones a
empaques y sellos para la
industria*

UNICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
PRESENTA
CECILIO RIVERA PINEDA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS Y AMIGOS

A MIS MAESTROS

A MI ESCUELA CON TODA GRATITUD



Universidad Nacional
Autónoma de
México

FACULTAD DE INGENIERIA
Exámenes Profesionales
Núm.40-
Exp.Núm.40/214.2/

Al Pasante señor Cecilio RIVERA PINEDA
P r e s e n t e

En atención a su solicitud re -
lativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema
que aprobado por esta Dirección propuso el profesor Ingeniero
J. Antonio Velázquez G., para que lo desarrolle como tesis en su
examen profesional de Ingeniero MECANICO ELECTRICISTA.

EL TEFLON Y SUS APLICACIONES A EMPAQUES Y
SELLOS PARA LA INDUSTRIA

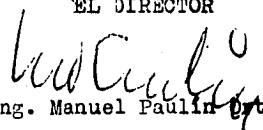
forma siguiente: "Desarrollándose en la

Introducción
Extruido
Moldeado
Maquinado
Aplicaciones a Empaques y Sellos."

Ruego a usted tomar debida nota
de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profe -
siones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo
de seis meses como requisito indispensable para sustentar exa -
men profesional; así como de la disposición de la Dirección Ge -
neral de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima
en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del
trabajo realizado.

Muy atentamente,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F. 14 de Ocbre. de 1970
EL DIRECTOR


Ing. Manuel Paulín Ortiz


MWO'eag

CONTENIDO:

1.- INTRODUCCION.	
1.- Características y sus propiedades.	3
2.- Tipos.	6
3.- Ventajas y desventajas.	9
2.- EXTRUIDO	
1.- Procesos de control	12
2.- Descripción del extrusor vertical.	15
3.- Operación.	20
4.- Posibles defectos.	22
5.- Ejemplos de extruido.	23
3.- MOLDEADO	
1.- Abastecimiento y almacenamiento.	25
2.- Precaución de manejo.	26
3.- Equipo.	27
4.- Preformado.	34
5.- Técnica de sinterizado.	47
6.- Ejemplo de moldeado.	50
4.- MAQUINADO	
1.- Enfriadores, Velocidades y Avances.	54
2.- Diseño de la herramienta.	54
3.- Reglas para el torneado y fresado.	56
4.- Tolerancias.	56
5.- Acabados de superficie.	57
5.- APLICACIONES A EMPAQUES Y SELLOS	
1.- Empaques.	60
2.- Sellos.	66
a).- Tipos Generales.	67
b).- Sellos estacionarios y rotatorios.	70
c).- Sellado en flechas.	72
d).- Caras de carga.	74
e).- Manejo positivo de sellos.	76
f).- Selección de sellos.	77
g).- Relación de Presión-Velocidad.	84
h).- Combinación de materiales en caras sellantes.	84
CONCLUSION	86

INTRODUCCION

1

INTRODUCCION

Primeramente hablaremos de la importancia que representa en la Ingeniería el empleo adecuado de empaquetaduras y sellos en las máquinas ó en tuberías, de manera que éstas funcionen correctamente. Pues en algunos casos no se les dá importancia ó se consideran como problemas secundarios, siendo que es de tomar en cuenta para el buen funcionamiento de las máquinas ó tuberías, en algunos casos es el principio de grandes problemas.

Los empaques y sellos son empleados generalmente para evitar fugas de líquidos, gases, etc., para cada caso en particular se deben seleccionar los empaques ó sellos apropiados de acuerdo a los factores de trabajo a que se encuentren sometidos, a su diseño y su material apropiado.

Se tienen en la actualidad una gran variedad de empaques y sellos, que se encuentran construidos con diferentes materiales para cada caso en especial como son:

Asbesto	Hule	Algodón	Aluminio	Pastas especiales.
Yute	Lino	Plomo	Cobre	

ó una combinación de éstos mismos con lubricantes ó grafitos.

En este tema se hablará de otro material nuevo llamado comunmente -- "Teflón" dando una explicación primeramente y despues sus aplicaciones a empaques y sellos empleados en la industria. En la actualidad es un material con grandes ventajas, razones por las cuales éste material esta sustituyendo a la gran mayoria de los materiales antes mencionados. También el "Teflón" es empleado en combinación con otros materiales, dando magnificos resultados, tanto en su buen funcionamiento como en su tiempo de vida.

Empezaremos con una breve historia sobre la forma en que se descubrió las resinas de "Teflón" ó "TFE" (Tetrafluoroetileno).

El 6 de Abril de 1938 el Dr. Roy J. Plunkett ocupado en investigaciones sobre gases refrigerantes, observó que en un cilindro que se creía con tenía 2.2 lb. de tetrafluoroetileno, no acusaba presión de gas, aunque el peso del cilindro indicaba que el material estaba todavía en su interior.

Al abrir el cilindro, cortándolo se encontró un sólido blanco que resulto ser tetrafluoroetileno. La buena fortuna que representaba este hallazgo se exploto plenamente y cuando en los Estados Unidos entraron a la segunda guerra mundial en 1941, la tecnología del "TFE" estaba suficientemente avanzada en aquel país, para que éste polímero desempeñase un importante papel, en el esfuerzo llevado a cabo por los aliados en la guerra. Para la producción de la bomba atómica original, se empleo para poder manipular sin riesgo los gases corrosivos implicados, se necesitaban juntas obturadas químicamente inertes y el "TFE" se utilizó con éxito en esta primera aplicación. Poco después de la guerra la compañía Du Pont. inicio en los Estados Unidos la producción del "TFE" en gran escala, pero la extraordinaria importancia de este material ya habia sido ampliamente reconocida. Más de un cuarto de siglo después del descubrimiento inicial, producen ahora éste polímero en la mayoría de las naciones industriales, mientras se encuentran aplicaciones en casi todas las facetas de la actividad industrial.

1.1 CARACTERISTICAS Y SUS PROPIEDADES.

El "Teflón" ó "TFE", nombre que se le dio a este polímero para ser lanzado al mercado.

Es notable por su gran inercia química, excelentes propiedades como aislante eléctrico, amplia gama de temperatura de trabajo y excepcionales características de deslizamiento. Como se verá, con estas cualidades se han desarrollado importantísimas aplicaciones en la Ingeniería, ya sea por su excelente resistencia a los productos químicos, pues lo hace útil para manipulación de solventes y productos químicos altamente corrosivos, en electrónica donde se utiliza como material eléctrico y dieléctrico, en la industrial de la alimentación así como en muchos otros ramos en los que son importantes sus propiedades de resistencia al rozamiento y fácil moldeo.

Esta resina de "Teflón" ó "TFE" se encuentra disponible en tres formas:

- a).- Un polímero granular para el moldeo de lingotes, láminas, barras y diferentes piezas moldeadas, para la extrusión de tubos con paredes gruesas.
- b).- Una dispersión coagulada ó polímero en pasta para extrusiones de paredes delgadas.
- c).- Y una dispersión acuosa para recubrimientos e impregnaciones.

Además se encuentra una gama de polímeros con carga es decir combinado con; fibra de vidrio, bronce, carbón ó con molibdeno, para producir materiales con mayor estabilidad dimensionales, mayor resistencia al uso y un coeficiente de calor más bajo en comparación con el "Teflón" puro.

Propiedades.-

Las propiedades del "Teflón" "TFE", examinadas aisladamente son notables, pero su verdadero mérito reside en que todas están combinadas en un sólo material, considerando por separado las propiedades útiles para el -- usuario, son a continuación las siguientes.:

a). Químicas.

Tal como podía esperarse de su estructura química establece, el "Teflón" produce una gran inercia química, ya que solamente lo atacan los metales alcalinos, como son el Sodio, el Potasio, el Fluoro elementalmente en ciertas condiciones y pocos compuestos fluorados a temperaturas elevadas.

Otro aspecto de la inercia química del "Teflón" es que no lo disuelve ni lo hincha ningún solvente dentro de su gama normal de temperaturas de trabajo, el "Teflón" no sufre ningún cambio como resultado de envejecimiento, sometido prácticamente a todas las condiciones de servicio, su composición química no experimenta alguna alteración, desde este punto de vista posee una vida indefinida.

Es cierto que si se expone a la abrasión ó cargas físicas, puede dar resultado a un desgaste ó distorsión, pero estos son cambios físicos, en lo correspondiente a su constitución química el "TFE" es inmutable casi.

b). Eléctricas.

Como aislante térmico, el TFE es comparable al polietileno; sus características eléctricas varían poco con los cambios de temperatura y frecuencia, hecho que simplifica grandemente el diseño de componentes eléctricas, en el "TFE" no se forman vías conductoras superficiales, ni se forman arcos.

En la mayoría de los materiales aislantes orgánicos, cuando están sobrecargados la descomposición del polímero provoca la formación de un residuo carbonoso, por lo tanto conductor, cuando el aislamiento de "TFE" se sobrecarga el mecanismo de la descomposición lleva consigo la ruptura de los enlaces carbónicos, dando como resultado la formación de fluorocarburos de bajo peso molecular, que son gases no conductores e impiden la formación de vías conductoras, debidas al carbón.

c). Térmicas.

Frecuentemente se ha utilizado el "TFE" en forma continua a 482°F donde se ha demostrado tener una gama de temperaturas de trabajo más extensa que la de cualquier otro material plástico. Debido a la estabilidad de las moléculas el "TFE" resulta prácticamente inafectado por degradación térmica hasta alrededor de 752°F. Sin embargo a 625°F el "TFE" alcanza su punto de fusión, allí cambia de su estado parcialmente cristalino a una condición totalmente amorfa.

En la gama de temperaturas dada, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la estabilidad dimensional bajo carga. Es esto lo que determina la máxima temperatura efectiva de servicio, según el grado de deformación que puede tolerarse, variando éste de unas aplicaciones a otras.

El "TFE" no presenta ningún riesgo de incendio al no ser inflamable. Cuando se eleva la temperatura no se transforma en líquido que podría ocasionar dificultades de manipulación. Es empleado satisfactoriamente a temperaturas cercanas al cero absoluto-459°F. Al enfriarse el "TFE" se vuelve más rígida su resistencia a la tracción y disminuyendo su alargamiento a la ruptura, sin embargo dentro de la zona del cero absoluto, el polímero con

serva un porcentaje de alargamiento medible antes de producirse la ruptura, es decir todavía se comporta como plástico y no es quebradizo.

d). Superficiales.

Las propiedades más conocidas del "TFE" son las de superficie. Posee los coeficientes de fricción más bajos entre los sólidos conocidos (.04), debido que sus coeficientes de fricción estática y dinámica son aproximadamente iguales, no muestra oscilación de relajación ó movimiento (adherencia - deslizamiento). A su bajo coeficiente de fricción se une la naturaleza antiadhesiva de superficie, no se conoce algún material que se adhiera verdaderamente a la superficie del "TFE", aunque existe un pequeño número de adhesivos por contacto, que tienen una limitada adherencia sobre el mismo. En la actualidad se han desarrollado técnicas de tratamiento a la superficie del "TFE" para adherirlo a cualquier material.

e). Elaboración.

El "TFE" no puede manejarse, mediante los métodos empleados para polímeros termoplásticos, tales como el moldeo por inyección y la extrusión de material fundido. Esto se debe a que el alto peso molecular del "TFE" eleva su viscosidad en estado de fusión, en comparación a un bloque de material calentado muy por encima de su punto de fusión, mostrando poca tendencia a perder su forma y convertirse en termoplástico.

El método común para fabricar una pieza de "TFE", es darle al material la forma deseada en frío, para después fundir el polímero mediante la aplicación de calor, de manera que las partículas adyacentes se unan en un proceso llamado "Sinterización".

1.2 TIPOS.

Los tipos de "TFE", aunque numerosos caen dentro de tres grupos principales:

- a).- Polímeros naturales.
- b).- Disperción coagulada.
- c).- Disperción acuosa.

a). Polímeros naturales.

La primera forma de "TFE" que adquiere importancia comercial fue el polímero granular. Puede moldearse mediante técnicas especializadas para producir; barras, anillos, láminas y algunas piezas de forma especial. La operación de moldeo consiste esencialmente de tres fases:

- 1).- Operación de preformado, en el que se comprime el material a la forma deseada.
- 2).- Sinterizado.
- 3).- Enfriado.

Todo esto hace que las partículas individuales del polímero se unan y dan un producto homogéneo. Para efectuar el preformado, se carga un molde determinado con polímero suelto, comprimiendo después en frío, bajo una presión que varía entre 2200 lb/pulg^2 y 6600 lb/pulg^2 , manteniéndose la presión hasta que el polímero se encuentre completamente densificado. Una vez obtenida la pieza preformada se expulsa generalmente del molde, transfiriéndose posteriormente a un horno, la temperatura se eleva gradualmente hasta 716°F , manteniendo durante un tiempo determinado, por último el horno se enfría a un ritmo regulado para después proceder a retirar la pieza terminada. El proceso de moldeo que se ha bosquejado es apropiado para la producción de piezas hasta 3 pies de altura, se pueden producir piezas moldeadas de mayor altura pero hay posibilidad que surjan dificultades de orden térmico.

Las barras y tubos con sección gruesa de material "TFE" granular, se fabrican mediante un proceso de extrusión para material granular peculiar de "TFE" y fundamentalmente diferente del procedimiento de extrusión en material fundido que se utiliza para polímeros termoplásticos común y corrientes. En la extrusión granular se llevan cargas de polímero suelto al molde, no es más que un tubo largo recto y ahí se compactan mediante la acción de un pistón alternativo. Bajo la influencia de este pistón, el polímero comprimido se mueve a lo largo del molde hasta llegar a la zona de calentamiento, al pasar por esta zona las cargas del polímero se sinterizan fundiendo completamente el tubo homogéneo, en las últimas secciones del mismo molde, la masa fundida del polímero se enfría gradualmente de modo que esté por -

debajo de su punto de fusión, al salir el material del molde. La Técnica de extrusión granular es apropiada para producción de barras con un diámetro 1/8" hasta 3".

La elaboración directa de artículos con "TFE" granular sólo puede producir objetos de forma simple regular. Las formas complicadas y moldeadas con dimensiones exactas se obtienen trabajandolas en máquinas-herramientas, ya que el material moldeado ó extrusión granular, se puede trabajar con bastante facilidad en este tipo de máquinas.

b). Polimeros de dispersión coagulada.

También se dispone del "Teflón" ó "TFE" en forma de dispersión coagulada ó polímero de pasta, este se utiliza para la producción de secciones delgadas, tales como tubos de paredes finas o revestimiento de cables aislados. Los polímeros de dispersión se fabrican siempre mediante un proceso de extrusión, este procedimiento es diferente del extruido granular anteriormente descrito y del extruido de material fundido que se emplea para todos los polímeros termoplásticos corrientes, en la extrusión del polímero de dispersión coagulada de "TFE", se incorpora primero al polímero un lubricante ó auxiliar de extrusión, la mezcla del lubricante y polímero se compacta ligeramente formando una especie de bola que luego se transfiere a la cámara de extrusión, por medio de un pistón de régimen constante, impulsa esta masa compacta lubricada a través de un molde y se obtiene un tubo de pared fina o una barra delgada de "TFE" sin sinterizar al completarse la operación de extrusión ha terminado la misión del lubricante y el siguiente paso es casi siempre la extracción del lubricante. Finalmente el material extruido se calienta hasta unos 716°F y se enfría. Esta sinterización como en el caso de los polímeros granulares, sirve para fusionar las partículas del polímero unas con otras.

c). Dispersiones acuosas.

Las dispersiones acuosas del "TFE" se utilizan para impregnar materiales porosos tales como, amianto ó tejido de fibra de vidrio, para el

revestimiento de sustratos térmicamente estables, como metal, cerámica ó vidrio, y para otras varias aplicaciones de menor importancia. Se suministra una dispersión que no requiere altas temperaturas de sinterización y que resulta apropiada para impregnar o recubrir materiales térmicamente inestables como, madera, textiles, papel y otros plásticos. Las dispersiones se aplican mediante inmersión, pulverización ó recubrimiento por escumamiento.

Precauciones de manejo.

Dentro de su gama de temperaturas de trabajo, el "TFE" es un producto completamente inerte, pero cuando se calienta a una temperatura muy elevada puede dar lugar a productos de descomposición, que si se inhalan pueden producir efectos desagradables aunque no graves.

1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Con relación a las ventajas, anteriormente se han mencionado. Por lo que respecta a sus desventajas, relativamente son pocas, siendo las siguientes:

- 1.- Muestra una gran deformación elástica ó estiramiento que aumenta con la carga, la temperatura y el tiempo. No se recupera a su forma inicial inmediatamente.
- 2.- Tiene un elevado coeficiente de dilatación térmico, lo que hace difícil trabajar con dimensiones precisas.
- 3.- Su resistencia a la abrasión es pobre.
- 4.- Atrae fácilmente el polvo.
- 5.- Los adhesivos especiales creados para pegar sobre la superficie antiadherente son limitados en su gama y en su efectividad.
- 6.- Cuando se expone a radiación de alta energía en presencia de oxígeno, el "TFE" se degrada rápidamente.
- 7.- Cuando se utiliza en forma de dispersión acuosa para recubrir metales, aparecen agujerillos que hacen totalmente inefectiva la protección del "TFE" contra los productos químicos.

Las tres primeras desventajas pueden modificarse considerablemente

mediante la incorporación de cargas inorgánicas térmicamente estables, tales como; vidrio, grafito, cerámica y metales en polvo. Cuando se dispersan de modo uniforme, estas cargas dan productos con más estabilidad dimensional, mayor resistencia al uso y un coeficiente de dilatación menor que el "TFE" puro.

EXTRUIDO

2

EXTRUIDO

Para extruir "TFE", formando barras y tubos, existen determinados límites de producción. Sólo puede extruirse barras de 1/8" de diámetro a 2" y 3" de diámetro, para tubo de un espesor con pared desde aproximadamente 0.120" a 1" .

El proceso para formar extruido de "TFE" es de un principio muy simple. El polímero es colocado en la parte superior de un molde en forma de tubo, desde donde es comprimido y forzado hacia la parte inferior del molde por medio de la influencia de un punzón, el polímero pasa en forma continua a la sección caliente del molde, donde es sinterizado para después continuar finalmente a la sección de enfriamiento. El molde puede estar instalado en cualquiera de las dos formas siguientes: Horizontal ó Vertical.

En la zona de sinterización el polímero se expande aproximadamente 25%, a medida que se tiene el cambio de temperatura a su estado fundido, ayudando a elevaciones de altas presiones en la zona de sinterizado y eliminando espacios entre partículas del polímero. A medida que la barra se va enfriando en la parte inferior del molde, esta se va encojiendo en lo que respecta a su diámetro, aproximadamente 10% con relación al molde.

2.1 PROCESOS DE CONTROL.

Para obtener un extruido de buena calidad, debe considerarse esencialmente, un sinterizado cuidadosamente controlado. Varios de los factores que afectan al sinterizado son:

- 1).- Longitud de la zona de calor.
- 2).- Temperatura mantenida en la zona.
- 3).- Presión en la zona de sinterizado.
- 4).- Velocidad con la que pasa el polímero continuo en la zona de sin terización.

El medio práctico por el cual estos factores son controlados se presentan a continuación.

A). Condiciones de alimentación.

1.- Si se emplea un sistema de alimentación eficiente, se podrá obtener un buen extruido.

2.- Los medios exactos de medición de carga de los polímeros son esenciales, juntamente con medios eficientes como son; transfiriendo el polímero constantemente de manera que se encuentre nivelado en la entrada del --molde y deberán de cualquier modo combinarse exactamente controlando el --tiempo del ciclo del punzón, con la eficiencia del sistema de alimentación.

3.- Es importante limpiar la extruidora para obtener buenos resultados con los productos terminados, de manera que al iniciar las operaciones de alimentación el polímero no se contamine con materiales extraños, pues esto ocasionaría que la barra o tubo de "TFE" no mantenga sus propiedades an tes mencionadas.

B). Condiciones en un horno de sinterizado.

El horno de sinterizado que forma parte del extrusor se provee de con troles sensitivos de temperatura que se conectarán a cada una de las resis tencias que proporcionarán el calor necesario para el sinterizado del polí mero, éstas se encuentran colocadas a lo largo del molde. En esta forma re sulta más satisfactorio el sinterizado de una barra ó tubo.

Un mínimo de tres resistencias son necesarias para tener una adecuada temperatura para la sinterización y colocadas a todo lo largo del molde.

La temperatura en la sección de alimentación, es decir al principio -del molde deberá ser casi nula ó completamente nula, puesto que está ex--puesta a la transferencia de calor producida en la zona de sinterizado. Pa

ra evitar la elevación de temperatura se instala un sistema de enfriamiento por medio de circulación de agua fría, siendo lo más usado frecuentemente para estos casos.

En la sección que comprende la zona de sinterizado se recomienda subir la temperatura a un máximo de 716°F a 752°F, después deberá disminuir la temperatura en la sección final del molde, igualmente se recomienda bajar la temperatura con el mismo sistema que se indico al principio del molde. Si se tiene un control muy eficiente de la temperatura se tendrán buenas ventajas particularmente en el acabado superficial de la barra, así como en las características propias de la barra de "TFE".

No obstante se puede ajustar un poco más de su máxima temperatura en la zona de sinterizado, pero debido a que se tiene que bajar la temperatura en su extremo final del molde y por su longitud limitada del molde, pueden ocasionarse degradaciones bruscas de temperatura originando en la barra una cristalización ó esfuerzos bruscos de partículas, resultando así una barra ó tubo sin características propias, por lo tanto no puede ser permitido subir más de 752°F.

Así el mismo horno estará formado de un molde de tubo con una longitud de 3 a 6 pies, ahora con relación al ancho del molde, esta determinado según el diámetro de la barra ó tubo que vaya a extruirse y que anteriormente se mencionó sus máximos y mínimos.

Se considera que el calor que penetra es relativamente constante y que el peso del polímero extruido por hora, no varia gran cantidad.

C) Condiciones de presión.

Las condiciones de presión en un molde pueden ser afectadas:

1.- En el momento en que el punzón inicia la acción de compresión sobre el polímero, tiene una reacción determinada en el otro extremo del molde originada por un freno de manera que si no se presenta ésta reacción, puede provocar que no sea expulsado el aire que se encuentra mezclado con el polímero.

Sucede lo siguiente durante un ciclo de movimiento del punzón. En el momento en que el punzón comprime al polímero, el aire sale expulsado inmediatamente debido a las altas presiones que se presentan en la zona

de sinterizado, más las presiones que se originan en el freno, escapando se por la parte superior del molde, es decir entre los espacios que hay entre el molde y el punzón al momento en que el punzón inicia su regreso a la posición inicial.

De no suceder lo antes mencionado se obtendrá una baja calidad en el producto terminado, presentando en la barra ó tubo una cierta porosidad. Por lo tanto el freno influye demasiado en la calidad del producto terminado, siendo necesario un buen diseño.

Con lo antes mencionado se considera el extrusor vertical (Teniendo también el punzón en posición vertical) con mayores ventajas sobre el de forma horizontal, siendo así el tipo que generalmente es más empleado.

2.2 DESCRIPCION DEL EXTRUSOR VERTICAL.

1.- Punzón.

El movimiento del punzón es originado por un cilindro hidráulico, la presión puede ser variado según la necesidad de las dimensiones que se va a extruir (basandose en el área de la sección). La presión de un punzón por ejemplo puede ser con $11,000 \text{ lb/pulg}^2$ siendo aprovechable en secciones grandes.

El movimiento del punzón es controlado en 2 tiempos por medio de controles eléctricos, uno acciona cuando el punzón se encuentra en la posición superior, es decir cuando inicia el movimiento hacia abajo, debiendo realizarlo en un determinado tiempo de bajada, para así después otro control accione y determine el tiempo de subida, más el tiempo en que el punzón debe permanecer sin movimiento mientras se efectue la carga del polímero. Estos tiempos deben ser exáctos y seguros pues en ciertos casos operan de 5 a 10 períodos por minuto. Desde entonces se lleva gradualmente tomando las posiciones de la punta del punzón, al momento en que baja y sube, determinando el tiempo en que se carga el molde nuevamente de polímero.

Se recomienda que el punzón sea de acero inoxidable ó broncefosforado, la holgura necesaria en la punta del punzón con relación al molde en forma de tubo es de $0.0015''$ a $0.002''$ radiales.

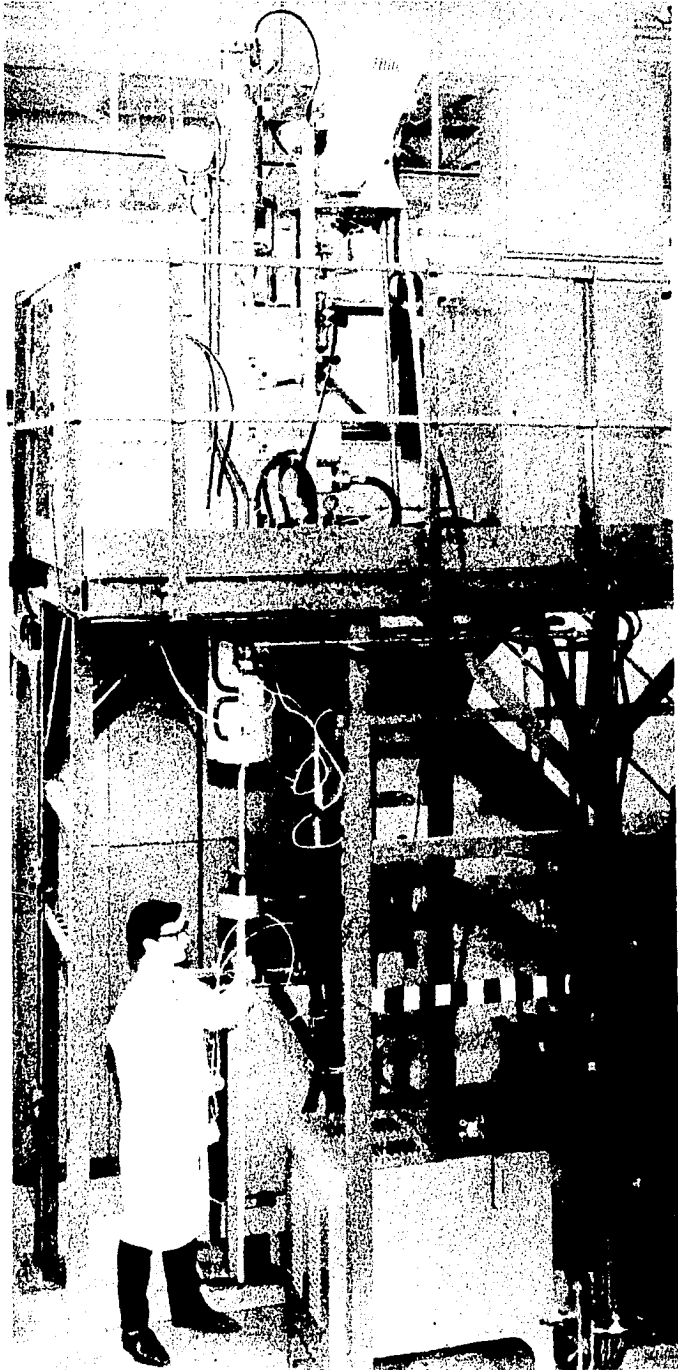


FIG.2.1 EXTRUSOR VERTICAL

2.- Alimentación.

La alimentación del extrusor podrá ser efectuada en las siguientes formas:

a).- El polímero puede ser introducido directamente dentro del cono alimentador por medio de un sistema de vibración ó algún otro sistema similar. La distribución y carga en peso son difícilmente controlados, sobre todo en el momento en que se esta operando ya que requiere de un proceso cuidadoso y exácto. Para el sistema de alimentación requiere que el molde en su parte superior se encuentre girando cuando hay polímero en el mismo, de tal forma que la distribución sea uniforme, al momento en que el punzón inicie la compresión.

b).- Otra forma de efectuar una mejor alimentación, será de la siguiente forma: Se aplica un soplo de aire en el sistema de operación en la alimentación como se ilustra en la figura 2.2 . Para éste caso no hay necesidad que la parte superior se encuentre girando.

En el momento en que el punzón se encuentre en su posición superior, sincrónicamente con el cono alimentador, es proporcionado una carga regular de polímero sobre el tubo que comunica con el molde y al mismo tiempo se efectua un soplo de aire a presión, provocando que el polímero caiga en la boca del molde, siendo distribuido uniformemente en su interior, e iniciando después el movimiento del punzón, así como al mismo tiempo desconecta el control de dosificación del polímero y el soplo del aire.

El aire que esta combinado con el polímero debe ser extraido para -- eliminar las burbujas que disminuyen la calidad del producto.

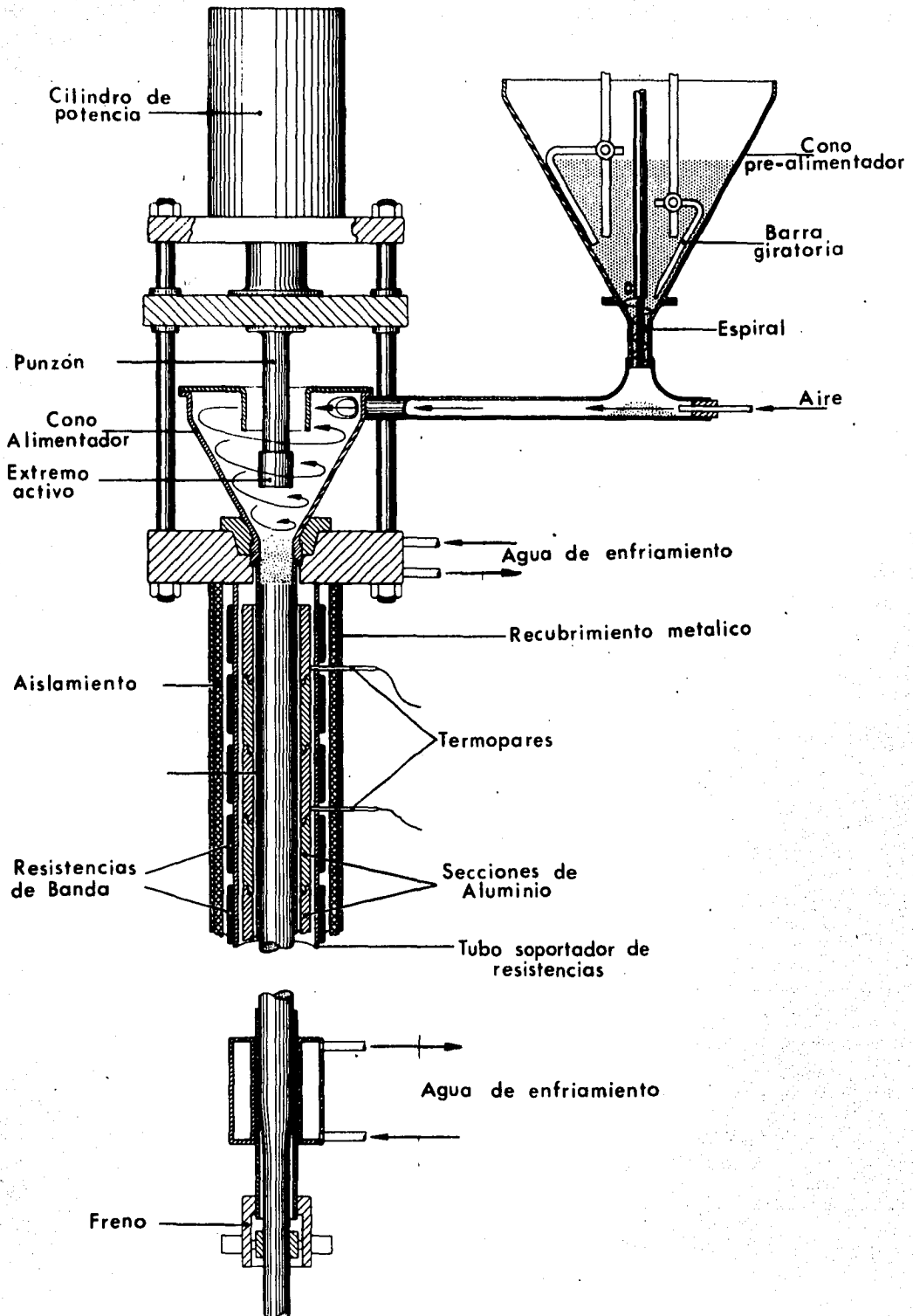


FIG.2.2 CORTE SECCIONAL DE EXTRUSOR VERTICAL

3.- Molde.

El molde es rígido, encontrándose unido al cuerpo de la máquina en una posición concéntrica con el punzón. El molde de tubo esta hecho preferentemente de acero inoxidable por ser el más apropiado para este tipo de trabajo, en su interior deberá estar perfectamente pulido con el fin de no dejar alguna marca en la barra ó tubo por extruir. Puede también hacerse éste molde de tubo con material de acero suave, pero debido a sus características del material, con el excesivo calentamiento se produce oxidación en la superficie interior del molde, desgastandolo, haciendolo variar en su diámetro, además de marcar en la barra y peligro de contaminación.

Se facilitará la operación del extruido, si se instala un sistema de enfriamiento con circulación de agua fria en el extremo superior del molde, ya que en la transferencia de calor que se recibe de la zona de calentamiento, puede afectar los barrenos de la caja que soporta al molde como tubo y la parte superior del mismo molde. Si colocamos también en el extremo inferior del molde un mismo sistema de enfriamiento, se obtendrán buenos resultados con relación al acabado de superficial en la barra.

4.- Horno.

El método más común para calentar el molde, es el que utiliza bandas calentadoras formadas por resistencias eléctricas.

Quando el sistema de horneado es aplicado a un extrusor en el que la parte superior del molde es giratorio, como se explico anteriormente, debe mantenerse un espacio entre el tubo fijo y la parte superior del molde que gira constantemente, colocando las bandas calentadoras ó resistencias sobre todo lo largo del tubo fijo.

Para evitar el calor de transferencia es decir que sea el mínimo y controlar mejor la temperatura en su interior, se colocan sobre el tubo fijo y las resistencias un relleno con empaque de aluminio.

Ahora para el caso en que se emplea alimentación por medio de sople del polímero, puesto que no existe molde giratorio, permite una simplifi-

cación en la instalación ya que no tenemos ningún movimiento giratorio, colocando así las resistencias en la misma forma indicada anteriormente.

Las máquinas extrusoras son ahora mejor aprovechadas con aislamientos de aluminio, puesto que se amoldan al tubo más fácilmente, y sujetando las resistencias eléctricas directamente en el aluminio, de esta manera darán mejor resultado para el control de temperaturas. En ambos casos explicados anteriormente, se emplean controles de temperaturas con sus respectivos termopares en un rango de 0° a 950°F, estos son instalados en un tablero cerca del extrusor según sea posible. Se pueden tener como mínimo 3 termopares necesarios para el control más eficiente a todo lo largo del tubo.

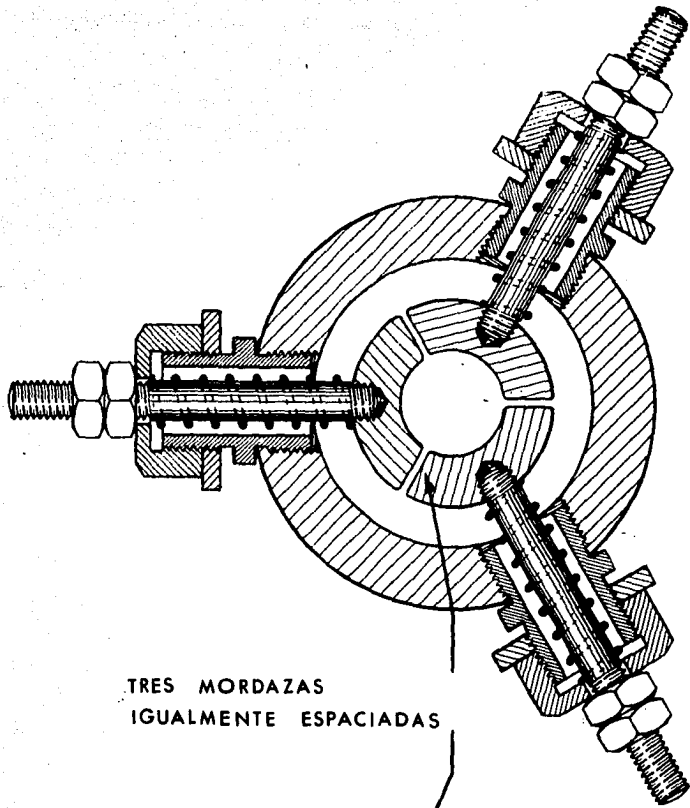
5. - Freno.

En la figura 2.3, presentamos un tipo de freno con tres secciones que es operado manualmente y debe ser colocado en la parte inferior del molde. La presión de los collares que son operados manualmente, también pueden --operarse automáticamente por medio de aire comprimido, el cual permite variaciones en el diámetro de la barra que va saliendo y frenandola perfectamente.

2.3 OPERACION DEL EXTRUSOR.

Al iniciar la extrusión, primeramente se coloca el polímero en el cono alimentador, después un tapón en la parte superior del molde y en la --parte inferior, éstos deben de ser de "TFE", para después conectar las resistencias y durante el tiempo que éstas alcanzan una temperatura de ---- 608°F, se ajustan los controles de tiempo para el punzón, la dosificación y el soplo de aire, así como la presión del cilindro hidráulico, una vez --obtenida la temperatura deseada se procede a iniciar el ciclo de extrusión de la barra.

Al terminar de extruir se procede de la siguiente forma: Se desconectan las resistencias, los controles en su totalidad y se deja que funcione durante cierto tiempo el sistema de enfriamiento. El material que quedo en su interior y que no fue sinterizado es considerado como desperdicio.



TRES MORDAZAS
IGUALMENTE ESPACIADAS

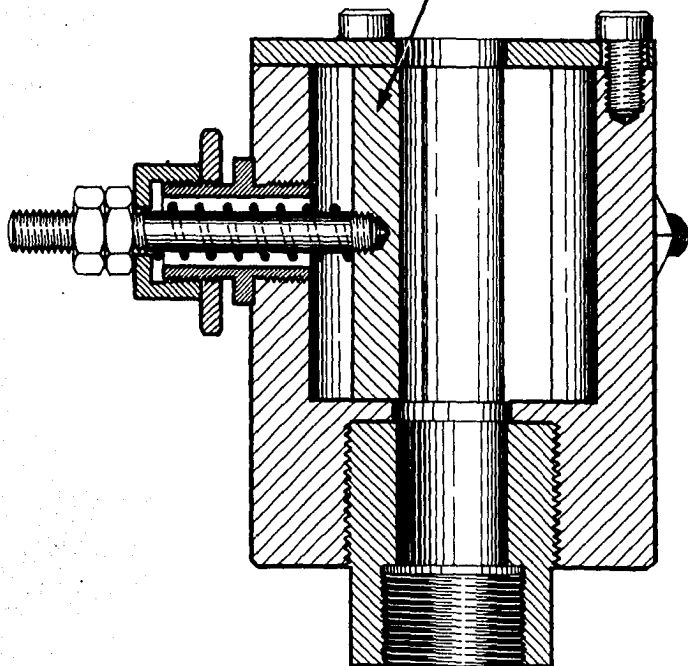


FIG.2.3 CORTE DE FRENO MECANICO COLOCADO EN
PARTE INF. DE EXTRUSOR

Las presiones en la extrusión varían con la sección de la barra; pero generalmente hay aumentos con la presión del punzón y la presión al final del molde.

2.4 POSIBLES DEFECTOS EN EL EXTRUIDO .

A continuación presentamos en la siguiente tabla un determinado número de defectos, así como sus causas probables y sugerencias para corregir el defecto presentado:

Defectos	Probable causa.	Recomendaciones.
Manchas discontinuas.	Contaminación	Tener mucho cuidado en limpieza del equipo y sus alrededores.
Manchas constantes en toda la superficie.	Sobre "Sinterizado."	Aumente la proporción de extruir y baje temperatura.
Una serie de líneas a través del extruido.	Falta unión en las cargas del polímero.	Aumentando el tiempo de bajada del punzón ó aumentando la presión en el freno
Huecos o grietas en el centro de la barra.	Sobre "Sinterizado"	Reducir la temperatura del molde, asegurar al final de este enfriamiento no rápido
Zona granos cerca del centro de la barra. Pobre esfuerzo tensil.	Falta de "Sinterizado"	Aumentar la temperatura del molde o reducir la proporción de salida.
Curva indevida en el extruido.	Diferencias en la alimentación o en el enfriamiento	Asegurando que el polímero este uniformemente distribuido sobre el molde y ver la presión contraria ideada este actuando uniforme.
Extruido poroso.	Aire atrapado durante la compresión ó el polímero se encuentra húmedo	Aumente el tiempo de bajada del punzón Secando el polímero reduciendo la humedad

2.5 EJEMPLOS DE EXTRUSION PARA BARRAS DE: 5/16", 3/4" Y 2"

	Unidad	5/16 in. (8 mm.) Diam. de Barra	3/4 in. (19 mm.) Diam. de Barra	2 in. (50 mm.) Diam. de Barra
1. Ciclo de tiempos subida y bajada	seg. seg.	3½ } Total = 5½ 2 }	5 } Total = 9 4 }	6½ } Total = 12 5½ }
2. Peso de la carga	g.	1.3	8.1	11
3. Longitud de la carga	in. mm.	0.45 11	0.50 13	0.10 2.5
4. Longitud de calentamiento	ft. m.	3 0.9	6 1.8	6 1.8
5. Espacio radial en extremo útil del punzón	in. mm.	0.002 0.05	0.002-0.003 0.05 -0.08	0.005-0.008 0.13 -0.15
6. Temperatura del molde en cuatro controles leídas de arriba a bajo	°C. °F.	380, 410, 380, 180. 680, 770, 680, 360.	250, 420, 370, 250. 480, 790, 700, 480.	310, 350, 380, 310. 590, 662, 718, 590.
7. Temperatura de bajada sobre contorno del molde	°C. °F.	181, 313, 394, 405, 380, 345, 287. 356, 595, 741, 761, 680, 653, 549 at 6 in. (15 cm.) Intervalos	178, 388, 424, 434, 407, 381, 311, 251. 348, 691, 795, 815, 765, 734, 590, 482. at 8 in. (20 cm.) Intervalos	95, 200, 292, 330, 352, 380, 410, 388. Enfriam. Inf. 28 204, 392, 558, 626, 666, 680, 770, 730. Enfriam. Inf. 83. at 9 in. (23 cm.) Intervalos
8. Enfriamiento de Agua		Superior de Molde	Sup. e Inf. de Molde	Sup. e Inf. de Molde
9. Velocid. y cantidad de material por hora.	ft./hr. m./hr. lb./hr. kg./hr.	24 7.2 1.9 0.85	15 4.5 5.8 2.6	2½ 1½ 7.3 3.3
10. Diámetro de molde	in. mm.	0.354±0.002 8.99±0.05	0.803±0.002 20.40±0.05	2.175±0.002 55.3±0.05
11. Diámetro de la barra	in. mm.	0.328±0.002 8.28 ± 0.05	0.727±0.002 18.5 ± 0.05	1.990±0.002 50.6±0.05
12. Encogimiento	%	8	9.5	8.5

MOLDEADO 3

MOLDEADO

Introducción.-

Aún cuando el "TFE" es un polímero termoplástico al fundirse se vuelve viscoso y en esta forma es casi imposible de moldear la masa del material. Por lo que la inyección y técnicas de moldeo en estado viscoso, no pueden ser empleadas.

Para el caso de moldeado, las bases principales antes de la fabricación de "TFE", es formar a una determinada presión en frío, para después fundir o sintetizar, resultando un preformado con una masa homogénea, la cual substancialmente retiene la forma del preformado cuando se enfria. -- Por este medio es posible la producción de una variedad de formas simples y regulares, formas complejas son las más frecuentemente obtenidas y que después es necesario de maquinas (no todas) ó de algún diferente proceso de acabado. Los procesos empleados en el moldeado del "TFE" son de cuatro etapas diferentes siendo las siguientes:

- a).- Preformado.
- b).- Sinterizado.
- c).- Enfriado.
- d).- Máquinado (En algunas ocasiones)

3.1 ABASTECIMIENTO Y ALMACENAMIENTO.

Los polvos de "TFE" granular, son abastecidos en envases con el interior forrado de polietileno, éste polímero debe estar libre de humedad, en esta forma de empaque no hay posibilidad que exista, permaneciendo largos períodos de almacenamiento. Por lo general se hacen paquetes de 11.5 lbs -

10 lbs. ó 6 lbs. Aún cuando el material salga de la fabrica libre de co--- rrientes de polvo y ceniza, además con el fin que no exista humedad, éste material es perfectamente empacado y rigurosamente sellado, puede presentarse que con el transito del paquete el "TFE" pueda hacerse compacto particularmente en un ambiente caliente, resultando formas aglomerantes y que no son convenientes para su moldeo. Para poder desarrrollar un estudio más concreto en él moldeo de "TFE" nos basaremos en varios productos de un - fabricante (ICI), estos tipos son G4B, G4,G1 y G3, el tipo G3 es difícil que se presente en formas aglomeradas debido a sus características propias, mientras que en los restantes hay posibilidades que se presenten estos inconvenientes.

En bultos ó paquetes que se presenten aglomerantes, se tiene en primer lugar serias dificultades especialmente en el moldeo de secciones angostas, si esto se presenta requerirá de romperse en trozos pequeños, para -- después pasarse por una cribadora con una malla de 2057 micras.

El polvo de "TFE" aglomerado ó aterronado, puede también originarse - desde el almacenaje en depositos calientes, es aconsejado su almacenamiento en ambiente relativamente frios, es decir si se conserva a temperaturas menores de 69.8°F, en el proceso del preformado pueden ocurrir agrietamientos en el moldeo.

3.2 PRECAUCIONES DE MANEJO.

El "TFE" es un material altamente electrostático el cual puede atraer fácilmente impurezas y cenizas, por lo tanto se deberán tomar grandes precauciones de contaminación durante su manufactura. Es recomendado firmemente, sobre todo en talleres donde se efectua el procesado del polímero. -- Idealmente un moldeo en un taller, deberá estar bien quipado en la forma siguiente: Las paredes deben de estar formadas con tabique bucco, esmaltar o pulir la superficie de los pisos y otras superficies como son las partes superiores de mesas, pués de tal manera es fácil de lavar y limpiar ambas superficies. Con referencia a las puertas deberán tener instalado un sistema de ventilación continua con sus respectivos filtros de manera que todo el aire que penetre en el interior del taller sea libre de impurezas.

Dentro del taller, cuando se esta trabajando hay una variación de temperatura, siendo completamente inerte debida a la radiación de temperatura producida por el horno.

Cuando es introducida la preforma al horno y en el momento en que éste alcanza su temperatura de sinterización se tenderán a producir gases debido a la descomposición de los productos que se encuentran en el interior, si son inhalados producen efectos desagradables sin ser peligrosos.

Estos gases se producirán en diferentes momentos como son: Cuando el polímero preformado es calentado ó sinterizado, cuando se esta soldando ó uniendo cables con forros de "TFE". La inhalación de estos gases pueden ser fácilmente prevenidos, instalando un extractor de aire tan junto como sea posible al lugar donde se originen, como tenemos el caso de que en un horno de sinterizado que en su interior tiene instalado un extractor, tanto para controlar la temperatura interior como para expulsar los gases -- producidos y el cual tiene también instalado otro extractor en la parte exterior de la puerta principal, de manera que la abrir el horno los gases que tiendan a salir sean extraídos.

No debe permitirse fumar en los talleres de trabajo donde el "TFE" - es manejado manualmente, evitando contaminación con el tabaco, pues contaminado tenderá a subir los efectos de los gases.

3.3 EQUIPO.

Un molde típico empleado para el preformado de "TFE" en frio es como se presenta en la siguiente figura. Veremos más adelante una forma simple de diseño de moldes para la producción directa de formas complicadas, siendo comunmente consideradas.

Cuando intentamos rellenar un molde con polvos "TFE" a presión, el principal factor que influye en el diseño es la presión que se ejerce en las paredes, empleando presiones de diseño de

El material para la fabricación de moldes, requiere resistencia a la corrosión por lo que se podria aplicar acero inoxidable ó alto carbono, pero para sus características de trabajo es recomendable acero de bajo carbono con un recubrimiento de cromo duro de 0.010" de espesor.

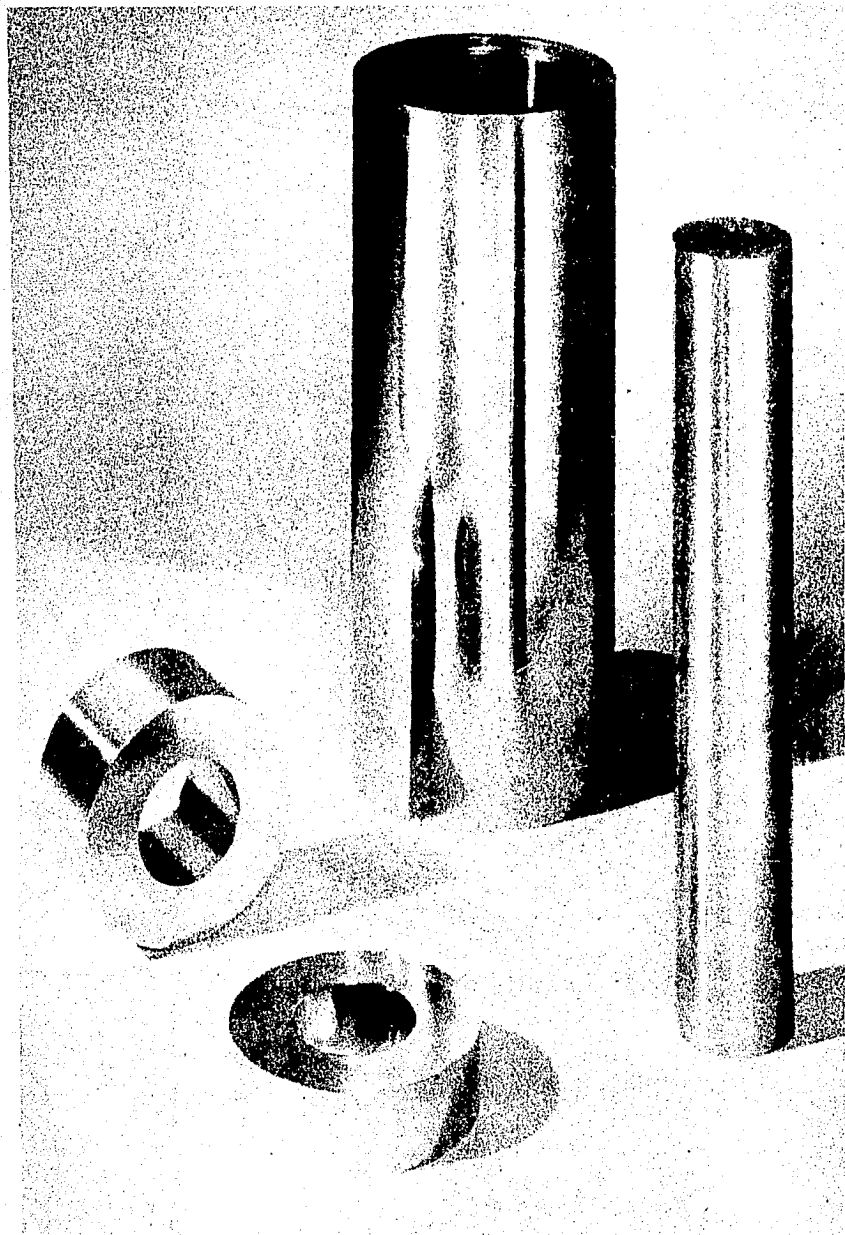


FIG. 3.1 PIEZAS DE MOLDE METALICO PARA MOLDEO

El molde esta comprendido principalmente de dos deparadores, uno superior y otro inferior los cuales al mismo tiempo sirven para presionar el polvo que se encuentra en el interior del molde, distribuyendo uniformemente la presión, por lo cual el anillo ó disco va bajando ejerciendo así la presión de los polvos. El claro entre disco y cilindro permitido para que se efectue un satisfactorio deslizamiento debe de ser 0.0005" radiales, -- pues no debe de ser grande, en este caso originaria en los espacios libres, rebabas que se quedan en la preforma, además para piezas de secciones no uniformes y pequeñas resultarian defectuosas.

Para moldear piezas huecas ó cilindros es necesario de un mandril ó corazón, igualmente para éste caso no debe haber espacios grandes entre el mandril y el anillo que se emplea de separador y opresor.

Llegando al diseño detallado del molde, el tipo de metal que se empleará decidirá el espesor de la pared. Dos propiedades importantes del "TFE" para el moldeo de polvos deben ser considerados:

- a).- La densidad del empaque al aflojar el polímero.
- b).- El cambio de dimensiones que sufre la preforma después del sinte rizado.

Para calcular el espesor de la pared del molde, tenemos la siguiente fórmula:

$$t = \frac{D}{2} \sqrt{\frac{f+p}{f-p}} - 1$$

- Donde:
- t = espesor.
 - D = Diámetro interior.
 - p = Presión aplicada.
 - f = Esfuerzo elástico del acero.

Como las condiciones no son hidrostáticas, la relación entre Axial y Radial deben ser consideradas.

Basandonos en el cálculo del esfuerzo de fluencia y trabajando en el límite con un factor de seguridad, presentamos la siguiente tabla Fig. 3.2, en la cual presentamos la variación de los esfuerzos de fluencia dados conforme el tipo de acero empleado y las indicaciones de espesores t, para un molde común de 3" de diámetro, permitiendo un factor de seguridad 2.

TIPO DE ACERO		SUAVE	INOXIDABLE	ALTO CROMO
GRADO		EN 3A	EN 58B	EN 56 AM
ESFUERZO ELASTICO (f)	TON. PULG. ²	18	17	45
	KG. CM. ²	2,840	2,680	7,060
ESPESOR REQUERIDO (t ₁)	PULG.	0.186	0.198	0.072
	M.M.	4.724	5.029	1.828
ESPESOR DE TRABAJO (t ₂)	PULG.	3/8	25/64	9/64
	M.M.	9.50	10.00	3.50

FIG. 3.2

La densidad, determina la altura del molde durante la operación del - preformado, comparando en proporción de la altura total del preformado con la altura de la columna del polvo. Para algunos casos es necesario colocar una extensión al molde pues como se mencionó anteriormente, la columna de polvo es mayor a su altura de la preforma final, como el polímero es comprimido, el disco que se encuentra colocado en la parte superior del molde puede ser removido hasta que todo el polímero sea cargado en la parte principal del molde.

Otro factor importante, es la contracción que se produce en la preforma, una vez terminado el proceso de sinterizado, la preforma usualmente se incrementa en su altura y reduce en el diámetro. La dimensión exacta de la contracción volumétrica, es decir el cambio de porcentaje en la altura y diámetro de la preforma, dependerá principalmente de los polvos empleados, es decir de los diferentes tipos, de sus propias características y de la presión empleada en el preformado.

Dependiendo en condiciones de encojimiento pueden variar entre 2% a - 12%, normalmente encoje uniformemente si las condiciones de proceso permanecen constantes. Un ejemplo de ésta variación es presentada en la Fig. 3.3 basandose para este caso un tipo determinado de polímero (Fluón G3).

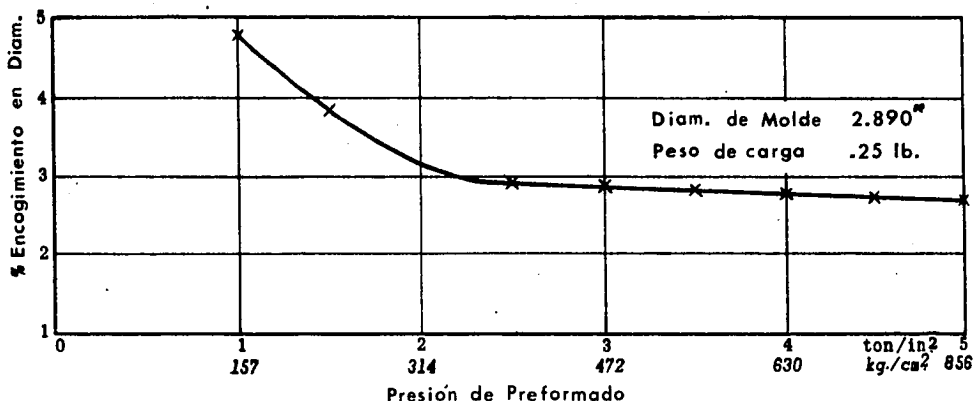


FIG.3.3 VARIACION DE ENCOGIMIENTO DIAMETRAL VS PRESION.

Prensa.

En la selección de la prensa para el moldeo del "TFE" debe considerarse: El total acometido en la cual la prensa es capaz de abrir, es decir el espacio entre el disco superior y el disco inferior de la misma prensa. El golpe longitudinal del punzón y finalmente el grado de control del cual -- puede ser ejercida sobre el disco en movimiento.

Un producto de "TFE" con mucho más consistencia puede ser obtenido, - instalando un sistema que automáticamente controla la velocidad y los tiempos. Las presiones del preformado de casi 4465 lb/pulg² son frecuentemente favorables.

Un amplio detalle de las presiones recomendadas en el preformado, se darán más adelante en la sección de proceso de producción de la preforma.

El total de presión aplicada puede ser fácilmente calculada, desde el conocimiento del preformado, de la superficie de moldeo y ángulos correctos a la dirección de la presión, presentando en seguida un ejemplo práctico.

Ejemplo.- Calcular la presión requerida que debe aplicarse a una preforma de "TFE" en forma de barra, la cual debe tener las siguientes dimen-

siones:

Diámetro = 4"

Altura = 8"

Solución.-

$$\text{Area} = 0.785 \times D^2 = 0.785 \times 16 = 12.6 \text{ pulg}^2$$

se mencionó anteriormente sobre la presión recomendable, siendo 4465 lb/pulg² = 2 Ton/pulg² por lo tanto:

$$P = 2 \text{ ton/pulg}^2 \times 12.6 \text{ pulg}^2 = \underline{25.2 \text{ Ton.}}$$

para el cálculo de la presión no se considera la altura de la preforma.

Como la altura inicial de la columna de polvos en el molde es gradualmente reducida durante el preformado, una prensa empleada para el moldeo de "TFE" deberá tener una larga "Luz natural" y un largo golpe, este factor es relativamente de poca importancia cuando se esta moldeando placa ó lámina de "TFE", pero son cada vez más importantes estos factores cuando se producen bloques altos ó piezas altas. Para la producción excepcionalmente de moldeos abultados y largos es aconsejable un pre-prensado con un cilindro, al cual se le aplica un alto vacío de aire, reduciendo la altura de los polvos.

Aplicando éste método de pre-prensado se convierte en un moldeo rápido y fácil, después en la prensa se van comprobando las presiones necesarias, empleando un manómetro que se encuentra instalado entre los discos y otro menómetro en el pistón hidráulico, comparando así las variaciones de presiones.

Horno.

Los hornos empleados para el sinterizado del "TFE son calentados eléctricamente, asegurando una razonable economía en la operación del horno, para afectar las disminuciones de temperaturas fácilmente, comunmente se utilizó un extractor de aire, que además de abatir la temperatura extrae los gases arrojandolos a la atmósfera, que por ser desagradables no son recomendables en las areas de trabajo.

El sinterizado es llevado dentro de temperaturas entre 698°F y 735°F, siendo la temperatura más aceptable 716°F. Es esencialmente necesario que la temperatura sea uniforme dentro del horno, lograndolo por medio de circulación de aire en su interior, en seguida presentamos un dibujo esquemá

tico del horno eléctrico.

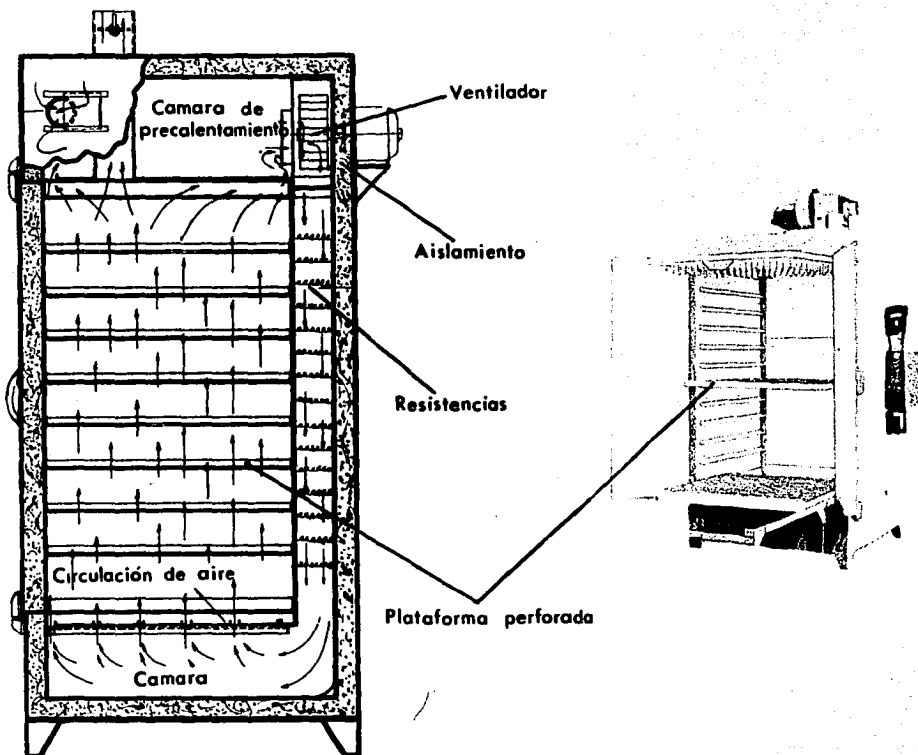


FIG.3.4 HORNO ELECTRICO

El interior del horno debe estar ranurado, para tener una buena circulación de aire caliente, evitando diferencias de temperaturas mayores de 9°F .

Para perfección de la operación donde el moldeado libre es sinterizado, se debe combinar con alguna forma automática del tiempo y temperatura. Esto permitirá una programación del ciclo de sinterizado para las preformas que se encuentran dentro del horno. Desde luego para el control ideal de la temperatura es necesario instalar varios térmopares dentro del horno.

Por razones de seguridad se deberá cortar automáticamente la temperatura a 770°F , ésto es instalado en combinación con el control de las resistencias eléctricas, de manera que cuando llegue a sobrepasar la temperatura de seguridad, estas se desconecten evitando así un sobrecalentamiento -

que es perjudicial para las preformas ya sinterizadas. Es además importante no abrir las puertas cuando la temperatura se encuentre en su máximo, - debido a que en las preformas se originan contracciones bruscas de partículas, produciendo rajaduras en la misma, por lo que se deben abrir las puertas hasta que la temperatura sea mínima, es decir casi a la temperatura ambiente del área de trabajo.

3.4 PREFORMADO.

Cada tipo de polvo de "TFE" tiene sus propias características, razón por la que requiere de diferentes presiones para cada tipo, además de varios tiempos de retención de presiones. Con referencia al tamaño de grano de cada polímero, en el interior del molde hay determinado vacío para cada tipo.

En seguida se darán diferentes presiones para los productos de un fabricante (ICI) del cual se toma para ejemplos. Las siguientes presiones -- son aconsejables de aplicar a las preformas en el empleo de:

Fluón G4 y G4B	2200 lb/pulg ²
Fluón G1.	3300 lb/pulg ²
Fluón G3.	4400 lb/pulg ²

Primeramente se tiene un molde en el cual se efectuará el prensado de la preforma, este se llenará de polvo de "TFE" con un peso anteriormente calculado para obtener la preforma con una determinada altura, es decir para calcular el peso del polímero se aplica la siguiente fórmula.

$$p = V \times C \quad (\text{lbs.})$$

Donde: p = Peso.
 V = Volúmen
 C = Peso específico para cada tipo de "TFE"

El peso específico comunmente es el siguiente:

"PTFE" virgen.	0.078 lb/pulg ³
"PTFE" con carga	0.081 lb/pulg ³

Una vez llenado el molde se precede a prensar el polvo, aplicando la

presión gradualmente en un extremo y combinando con una determinada velocidad recomendada por el fabricante, cuando la presión requerida es obtenida se deberá detener la presión hasta que todo el aire sea expulsado del interior de la preforma y no más allá de la contracción de la preforma, tomando su medida con relación a la altura respectiva.

Aplicando la presión a la preforma desde ambos extremos no mejoramos particularmente el problema, cuando el molde y su contenido es razonablemente largo. Con gran tamaño y su demasiado peso de los moldes, se crea un problema en la manipulación de estos, en la siguiente figura se presentan un aditamento que es frecuentemente útil.

Como se verá es un anillo de metal fijo al molde, cuando hay casos en que es necesario levantar el molde, es operado hidráulicamente por medio de los abrazaderas con un mango y accionan sobre el anillo en la parte inferior, el cual es levantado dejando un espacio por donde puede ser insertado un disco ó plato que sirve para comprimir el polvo de "TFE" uniformemente. Además este sistema es aceptado en el caso en que es necesario aplicar presión en cada uno de los extremos.

Los tipos de aplicación de presión es muy dependiente de los polvos empleados y de las dimensiones de la preforma por hacer, por ejemplo para los mismos casos tomados anteriormente del fabricante. Para el G1 no mayores de 1" de altura, empleando un peso de .250 lb. en un tipo de molde cerrado se considera una velocidad de 5 pulg./min. con un tiempo permaneciendo abajo y con la presión completa deseada, de casi 5 seg. Para el tipo G4 deseando hacer un preformado de 6" de altura, empleando un peso de 50 lb en un tipo de molde cerrado, se recomienda avanzar inicialmente con una velocidad de 2 pulg./min. y gradualmente bajando a 1/4 pulg./min., justo después de la presión de avance.

Como se ha explicado previamente, la presión deberá ser aplicada al instante desde un extremo lentamente hasta llegar a su máximo, para después permanecer un determinado tiempo de reposo y por último ir soltando lentamente.

Comunmente como regla general para tomar el tiempo cuando la presión se va bajando ó soltando en la longitud del molde, se considera de casi 1min./lb de polvo, de ahí por ejemplo para una preforma con un peso de 56 lb. se soltará en un tiempo aproximado de 56 minutos. Es importante esa

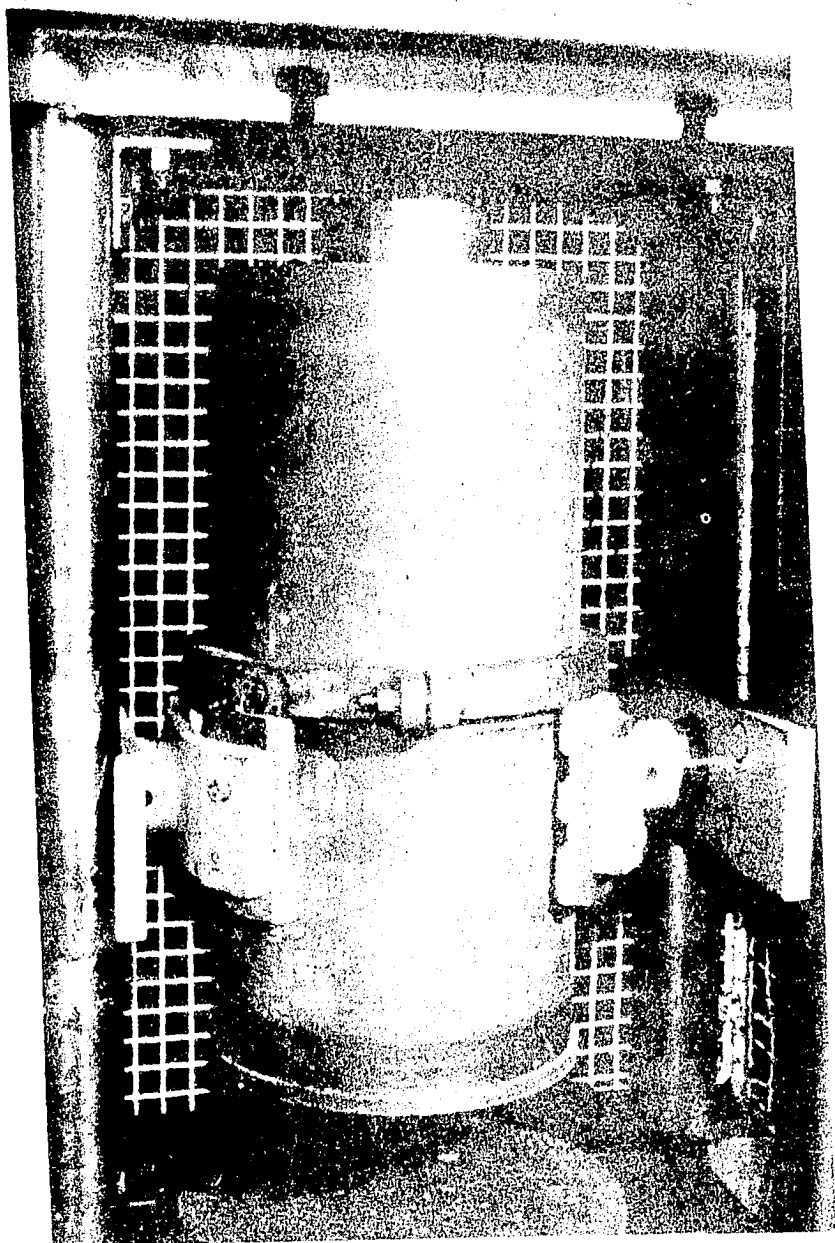
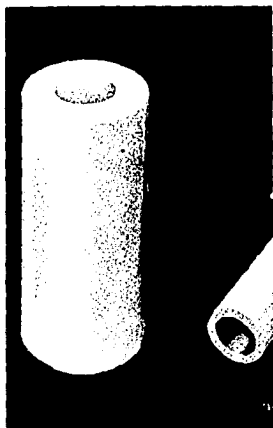


FIG. 3.5 MOLDE COLOCADO EN PRENSA HIDRAULICA .

presión aplicada a la preforma, que una vez terminada es soltada lentamente, debido a que la preforma se expande ligeramente cuando la presión es removida, si esta expansión ocurriera repentinamente, hay riesgo de que esta preforma se agriete.

Como la preforma es libremente sinterizada, deberá ser retirada del molde con seguridad y con ligeros golpes continuos. Si en la preforma se tiene un mandril, deberá ser librada igualmente, como seguridad se le dan ligeros golpes continuos antes de expulsar la preforma.



**Cilindro de TFE
moldeado**

**Barras de TFE
moldeadas**



1.- Barra y Tubo.

Primeramente calculamos el volúmen del moldeado propuesto, para después con éste dato obtendremos el peso del polvo que debe ser empleado. El polvo deberá estar razonablemente libre de aglomerantes, por lo que estos polvos primeramente se pasan por una malla de manera que sea lo suficientemente fino.

Para los moldes largos no es necesario que se tamice el polvo, la carga completa del polímero debe ser uniformemente cargada dentro del molde, empleando un aditamento para su llenado de manera que lo que se desea introducir, sea todo completamente, debido al alto costo del material "TFE".

Si es necesario podrá ser asentado bien el polvo, por movimiento constante del molde y ligero en la parte de afuera con una madera ó con un mazo plástico. Inicialmente al cargar los polvos, el prensado puede ser manualmente, empleado para ello una barra ó un tubo y después golpeando por la parte superior, frecuentemente se reduce el volúmen lo suficientemente, permitiendo alejar la extensión superior del molde que se emplea para iniciar el proceso de compresión de los polvos. Es recomendable particularmente para los moldes largos, iniciar la compresión primeramente extraiendo el volúmen de aire que se encuentra combinado con el polímero en la parte interior del molde. •

En la figura 3.6 se ilustra la compresibilidad de varios polímeros del fabricante antes mencionado, moldeando los polvos a bajas presiones. Por último el molde es transferido de la prensa y colocado fuera la preforma de manera usual.

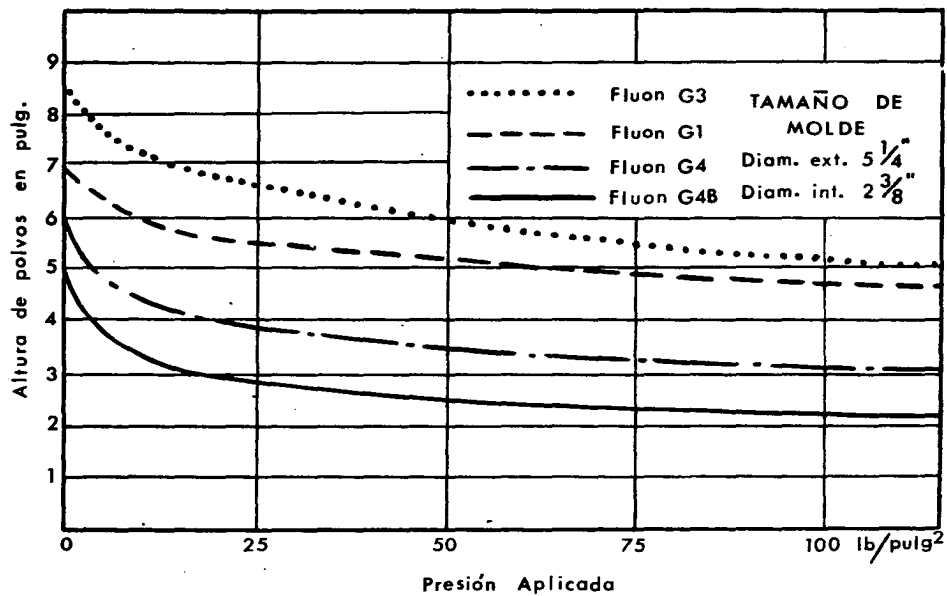


FIG. 3.6 COMPRESIBILIDAD DEL TFE A BAJAS PRESIONES

2.- Moldeo con reducción de diámetros.

El moldeo con reducciones de diámetros, semejante como se presenta en las figuras 3.7

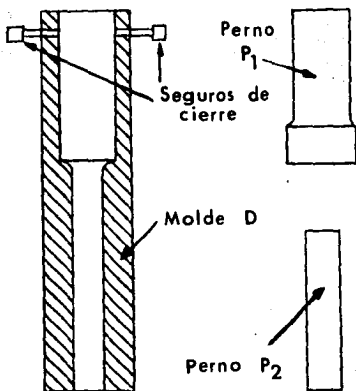


FIG. 3.7A MOLDE

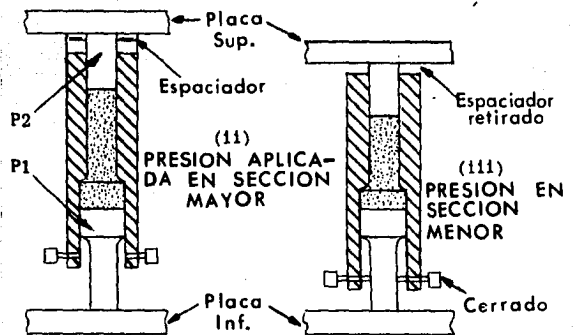
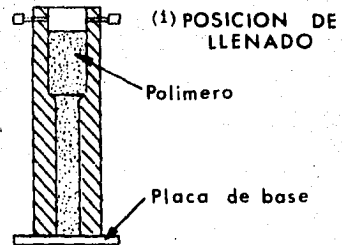


FIG. 3.7B PROCEDIMIENTO

Estas pueden ser obtenidas directamente por medio del moldeo de polvos. El molde que se emplea es presentado en Fig. 3.7A una de las piezas - es un cilindro en el cual son introducidos dos pernos con diferentes diámetros, es decir no más ancho y el otro más angosto respectivamente. El método

do es ilustrado para el preformado en la Fig. 3.7B el molde "D" es colocado en posición hacia arriba y descansando sobre un disco metálico como base, el émbolo con diámetro mayor (P_1) es insertado y a su vez el molde es invertido, el disco empleado como base es retirado e insertamos el émbolo -- (P_2), después es colocado en la prensa donde se aplica la presión en ambos extremos, antes que se inicie la operación debe registrarse la medida de la presión, en la plataforma de la Fig. 3.7B hay espaciadores colocados entre el molde y el disco superior fijando su tamaño.

La presión es contenida hasta que termine de bajar, no antes de que se llegue a la presión requerida que generalmente es recomendada para varios tipos de polvos en 2200 lb/pulg². Los espaciadores que se encuentran en la parte superior son alejados, aplicando a la parte superior presión, como se presenta en la Fig. 3.7B, se fabricará la de menor diámetro, después tomando un adecuado período el moldeado es ejecutado de manera normal como antes se explico. En seguida presentamos diferentes tipos de piezas moldeadas.

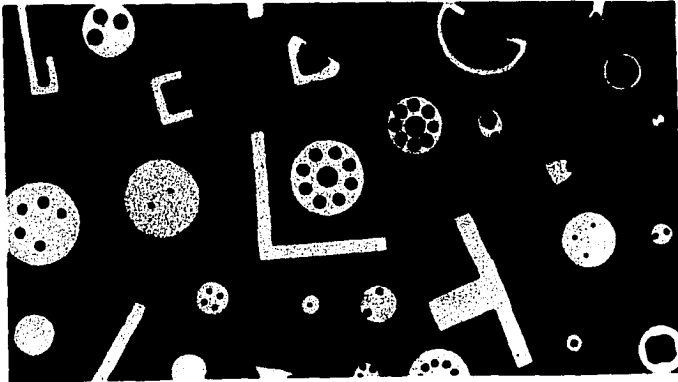


FIG. 3.8

3.- Lámina .

Un cálculo preliminar indicará el peso del polímero requerido, para la fabricación de lámina el molde es ajustado de manera que la cavidad sea lo suficientemente extensa, teniendo el peso de los polvos exáctamente. Para algunos polímeros empleados es necesario que se pasen por un tamiz, ya que

no puede tolerarse bolas de polímeros, en la Fig. 3.9, se tiene una representación esquemática del molde.

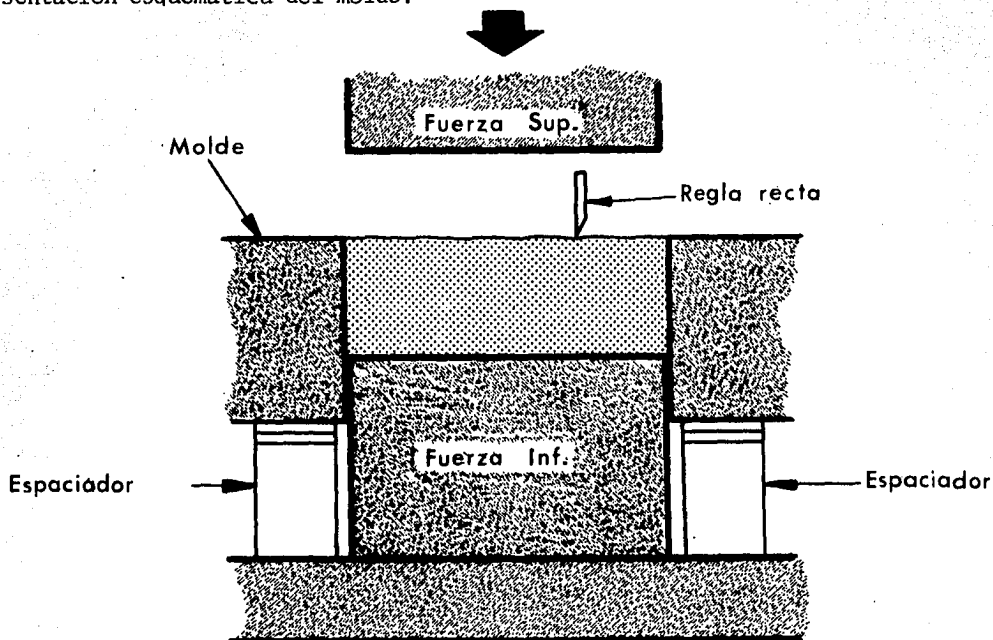


FIG. 3.9 MOLDEO DE PLACA T.F.E.

La cavidad es llenada, una vez que el molde se encuentre completamente lleno se hace pasar por el mismo una regla ó barra que tenga filo en un costado y que se encuentre perfectamente recta, ésta descansa en las orillas del molde llevando lentamente de extremo a extremo, de manera que se llene uniformemente. Cuando los polvos están nivelados satisfactoriamente y altamente pulido por medio de un plato de metal preferiblemente de acero inoxidable, se coloca sobre los polvos, es decir entre el plato y el producto por prensar, una capa de hule ó material flexible, al cual soportará el efecto de distribución de presión en toda el área del polímero.

La alineación del plato es importante y este puede ser revisado, prenando una lámina delgada, la medición de ésta indicará alguna variación de espesores ó presentará áreas de densificación desigual.

Las láminas no son normalmente hechas en grandes espesores, es decir como máximo de 2" de espesor, de ahí que cuando prensamos la carga que --

puede ser aplicada favorablemente con una rapidez hasta cierto límite, aun que teniendo un adecuado tiempo para la presión cuando se encuentre abajo, siendo ésto lo más importante.

4.- Troquelado.

El proceso de troquelado para el "TFE" es similar en principios al --moldeo por impacto de otros termoplásticos, semejantes como la lámina de -acrílico.

El troquelado el "TFE" es efectuado fuera del moldeo, el que ya ha sido sinterizado, de la misma forma que en los termoplásticos, usualmente en estado gelatinoso es transferido y colocado en un molde a una determina da temperatura, donde es prensado a presiones de 2200 a 5500 lb/pulg² enfriado lentamente a bajas presiones.

Procurando principalmente, perder poco calor como sea posible, al momento de transferir el moldeo en estado gelatinoso desde el horno al lugar en que se encuentra el molde y aplicar presión tan pronto como sea posi ble, en el lapso de tiempo, la temperatura es retenida simplemente después del sinterizado. Pero este método no es siempre recomendable a menos que -se emplee un horno giratorio, ya que alternativamente se tiene una separa ción, calentando el horno a lo largo donde se efectua la presión de troque lado.

Si en el diseño de los moldes, incorporamos espesores grandes y por- ciones delgadas, debe de tenerse mucho cuidado pues al encontrarse dentro del horno a la misma temperatura, como el resto del moldeo, ocasiona en ciertos casos contracción diferencial y congelación interior, resultando tensiones internas en los moldes.

En todos los instantes de diseño debe permitirse un encojimiento late ral, esto dependerá de varios factores incluyendo el tamaño del molde como son: La selección del polímero, la presión y temperaturas escojidas, para estas pruebas de ajuste es necesario antes tener las tolerancias de la pie za por moldear.

Para la fabricación de piezas grandes en las cuales se mantienen un -poco más las temperaturas, el troquelado puede ser llevado a temperaturas de 590°F a 608°F, evitando el cambio de dimensiones, la que toma lugar --

cuando se encuentra en forma gelatinosa enfriándose la canal, presentando una transición de temperaturas y consecuentemente se reduce el riesgo de presentarse esfuerzos de tensiones con el enfriamiento interior.

El troquel esta formado de varias piezas, las cuales son calentadas - ayudando el regreso de su forma original gradualmente. Se tiene una deformación grande en el máximo de temperatura a la cual la pieza de "TFE" puede ser experimentada, así no afectará a la temperatura de servicio aproximadamente 303°F.

Preformado automático .

Dos tipos básicos de máquinas se emplean para el preformado automático siendo:

- a).- Mecánicas.
- b).- Hidráulicas.

Para la primera categoria, se ha experimentado que existe una gran -- cantidad de moldeos comunes, pero se tiene grandes desventajas como son el empleo necesario de un golpeteo constante además se limita ha tener una pe queña profundidad de llenado y como principal inconveniente, no se tiene - un control de presión.

Con respecto a las máquinas hidráulicas son más extensas en su campo de acción por lo cual se tiene preferencia, teniendo las siguientes ventajas: Se puede tener un buen control de presión, velocidad y un largo golpe el cual permite una buena profundidad de llenado.

El llenado por volúmenes puede ser empleado en un sistema de lanzadera con alimentación, este procedimiento es normal pero el llenado por peso es más posible y preferible. En general son aplicados los principios de di seño para el moldeado de "TFE" en moldes. Parte es producido por prensado en una dirección vertical asegurando en éste, un corte entero seccional en la superficie recibiendo la adecuada presión en el molde.

De cualquier modo diametral, en moldeos pequeños pueden hacerse empleando acciones múltiples, utilizando para el fin varias presiones que son fácilmente adaptables.

Uno de los principales problemas para el preformado automático de polvos, es la poca fluidez siendo solucionados ahora en la actualidad. El preformado automático es empleado por el presente, esencialmente para la fabricación de partes pequeñas requiriendo de máquinas capaces con cargas sobre 15 Ton. y largas.

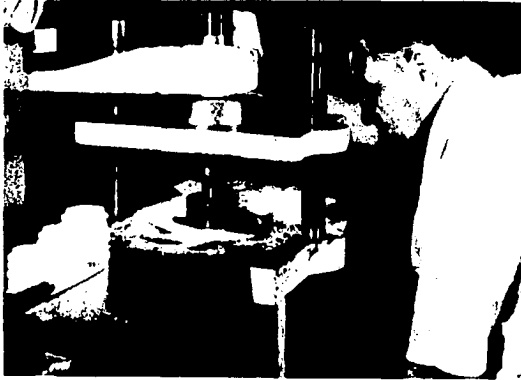


FIG. 3.10 PRENSA PARA MOLDEO CHICO

Moldeado isostático.

El prensado isostático es empleado en la industria de la cerámica, este método consiste en comprimir el polvo por medio de la aplicación de fuerzas con fluidos hidráulicos. Este procedimiento puede ser aplicado al "TFE", requiriendo comprimir libremente el polímero, en los cuales las bolsas fluyen en su interior, teniendo una baja relación de compresión.

El método consiste en llenar de Polvos de "TFE" un saco de hule ó plástico y sellado cuando se ha llenado completamente para después colocarlo dentro de una cámara con fluido hidráulico conteniendo alta presión. El saco acciona en la misma forma de un molde y como medio de separación entre el polímero y el fluido, después el número requerido de sacos son insertados cerrando la cámara, la presión es gradualmente incrementada al nivel apropiado donde ésta es detenida y suavemente soltada.

Una ventaja destacada de esta técnica es: Los resultados en un molde de densidad uniforme fuera de una canal de longitud angosta, produciendo formas irregulares en las cuales sus procesos son dificultosos, si empleamos técnicas convencionales puede ser moldeado fácilmente por este procedimiento.

Moldeo poroso.

El "TFE" poroso es requerido para ciertas aplicaciones semejante como los filtros, en el cual pueden ser usados satisfactoriamente con varios -- plásticos. Varios métodos pueden ser empleados en la manufactura del "TFE" poroso, dependiendo de los requerimientos de la porosidad, en seguida mencionamos algunos.

- 1).- Un método es mezclar al carbonato de calcio con polvo de "TFE" moldeando los polvos y procesandolos en la forma normal, finalmente se disuelve la materia inorgánica con ácido clorhídrico.
- 2).- Uno de los métodos generalmente preferidos es mezclar refinadamente metil-metacrilato con "TFE" y después moldeando los polvos. Como ejemplo tenemos la resina grado LG (nomenclatura del fabricante) tiene partículas del tamaño de 150 - 200 micras, el grado --- DA100 tiene de 75 - 85 micras. La composición de "TFE" es después preformado y sinterizado en forma normal, el polímero acrílico es descompuesto en el sinterizado resultando poros en la barra o pieza.

Empleando ambos métodos citados, debe de tenerse cuidado al mezclarse para obtener una porosidad uniforme requerida.

- 3).- El moldeo poroso puede hacerse empleando un presinterizado de los polvos, también el moldeo será frágil si se usan presiones normales de moldeo.
- 4).- Una mezcla para un "TFE" especial tipo G2F y moldeando el polvo, será primeramente poroso el cual puede ser variado con la composición. Las presiones del preformado serán de 4400 lb/pulg.² siendo sustituibles ó variables.
- 5).- Satisfactoriamente el moldeo poroso puede hacerse desde el moldeo del "TFE" a bajas presiones, por ejemplo empleando el tipo

G4 las presiones del preformado 250 a 550 lb/pulg.² y una porosidad de 5% - 15% resulta un tamaño de poro de 8 - 10 micras.

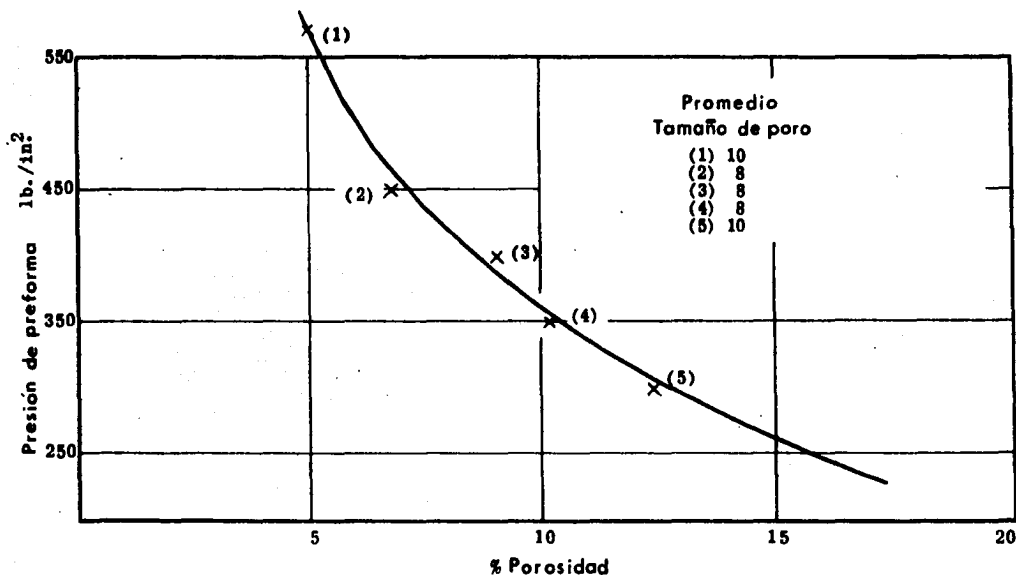


FIG. 3.11 VARIACION DE LA POROSIDAD CON LA PRESION

3.5 TECNICAS DE SINTERIZADO.

Dos principales procedimientos son empleados para la producción del moldeado con "TFE".

- a).- Sinterizado libre.
- b).- Presiones con enfriamiento.

En ambos el moldeado de los polvos es prensado en un molde que produce la preforma. Para el moldeado en el cual el sinterizado es libre, la preforma es alejada desde el molde, sinterizando y enfriando en el horno. Para el moldeado en el cual se tiene Presión con enfriamiento, es mantenida la preforma principalmente en el molde y ambos (el molde y el contenido) son colocados en el horno siendo amortiguada la temperatura con el molde, para des-

pués ser retirado el molde cuando el moldeado de "TFE" se encuentra frío.

Hay argumentos en favor de cada uno de los procesos por largos períodos de tiempo, existiendo grandes peligros de esfuerzos residuales en el procedimiento de "Presión con enfriamiento" y generalmente pobre en color. Cuando se usa el proceso de "Sinterizado Libre", una serie de moldeados - pueden hacerse del mismo molde dependiendo de las necesidades, es decir -- moldeados de diferentes formas y tamaños pueden ser reunidas y sinterizadas todas a la vez en el horno. Además sinterizando todas al mismo tiempo puede tomar lugar, durante el cual puede tenerse una suma de ventajas como son el bajo costo ya que el calentamiento del horno requiere de energía -- eléctrica para hacer funcionar las resistencias.

Ambos sinterizados pueden ser mejor controlados en una programación - del ciclo sin la atención continua del operario. Las necesidades de altos esfuerzos mecánicos a un tiempo serían aplicados y evitados por "Presiones con enfriamiento", son ahora logrados sin necesidad de este, por medio del uso de polvos semejantes.

Tiempos de sinterizado y temperaturas.

El tiempo requerido para el sinterizado depende no sólo del tamaño de la preforma si no también en el tipo del polímero y la presión del preformado aplicado. Como regla general algunas de las partículas de los - polímeros son suaves, la impureza de la tierra es más fácilmente adherida al polímero provocando dureza de las partículas. La alta calidad de estos polímeros pueden ser precedidos mejor por un aumento leve del período de - sinterizado.

De cualquier modo un amplio margen en la temperatura de sinterizado - es generalmente permitido, por el cambio de un polímero a otro que no es - normalmente incluido en los cambios de programa de sinterizado.

El punto crítico de fusión del "TFE" es de 620°F donde el polímero -- cambia de un material cristalizado parcialmente a uno que es totalmente -- amorfo. Como las partículas son fundidas más lentamente cuando se va calentando un poco de 104°- 122°F antes del punto de fusión. La temperatura normal de sinterizado recomendada es de 716°F, en el tiempo de sinterizado no deberá ser transferido fuera del horno.

Las preformas no deberán ser introducidas dentro del horno cuando se tenga una temperatura mayor a 122°F y luego levantar la temperatura a --- 716°F. En moldeados pequeños de espesores no muy grandes ó mayores de --- 1-3/4" aproximadamente, puede ser introducido en el horno ya a la temperatura de sinterizado pero siempre es preferible el incremento gradual de temperatura.

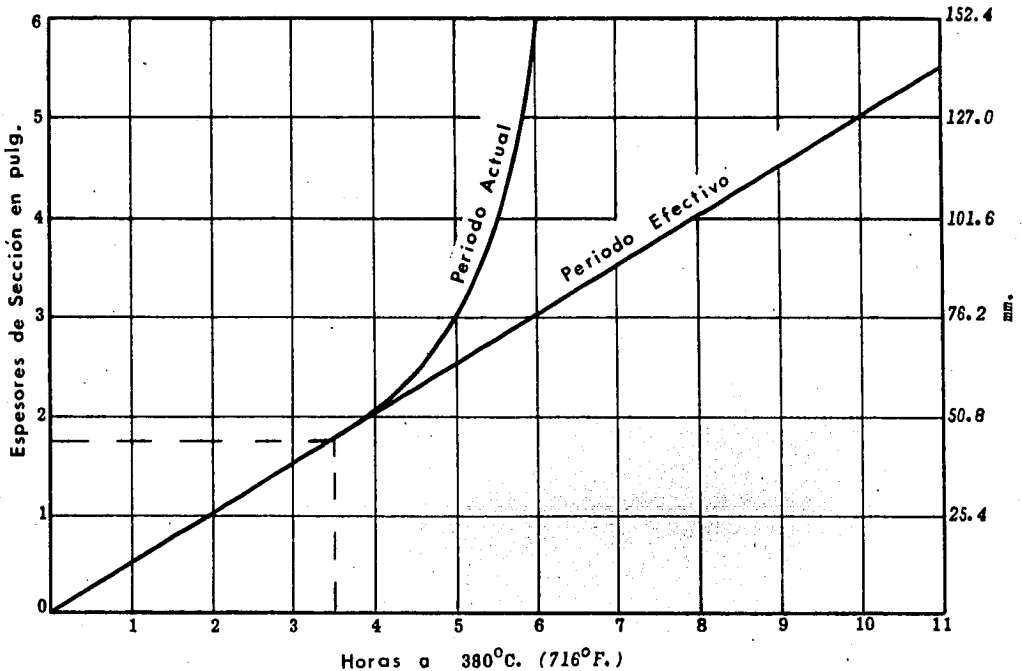


FIG. 3.12 VARIACION DEL TIEMPO DE SINTERIZADO CON ESPESORES

Quando el espesor de la sección son sinterizados y el enfriamiento -- desde la temperatura máxima es retardado particularmente en la región de -- 536°-716°F, de aquí que el moldeado esta siendo actualmente sinterizado -- por periodos durante el calentamiento y enfriamiento en adicional, teniendo el tiempo de sinterizado recomendado.

3.6 ALGUNOS EJEMPLOS DE MOLDEO.

MEDIDAS	Diametro		Ejemplo A Barra			Ejemplo B Cilindro			Ejemplo C Barra			Ejemplo D Cilindro			
	Longitud														
PESO	lb. kg.		0.40 0.18			3.00 1.36			8.00 3.63			49.00 22.22			
	Temperatura °C. °F.		Relación °C. / °F. / hr. hr.		Tiempo hr.	Relación °C. / °F. / hr. hr.		Tiempo hr.	Relación °C. / °F. / hr. hr.		Tiempo hr.	Relación °C. / °F. / hr. hr.		Tiempo hr.	
Calentamien. 1	Ambiente														
	280	536	100	180	2%	100	180	2%	75	135	3%	50	90	5	
	280-300	536-572	75	135	¼	75	135	¼	40	72	½	20	36	1	
3	300-380	572-716	50	90	1½	50	90	1½	20	36	4	10	18	8	
Sinterizado 4	380	716			2			2			5%			5%	
Enfriamiento	5	380-300	716-572	50	90	1½	50	90	1½	20	36	4	10	18	8
	6	300- 60	572-140	55	99	4%	55	99	4%	40	72	6	30	54	8%
	Total de tiempo en horno		12			12			24			36			

Un ejemplo "D".- El sinterizado actual dado a 716°F es de 5-3/4 Hrs. - Considerando el tiempo efectivo de sinterizado antes citado 689°F es casi - de 9 Hrs., el cual coincide con la línea de relación período efectivo que - se presenta en la gráfica Fig. 3.12, donde las presiones de enfriamiento -- son empleadas a tiempos de sinterizado diferentes.

Sinterizado en vacío ó atmosfera inerte.

Los productos de "TFE" presentan ventajas en el sinterizado, ya sea en vacío ó en atmósfera inerte, semejante como el nitrógeno ó argón. El Producto resulta desde estas técnicas, con ventajas en los procesos de "Sinterizado libre" y "Presión con enfriamiento", estos productos carecen de porosi--

dad y deformación sin tener desventajas, edificándose esfuerzos y pobre en calor.

MAQUINADO

4

MAQUINADO

El "TFE" puede maquinarse ó trabajarse fácilmente para darle la forma que se desee, empleando máquinas comunes para metal y madera, los regímenes de producción en serie de las máquinas para roscas automáticas son también aplicables al "Teflón".

De especificarse tolerancias de gran exactitud, o cuando las formas del producto son muy complejas, o sólo requiere uno o dos prototipos, el maquinado del "TFE" es el método lógico de fabricación. El "TFE" puede maquinarse fácilmente con sólo seguir ciertas reglas.

Todas las operaciones normales como son: torneado, fresado, taladrado perforado, roscado, atarrajado, escarificado, pulimentación etc., son aplicables al "TFE", lo mismo que en los demás termoplásticos. La termoconductividad del "TFE" comparada con la de los otros metales es excepcionalmente baja, es además blando a pesar de ser elástico, ceroso, a la vez que su gran tenacidad. Su "sensación" de corte es semejante a la del latón, pero el efecto de desgaste de la herramienta cortante es como el acero inoxidable. No obstante cualquier tornero o fresador entrenando puede trabajar el "TFE" fácilmente para darle formas requeridas con tolerancias hasta de -- 0.0008" y hasta 0.0004" si se trabaja con mayor cuidado.

Hay tres puntos que requieren consideración especial:

- 1.- Deben usarse líquidos enfriadores especialmente si la velocidad de corte pasa de 500 f.p.m.
- 2.- La herramienta debe de tener el espacio libre adecuado.
- 3.- Deben usarse altas velocidades con pasadas ligeras y avances lentos.

4.1 ENFRIADORES, VELOCIDADES Y AVANCES .

Si durante el maquinado del "TFE" se deja acumular el calor en la zona de corte, el material tenderá a recalentarse y la herramienta a perder el filo, de aquí que sea necesario usar enfriadores para velocidades de más de 500 f.p.m. el agua mezclada con aceite hidrosoluble en la proporción entre 10 : 1 hasta 20 : 1 es un buen enfriador.

Además de su termoconductibilidad, la elevada termodilatación del "TFE"- (casi diez veces más que los metales) puede causar otras dificultades. Toda generalización y localización del calor excesivo, causará dilatación del plástico en el sitio en que ocurra. Dependiendo del espesor de la sección y de la operación que esté ejecutandose, la dilatación concentrada en un sitio puede ocasionar cortes defectuosos por exceso ó por defecto y hasta producir huecos ahusados en el taladro.

Las velocidades superficiales entre 200 y 500 f.p.m. son más satisfactorias para obtener un acabado fino y no requiere el uso de líquidos enfriadores.

Los avances para la gama de velocidades entre 200 y 500 f.p.m. deben hacerse entre 0.001" y 0.002/rev. Debe usarse una velocidad alta para un corte de acabado (800 f.p.m. en una máquina de rosca automática por ejemplo.) El avance deberá bajarse proporcionalmente. La profundidad de corte recomendada varia desde 0.001" hasta 0.250".

En las operaciones de taladro, el desplazamiento de la herramienta hacia adelante, debe conservarse entre 0.001" y 0.002"/rev. Puede resultar ventajoso retirar y acercar la herramienta alternativamente para que el calor se disipe en el enfriador.

4.2 DISEÑO DE LA HERRAMIENTA .

La aplicación de la herramienta adecuada es otro importante factor para controlar la acumulación de calor. Aunque puede usarse herramientas corrientes, mejores resultados se obtienen usando herramientas especialmente diseñadas para cortar "TFE".

Los datos siguientes son importantes para dar una punta adecuada a la herramienta de corte.

Angulo de despojo superior.....0 a 15° positivo
 Inclinación y ángulo lateral.....0 a 15° positivo
 Angulo frontal o de extremo.....1/2 a 10° positivo
 Las brocas requieren generalmente los ángulos mayores a estos.

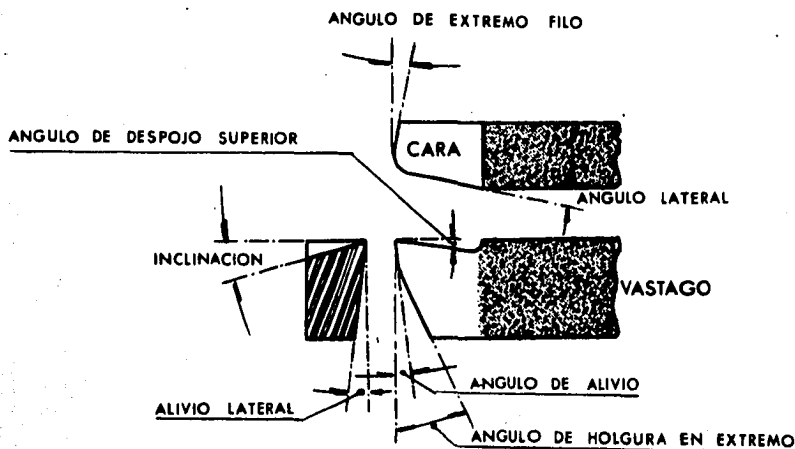


FIG. 4.1

Las herramientas deben de conservarse siempre sumamente afiladas, preferiblemente lapidadas con polvo de diamante para evitar muescas y rebabas, que son principales causas de despostilladuras y acumulación de calor por fricción. Esto es especialmente cierto cuando se trata del maquinado del "TFE" con material relleno. Las herramientas del tipo "Stellite" y con punta de corte carburada ayudan a reducir al mínimo la necesidad de estar afilando con frecuencia.

Para compensar en parte el desgaste de la herramienta, conviene amoldarla con pequeño radio frontal. Todas las brocas sean estas helicoidales o de media caña deberán tener estrias hondas y altamente pulidas.

También es importante dar apoyo adecuado al material, especialmente cuando se trata del torneado de varillas de "PTFE", largas y delgadas pues la flexibilidad del material puede causar malos resultados si llega a doblarse la pieza por no haberse dado apoyo suficiente.

Existe otra característica del "TFE" que se hace aparente en toda ope

ración de torneado. Lo que se va cortando del "TFE" a salir en forma de rizo largo y continuo en vez de salir en forma de virutas o cintas como cuando se tornean varillas metálicas. Si dicho rizo no se guía mecánicamente para retirarlo de la pieza de trabajo puede ser que se enrolle en ésta e impida el flujo del enfriador, o peor aunque separe la pieza de la herramienta. En las máquinas de rosca automática, basta retirar momentaneamente la herramienta de la pieza de trabajo.

4.3 REGLAS PARA EL TORNEADO Y FRESADO.

Las resinas de "TFE" se máquinan normalmente con tolerancias de $+ 0.002''$, aunque en ciertos casos la elasticidad natural de estas resinas permiten que las piezas maquinadas se amolden a las dimensiones deseadas. Por ejemplo una pieza que tenga una ligera protuberancia puede encajarse a presión, a un costo mucho menor de lo que costaría el máquinado final para obtener dimensiones exáctas, y una pieza encajada a presión funcionará tan bien como una acabada a las dimensiones precisas.

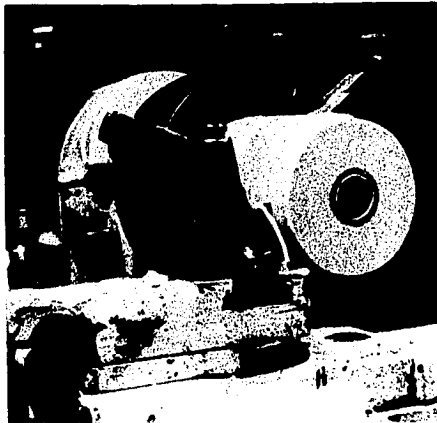


FIG.4.2 TORNEADO DE TFE

4.4 TOLERANCIAS .

Quando sea necesario producir piezas con tolerancias sumamente exáctas, esencial seguir un procedimiento de relajación de esfuerzos. El calentamiento

to del material fluorocarbonado (es decir "TFE" combinado con un determinado % de carbón) a una temperatura ligeramente mayor que la que se ha utilizado en servicio (pero no menos de 618°F) relaja los esfuerzos iniciales, manteniendo esta temperatura durante una hora por cada 1 pulg. de espesor de la pieza enfriándose después lentamente, se completa una operación del recocido inicial (Este material material con los esfuerzos ya relajados puede de también obtenerse de sus fabricantes), una pasada de desvaste dada al material puede dejarlo dentro de las dimensiones finales requeridas. Un reconocimiento del material antes del corte de acabado final removerá los esfuerzos inducidos por la herramienta.

Medida de las tolerancias .

La medición de las tolerancias en las piezas maquinadas de "TFE" requieren mucho cuidado de parte del personal. En general se obtienen muchos mejores resultados, si los instrumentos calibradores no ejercen presión excesiva sobre la pieza. Es siempre mejor comprobar las dimensiones a la temperatura de servicio de la pieza de que se trate pero de no ser posible ó práctico, podrá recurrirse al método de compensación de temperaturas. Las piezas labradas o torneadas a su tamaño final y que se miden a la temperatura ambiente o menor, no satisfacerán las especificaciones a temperaturas elevadas. Un procedimiento contrario trae los mismos resultados.

4.5 ACABADOS DE SUPERFICIE .

A las piezas de las resinas "TFE" pueden darseles acabados mejores -- que de 16 micropulgadas. La herramienta cortante afilada y pulida con presión puede producir en caso necesario, superficies acabadas con lisura de 16 micropulgadas; un equipo normal produce acabados de más ó menos 32 micropulgadas.

También pueden usarse compuestos lapidadores pero estos y los pulimentadores corrientes pueden quedarse incrustados en el fluorocarbono que son difíciles de remover. La maquinaria no usada exclusivamente para el maquinado del "TFE" puede dejar también incrustaciones contaminantes en la superficie de la resina.

Aunque con la resina de fluorocarbono es fácil moldear piezas de formas complejas, puede haber casos en que resulte práctico o deseable recurrir al maquinado. En tales casos las informaciones o sugerencias dadas anteriormente para el "TFE" son igualmente aplicables a los de resinas de "TFE" compuesto, excepto que la temperatura máxima de relajación de esfuerzos es 500°F para las resinas de "PTFE" compuesto.

APLICACIONES

5

A

EMPAQUES

Y

SELLOS

APLICACION A EMPAQUES

Esencialmente las empaquetaduras trenzadas son dispositivos sencillos empleados como mecanismos obturadores para restringir el escape de los fluidos en contacto con las partes en movimiento, de válvulas, bombas, juntas de expansión etc. Las hay en gran variedad de tamaños formas y tipos de construcción.

Debido a la naturaleza básica y a la aplicación acostumbrada de los empaques su selección es a menudo objeto de poca consideración. Sin embargo, como bien lo sabe todo técnico en mantenimiento, una obturación adecuada y durable es la clave de una operación aceptable y económica. Por este motivo, la selección y la instalación de los empaques es por lo general tan importante como la selección e instalación de la pieza misma para el equipo original.

Un corto paso de inspección por muchos de los edificios de la industria de la transformación demuestra a la vista que, en general, la selección de los empaques no recibe toda la consideración que se merece. Se observan escapes de vapor, goteos de agua, escapes de aire y la pérdida de la gran variedad de productos acabados y semiacabados a través de numerosas fugas.

Tratándose de bombas, las fugas pequeñas son frecuentemente deseables y hasta necesarias para una lubricación adecuada, en esta válvula, o en una junta de expansión, sin embargo, estos empaques son muy caros, no sólo bajo el punto de vista del mantenimiento si no por la pérdida de los productos.

Frecuentemente la causa de tales pérdidas no tiene que ver con la válvula ni con ningún otro componente empleado en el equipo, si no con un empaque defectuoso. De modo que una vez comprendido el problema de las fugas, -

estas no serán difíciles de controlar.

Un entendimiento básico de la naturaleza de la falla habitual de los empaques constituye al primer paso hacia mayores utilidades.

Suponiendo que el componente del equipo original se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento y que el empaque usado es de tamaño correcto y está bien instalado, la causa principal de una falla por el mal funcionamiento del empaque, consiste en la pérdida excesiva de los lubricantes del mismo.

Los diagramas de la Fig. 5.1, claramente ilustran la naturaleza de esta pérdida. Los lubricantes del empaque, aceite, grasa y grafito, se escurren de las temperaturas de funcionamiento y a la presión del prensa estopa. Esta pérdida produce la reducción del volumen del empaque y da lugar a escapes. Luego el mecánico de mantenimiento trata de evitar el escape apretando el prensa-estopa, operación que exprime aún más el lubricante y en poco tiempo el empaque se pone seco, duro, sin vida, incapaz de proveer el sello apropiado. Como esta cadena de eventos es algunas veces difícil de evitar en los empaques estandar, tales escapes son usualmente tolerados hasta que el mantenimiento rutinario exija su reemplazo.

Como el escurrimiento del lubricante es más a menudo la causa de la falla del empaque obviamente la medida correctiva esta en seleccionar en empaque con un lubricante, que no puede exprimirse. El asbesto trenzado azul o blanco impregnado con "TEFLON", resina de tetrafluoroetileno, es tal producto: Varias formas y grados de este empaque han demostrado su utilidad durante muchos años en numerosas fábricas.

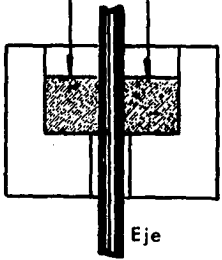
En realidad, las partículas de la resina de "TEFLON" forman con el asbesto trenzado un enlace mecánico sumamente fuerte y la presión es incapaz de expulsar dichas partículas. Y las resinas de "TEFLON" no son afectadas por la temperatura aún a 500°F (o a temperaturas mayores, cuando el funcionamiento es intermitente;) tienen un coeficiente de fricción sumamente bajo, no contaminan los productos manipulados y resisten el ataque de todo producto químico. La buena combinación de "TEFLON" con el asbesto asegura empaques casi libres de mantenimiento y capaces de controlar escapes durante muchos años de servicio.

Aunque los empaques de asbesto trenzado y "TEFLON" han sido ampliamente

Fig.5.1 La pérdida de lubricante ocasiona la falla de los empaques

NUEVO EMPAQUE CONVENCIONAL

Presión del prensaestopas

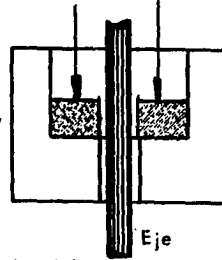


Empaque convencional de asbesto impregnado con lubricantes de grasa aceite y grafito



EMPAQUE CONVENCIONAL USADO

Presión del prensaestopas

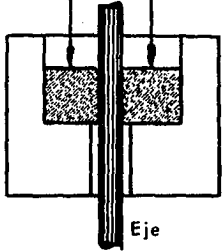


Al perder lubricante se pone duro sin vida y se comprime con el uso, Permite fugas a través del sello



NUEVO EMPAQUE DE ASBESTO - PTFE

Presión del prensaestopas

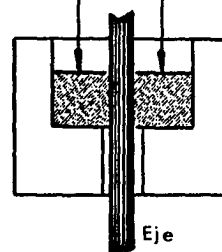


Empaque de asbesto impregnado con una resina de PTFE



EMPAQUE USADO DE ASBESTO - PTFE

Presión del prensaestopas



El empaque de PTFE no exprime los lubricantes de la resina. Dura mas tiempo sin producir escapes



te aceptados y empleados durante muchos años su uso en general habia sido limitado a aplicaciones de materiales químicos fuertes. Ahora estos empaques se estan empleando para operaciones menos severas, como tuberias de vapor y hasta en válvulas de toma de agua, y la razón es que los usuarios de bombas y válvulas estan comprobando que el costo inicial del material utilizado para estos empaques es insignificante comparado con el costo -- del mantenimiento y pérdidas ocasionadas por los escapes de líquidos y pa ros de trabajo por concepto de fallas.

Los conocimientos adquiridos por los fabricantes por ejemplo demuestran la importancia de los empaques de "TEFLON" para toda aplicación industrial, mediante la estandarización de estos empaques para cualquier -- clase de manipulación de productos fuertes o corrientes, equipos nuevos o viejos. Y durante los 6 años que las resinas de "TEFLON" se han utilizado en tan diversificada instalación el escape de agua y de vapor han sido -- prácticamente eliminado. Una ventaja adicional de los empaques de asbesto TFE. es la consiguiente gran reducción de los inventarios.

Correctamente instalados los empaques de asbesto trenzado impregnado con "TEFLON" ofrecen el sistema de obturación que menos mantenimiento necesita en válvulas o juntas de expansión. El período de iniciación es parte muy importante y necesaria del proceso de instalación; primero se empa ca la caja prensa-estopa o junta y se aprieta lo suficiente para obtener un sello inicial. Se aplica entonces calor y presión a la tuberia durante uno o dos días. Luego se aprietan los casquillos del prensa-estopa de las válvulas o juntas de expansión hasta apenas completar el sello. Obsérvese que es muy posible apretar demasiado los casquillos del prensa-estopa. -- Los empaques deberán comprimirse sólo lo suficiente para asegurar un ajuste de sellado ligeramente mayor que el necesario para mantener la presión de la tuberia. De hacerse bien esta operación muy raramente tendrá que -- apretarse nuevamente los empaques de asbesto con resinas de TFE.

Claro que este período de funcionamiento inicial es recomendado para toda clase de empaques, no sólo para los de "TEFLON". Sin embargo, los empaques convencionales pueden perder hasta 50% de su lubricante después de un solo ajuste mientras que los de asbesto con "TEFLON" no experimenta rán casi ninguna pérdida de peso después de efectuada esta operación.

Gran parte de lo expuesto anteriormente se limita al uso de empaques para válvulas y juntas de expansión cuando se trata de sellos para movimientos relativamente lentos y poco frecuentes. La mecánica de sellado de bombas con sus altas revoluciones de ejes, es naturalmente más crítica y nuevamente en este caso los empaques de asbesto y "TFE" ofrecen ventajas de volumen constante mayor duración y menos mantenimiento.

Aunque no se va a tratar aquí de duplicar las instrucciones de los manuales ya publicados sobre instalación correcta de empaques para bombas, vale la pena revisar la importancia de algunos puntos.

Si los efectos de empaques sobre-ajustables en válvulas o juntas de expansión son considerados indeseables, entonces el ajuste excesivo de los empaques en las bombas es catastrófico. Los empaques por acañamiento o trenzados, cuando se forzan demasiado contra una superficie desgastada por el casquillo del prensa-estopa, generalmente producen ejes rayados, suspensión de trabajo y producto desperdiciado. Esto es particularmente cierto cuando se trata de empaques que pierden su lubricante al apretarse el prensa-estopa. De igual importancia son la suavidad del acabado del eje y su pequeño descentramiento, factores que deberán controlarse adecuadamente para el empaque resulte eficiente.

Todos los empaques de bombas tendrán que lubricarse exteriormente. La manera más fácil de hacerlo es permitir un ligero escape del líquido utilizado para el proceso. Varias gotas por minuto serán una cantidad adecuada, si por cualquier motivo este método no es deseable, la lubricación exterior mediante un anillo de cierre hidráulico es aceptable.

Con los empaques convencionales, los materiales de impregnación (como son aceite, grasa, y grafito) pueden actuar como lubricantes de emergencia de corta duración. De resultar muy apretado el empaque, en caso de una falla de lubricación externa, entonces en empaque se calienta hasta que los materiales impregnantes suministren la lubricación necesaria.

Esta medida escapatoria, sin embargo no es un buen sustituto para la correcta lubricación e instalación del empaque. Reduce el volumen de éste, operación que a su vez permite el escape del fluido para volver a proveer la lubricación necesaria. Y a medida que el ciclo se repite el empaque se va endureciendo y agotando cada vez más, trayendo como consecuencia un ra-

yado destructivo del eje, escapes y los subsecuentes paros de trabajos. La principal ventaja de los empaques de asbesto con "TFE", es decir, el hecho de que estos no pierden lubricante, es por consiguiente tan beneficiosa para bombas como para válvulas.

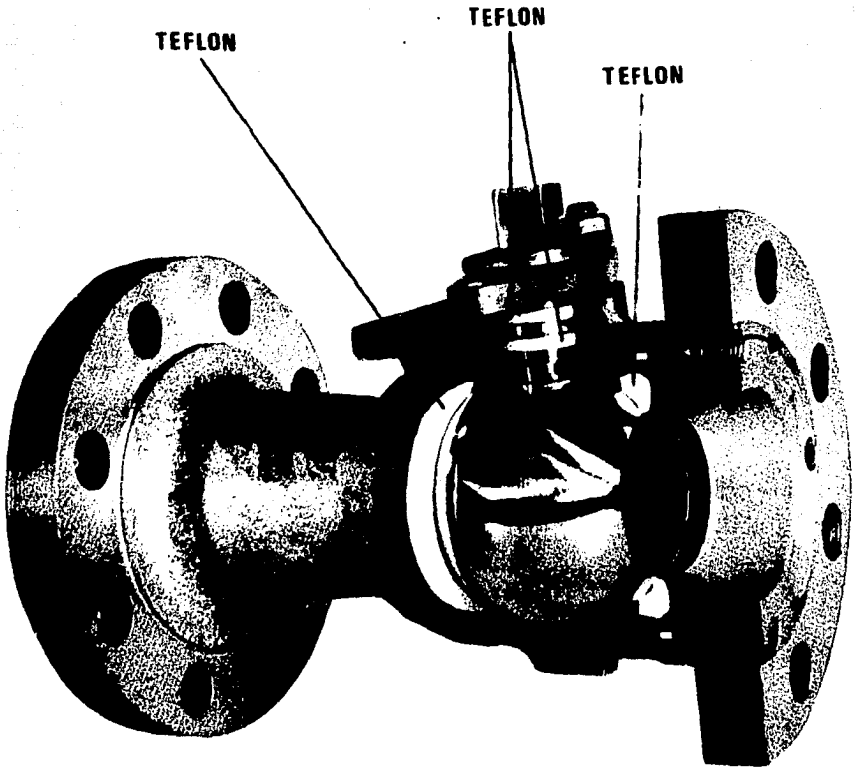


FIG. 5.2 VALVULA

APLICACION A SELLOS

Por regla el término, sello de cara ó sello mecánico axial es empleado generalmente como dispositivo sellante, en los cuales una parte es fija y la otra giratoria, efectuando un sello entre ambas caras, requiriendo de superficies perfectamente lisas, siendo empleados en flechas giratorias. Las fuerzas del fluido son retenidas por las caras en contacto, las cuales son perpendiculares a la flecha.

Los sellos mecánicos axiales, remplazan convenientemente al estopero y al prensa-estopas, donde el fluido debe ser detenido a pesar de la presión de salida en el prensa-estopas. Este tipo de sellos tiene varias ventajas:

- A).- Reduce la fricción y pérdidas de potencia.
- B).- Elimina el desgaste en las flechas.
- C).- Elimina ó controla el goteo sobre el servicio de la unidad.
- D).- Relativa sensibilidad a una deflexión en la flecha ó por juego.
- E).- Libertad para un mantenimiento periódico.

Tienen una desventaja, en las componentes de presión, ocasionan un cuidadoso manejo en la instalación. Diferenciándose entre estos con respecto a diseño de detalles, todos los sellos mecánicos estan compuestos de los siguientes elementos:

- 1.-) Sello de anillo giratorio.
- 2.-) Sello de anillo estacionario.
- 3.-) Dispositivos con resortes de presión.
- 4.-) Sellos estáticos.

Los sellos de anillos giratorios y estacionarios son empleados finalmente con los dispositivos de carga, como son los resortes efectuando el sellado en la superficie de deslizamiento.

El componente estático de un sello mecánico axial, elimina el goteo -- del líquido que pudiera pasar por la unión con el anillo giratorio y la flecha. Cuando el anillo giratorio del sello es estacionario con respecto a la flecha girando, se efectúa un sellado en la unión de los extremos por medio de empaques como: anillos "O", anillos "V", copas "U" etc.

5.2a TIPOS GENERALES .

La principal ventaja para este tipo de sellos es la poca relación de - goteo, por ejemplo la relación de goteo entre los empaques mecánicos y los de sellos de cara, es un promedio alrededor de 100 a 1. En resumen el sello de cara causa un pequeño desgaste en la flecha y en el estopero.

El sello dinámico es creado en las caras del mismo, que se encuentran verticalmente a la flecha, además pequeños movimientos ocurren entre la cabeza del sello y la flecha en el que están funcionando.

La reposición del estopero ó de la flecha es muy remoto que se efectúe, requiriendo más fácilmente el cambio del sello. En la mayor parte de los casos, la cara únicamente es repuesta, la que está automáticamente unida dentro de una caja, debiendo considerar las dimensiones de referencia. Manualmente no puede ser ajustado antes de instalar, sin embargo una vez colocada la unidad, resulta más fácil el ajuste.

Los sellos del tipo acabado de cara estándar, son empleados arriba de una presión de 3300 lb/pulg² en bombas de procesos pesados, para velocidades que exceden de 50000 f.p.m. aplicadas en aeroplanos y para temperaturas de -425°F y +5000°F f.p.m. es necesario de diseños especiales, así como para presiones arriba de 10000 lb/pulg² permitiendo además predeterminar el - espacio entre las caras del sello.

Otro método para manejo de altas presiones, es colocando un sello a--- tras de otro, como se muestra en la Fig. 5.3 .

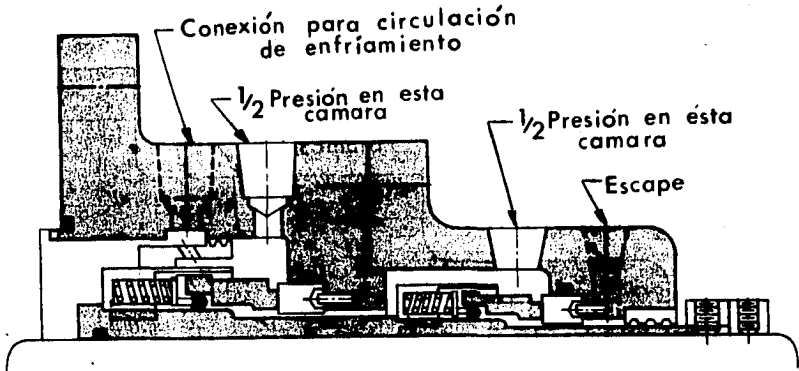


Fig. 5.3 Colocación de sellos uno atrás de otro

Eliminando presiones abajo en sus respectivas cámaras de cada cara de los sellos, sólo resultando presiones diferenciales.

Un sello atrás de otro, son empleados donde requiere una gran seguridad, cada uno es capaz de absorber o detener toda la presión del sistema, -pués es colocado independientemente con sólo una separación neutral de un fluido a baja presión. Además comúnmente las flechas se flexionan, pudiendo ser tolerado por las caras de los sellos, llegando al correcto sellado, es considerado el diseño un poco complicado.

El sello básico tipo de cara es presentado en la Fig. 5.4 .

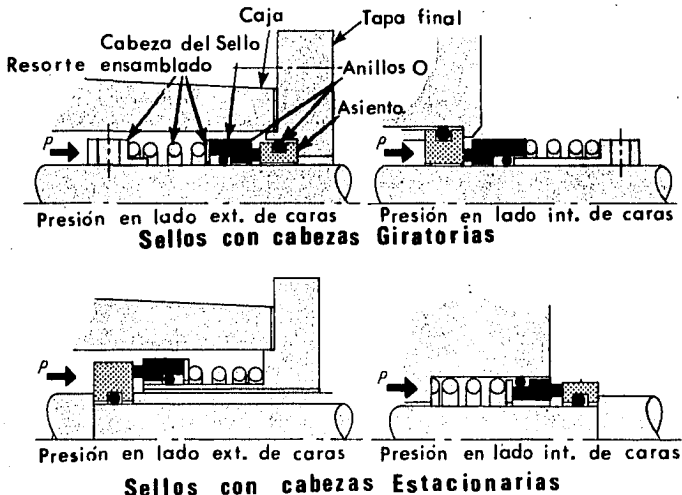


Fig. 5.4 Métodos de sellado en cabezas giratorias y estacionarias. La selección depende de la dirección de presión.

La flecha tiene un anillo "O" como miembro sellante, se encuentra en una cámara incorporada a las caras del sello, la cámara es completamente cerrada por el anillo "O" debido a los efectos de precarga sobre la flecha, de esta manera se asegura el sellado.

Ensamblado se encuentra un resorte que acciona sobre el miembro sellante de caras, manteniendolas siempre juntas durante los diferentes períodos, sumando las presiones hidráulicas existentes dentro de la unidad.

Un sello completo consiste básicamente de dos elementos:

- a).- Cabeza del sello en la unidad: donde se encuentran incorporadas, el miembro sellante de cara acabada y un resorte metálico.
- b).- Asiento del sello, el cual se mantiene fijo y soporta al miembro estacionario.

Las caras de los miembros estacionarios y giratorios, se encuentran perfectamente rectificadas con un acabado espejo, una variación del diseño básico se presenta en la siguiente Fig. 5.5 .

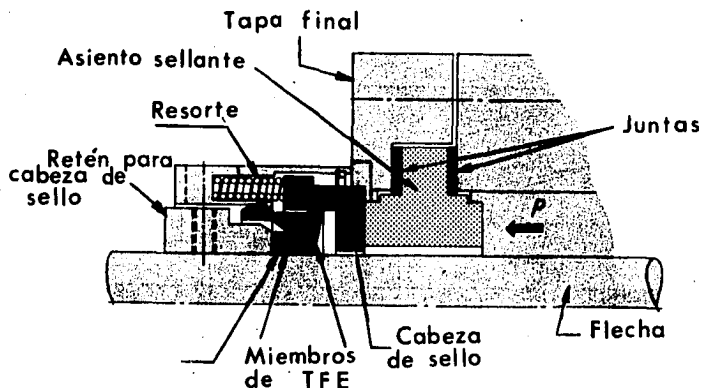


Fig.5.5 Unidad montada exteriormente utilizando especialmente piezas de TFE, en miembros de sello estático simplificando su instalación, cambio y ajuste.

En este diseño, la unidad de la cabeza del sello se encuentra montada exteriormente, simplificando su instalación y renovación, así como también su ajuste. Para este caso la flecha es fija y la cabeza del sello esta especialmente moldeada al miembro del sistema.

Para un equipo bastante grande, hay necesidad de dividir los sello, - permitiendo su instalación y cambio individual de las partes más fácilmente, ya que se presentan casos en necesidades de cambiar cojinetes, coples, cajas de empaques y otros componentes.

5.2b SELLOS ESTACIONARIOS Y ROTATORIOS.

Como se ha explicado anteriormente, se pueden presentar casos de rotaciones de la cabeza permaneciendo el asiento estacionario o viceversa. Ambos casos son seguros, excepto en juntas rotatorias de tipos diseñados especialmente, donde varios de los miembros estan sujetos a rotaciones y oscilaciones.

Tipos de cabeza .

El método de sellado en sistemas rotacionales ó estacionarios dependen de la dirección de presión, ver Fig. 5.4 En este ejemplo se presenta la dirección de presión, manteniendo las caras del sello cerradas. El empleo y limitaciones de cada método, ayuda dependiendo en lo particular de la aplicación del sello.

Cabezas rotacionales.

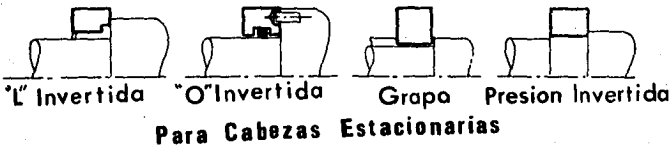
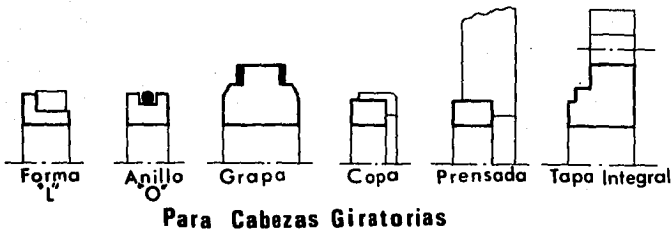
Son comunmente empleadas en flechas, y maquinadas con tolerancias pequeñas, comparativamente desde el alto grado de los materiales. El empleo de sellos rotacionales, tiene un sentido ó dirección correcta de la presión, cuando el sello es empleado dentro de la caja de empaques. Los sellos que se encuentran en el interior de la unidad, estan sujetos a esfuerzo de compresibilidad, asi como los que se encuentran montados en el exterior de la misma, algunas de sus partes se encuentran sujetas a los más criticos esfuerzos de tensión.

Cabezas estacionarias.

Son aplicadas, cuando comparativamente se encuentran altas velocidades, por lo que requiere de un balanceo denámico, que puede ser logrado teniendo un control de todas las dimensiones y tolerancias en los componentes de la cabeza. En algunas aplicaciones donde las condiciones de operación son simples, los sellos estacionarios son considerados como prácticos, por el espacio de configuración útil del sello. Una desventaja de este tipo de cabeza, es con respecto a sus tolerancias es decir se debe de mantener un alto grado de pulido, en el material en general.

Tipos de asientos.

El diseño del asiento, es variable en los sellos rotacionales y estacionarios.



ASIENTOS SELLANTES PARA CABEZAS

FIG. 5. 6

Existiendo una gran variedad de diseños, los cuales pueden ser adaptados en el fondo del plato ó disco, siendo útiles para los sellos con cabeza rotacional.

Cuando los materiales empleados son quebradizos, como en el caso de la cerámica, es importante considerar los esfuerzos causados por el elemento sellante en el asiento, así como en los lugares en que se encuentra el asiento, sujeto a compresión. En el tipo en que el asiento gira, la selección del material es convenientemente más limitada.

Generalmente un anillo "O" es colocado en el diámetro interior del miembro del asiento, cualquier ensanchamiento creado por el anillo "O", ocasiona tensión en el material, esto es relativamente peligroso por que los materiales del asiento se vuelven quebradizos, convenientemente se selecciona la elasticidad de los materiales, ya que deben soportar este factor. Desde luego la selección es más crítica con el miembro del asiento en rotación

5.2c SELLADO EN FLECHAS.

El sellado de flechas incluye elementos como son:

Anillo "O", anillo "V", Copa "U", cuñas y resortes .

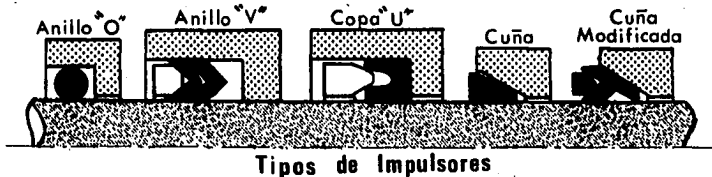


Fig.5.7 Configuraciones sellantes en flechas

Los primeros cuatro elementos constituyen una categoría de sellos del tipo "Impulsor". Como las caras se gastan, estos elementos sellantes impulsan hacia adelante a lo largo de la flecha, manteniendo cerrada perfectamente la unión entre las caras sellantes.

Elementos de tipo impulsor.

Para el anillo "O" la suma de presión hidráulica y la carga mecánica desde el miembro del asiento, proporciona un efecto de sellado.

Para el anillo "V", copa "U" y cuñas, crean un sellado proporcionado por una carga mecánica debida a la acción de un resorte y además por la presión hidráulica existente dentro de la unidad.

Son diseñados los anillos "V" y copa "U" como sellos, para trabajar sobre la superficie de la flecha y sobre la superficie interior de la caja de empaques. La acción de sellado es obtenido por la fuerza del resorte y presión hidráulica, actuando sobre los elementos dispersores, los -- que reaccionan contra el movimiento del sello, repartiendo las fuerzas en ambas direcciones.

En el típico sello de impulsor, los materiales empleados son: Elastómeros, plásticos, asbestos y metales. La combinación propia del material y su diseño requerido, desempeñan su efecto de sellado, por ejemplo para altas presiones y con variaciones de temperatura con un rango de -100°F a 500°F , pueden ser sellados empleando anillos "O" elásticos, diseñado con espacios cerrados. Sin embargo un anillo "O" hecho de un material plástico como el TEFLON (TFE) y empleando a la misma diferencial de temperatura mencionada anteriormente, elimina la función de sellado.

Quando decrecen las temperaturas en anillos "V" y copas "U" hechos en material de TEFLON (TFE), estan sometidos a esfuerzos de encojimiento y convirtiendose en material quebradizo. La fuerza del resorte y la presión hidráulica deben compensarse, manteniendo el bastidor con expansión separada.

Para una cuña formada de TEFLON (TFE) y decreciendo las temperaturas, el sellado se encuentra en función de la flecha y del tipo de película que se encuentre en la superficie, como el TEFLON encoje su construcción sólida asienta sobre la flecha y va penetrando poco a poco dentro del hueco en

que se encuentra, esta acción es independiente de la presión total que hay dentro de la unidad. Cuando la temperatura aumenta la cuña puede deslizarse hacia afuera de la canal, causando un ciclo de respiración. Empleando --- TEFLON con relleno de vidrio se podría emplear sucesivamente a -400°F , cuñas con una combinación de asbesto con otros materiales son empleados arriba a 650°F .

La flecha se deflexiona relativamente a velocidades bajas en ciertas aplicaciones.

Para la copa "U" y el anillo "V" de material TEFLON, con dos superficies paralelas puede tomar sólo un pequeño porcentaje de la deflexión en la flecha, relativamente inferior a baja velocidades, donde se presenta un alto grado de deflexión en la flecha, la cuña es más práctica.

Elementos de tipo resorte.

En formas de tipo resorte, los miembros sellantes son diferentes al de tipo impulsor, requiriendo para estos un sello estático entre el buje y la flecha. Aquí todo el movimiento axial es tomado hacia adelante flexionado por los resortes. Plásticos moldeados son empleados para un diseño en especial y plásticos con metal corrugado son empleados para otros.

El sello estático entre el resorte y la flecha es obtenido por una precarga al final de la sección del elástomero y el elemento metálico. La adhesión química y carga mecánica es requerida entre ambos para la buena acción de sellado. El elemento del sello estático no está sujeto a contaminación de polvo, cualquier material extraño colectado en el frente del tipo impulsor puede producir una falla, estos peligros se reducen con sellos de resorte, pues el material extraño, no hace contacto con la parte dinámica del sello.

5.2d CARAS DE CARGA.

Manteniendo una presión de sellado en las caras pulidas, cerrando durante la ausencia de la presión hidráulica con alguna forma de carga mecánica, para éste fin generalmente se emplea un resorte.

a.) Resorte simple.

Un sello con resorte simple comparado a un rollo largo, debe resistir un alto grado de corrosión. Las limitaciones en este diseño dependen en sí del rollo elástico para un sello específico y crearlo con características uniformes, ya sea que el espacio axial requerido sea de dimensiones complicadas ó que la suma de las fuerzas centrífugas tengan una reacción en el rollo tendiendolo a salir.

b.) Resorte múltiple.

El diseño de un resorte múltiple, tiene un movimiento axial corto, requiriendo que el rollo sólo sea elástico y combinandolo con algunos resortes múltiples para el efecto de un buen sellado, pueden ser empleados en sellos de varios tamaños. En resumen, la cara de carga puede ser fácilmente de diferentes formas, conforme aumenten o disminuyan los resortes, variaciones en la cara de carga pueden ser ganadas con un rollo sólo; pero la porción de deflexión requiere de un largo desplazamiento axial, creando relativamente un pequeño cambio de fuerzas múltiples. Los resortes múltiples resisten también, desde las fuerzas centrífugas, hasta un alto grado donde -- las fuerzas actúan diferentemente sobre estos, acomodados perfectamente sobre los retenes.

Una desventaja es los resortes pequeños, es su corta sección del alambre, el que puede ser corroido fácilmente, sin embargo el acero inoxidable u otros aceros pueden compensar esta desventaja

c.) Arandelas de presión.

Estos incluyen dos tipos diferentes como son: arandelas de dedos y -- arandelas curvas, cada tipo requiere de una atención especial y un tratamiento en el acabado de las caras, estos requieren de un mínimo de espacio axial teniendo una desventaja; mienten en el templado requerido, el cual limita los materiales de estos, debiendo ser resistente a la corrosión como son los aceros inoxidables y bronces, también requieren de cambio grande de carga para dar la deflexión requerida.

Fuerza magnética.

Este método de carga elimina los resortes completamente, empleando -- fuerza magnética, cumpliendo mejor el trabajo de elasticidad con carga en presencia de materiales extraños, como en el caso del tipo resorte, pudiendo sellar perfectamente.

Presión por medio de elastómeros.

Otro método diferente para eliminar los resortes, es con presión de elastómeros según Fig. 5.8 .



Fig. 5.8 Hule en las caras de carga

Este tipo de sellos, es aplicado relativamente para bajas presiones y bajas velocidades, donde el torque en las caras es bastante bajo, además no requiere de un manejo positivo. Ejemplos de estos, son los empleados en -- partes y ruedas locas para equipo de tractores.

5.2e MANEJO POSITIVO DE SELLOS.

El buen manejo positivo de sellos es aplicado para eliminar esfuerzos en los hules y plásticos, colocando seguros mecánicos, convenidos relativamente entre miembros fuertes del sello ó entre miembros del sello y la unidad de operación.

Se tiene un manejo fuera de lo positivo, en presencia de algunos tor-

ques que son transmitidos por la flecha a los húles, obteniendo como resultado; deformaciones, endurecimientos, agrietamientos y poniendolos fuera de servicio.

Existen sellos comercialmente ventajosos, fuera de los mecanicos con un manejo positivo, estos son usualmente empleados en unidades de bajo costo. Se tienen un número considerable en métodos de manejo positivo, en los cuales se considera básicamente, el empleo correcto de cada elemento con que se encuentra compuesto el sello y la aplicación correcta de las herramientas, para el montaje y desmontaje del mismo en la unidad.

5.2f SELECCION DE SELLOS.

La relación entre: flexibilidad de manejo y carga, son características que en sellos deben considerarse completamente, así como tener una semejanza deseable de algunos sellos ó alguno de estos puede ser eliminado por el mal empleo del otro.

Consideraciones de temperatura y química.

Estos dos factores son importantes de considerar en la selección del sello. La limitación general en temperaturas para materiales sintéticos es aproximadamente de 225°F, algunos otros son útiles arriba de 600°F como son, TEFLON TFE, fuera de ser casi inerte químicamente puede ser empleado en un rango de -400°F a +550°F. En la fabricación de algunos sellos de TEFLON TFE sellarán básicamente a 550°F como temperatura máxima. Elementos de asbesto pueden ser empleados arriba de 650°F, los resortes metálicos, copas "U" de metal ó anillos de pistón metálicos pueden emplearse, pero son considerados especiales.

Lubricación.

Las caras del sello deben ser cambiables, pues el resultado del ciclo térmico puede afectar el movimiento del sello, las reparaciones de las componentes del mismo son complicadas, cuando se tienen temperaturas extremas, parejas con las altas presiones. Mejor lubricación es ganada con la mayor parte de líquido que se emplea para el enfriamiento.

Enfriamiento .

Puede efectuarse de varias formas, una de las partes con enfriamiento completo es el efectuado en el asiento estacionario, otro enfriamiento neutral es la circulación de líquidos entre el doble asiento, una cabeza cambiante y un anillo bombeador integral, el sello puede proporcionar un enfriamiento con el aire del medio ambiente dentro de la cámara del sello. Un enfriamiento complicado es el proporcionado a la cámara interior de la caja del prensa-estopas es decir entre el sello y el bombeado, siendo necesario una recirculación del líquido.

Resistencia al desgaste .

La temperatura y la resistencia química son factores primarios en la terminación de la cara para su uso y prolongación de vida para el sello, ya que producen desgaste disminuyendo la cara. Una seguridad física y química deben ser consideradas.

El líquido que se encuentra dentro de la unidad, proveerá de una buena lubricación natural, las cualidades para un asiento determinado son: materiales de la cara, temperatura, presión y velocidad aplicada. Los materiales de la cara tendrán buenas características de baja fricción y ser prácticamente resistentes a la corrosión para un medio dado.

Los materiales de las caras, están sujetos a un manejo en seco a causa del mal funcionamiento del equipo, provocando fallas prematuramente. Doble sellos con líquido circulando aisladamente, evitan ciertos peligros, sin embargo un método simple es el empleando una presión sensitiva, cambiando la circulación del sistema, el cambio permite el funcionamiento de una alarma ó parar el trabajo del equipo. Otro método es instalando un sello atrás de otro, en el primer sello crea una prevención impidiendo el mal funcionamiento y el segundo soporta una menor presión de manera de provocar un paro total debida a la baja presión.

Abrasivos .

Una impropiedad, es la impureza inicial del fluido en la instalación, ocasionado a veces por uno o dos sellos malos, los que producen abrasivos. Si el líquido manejado inherentemente abrasivo de partículas en suspen---

sión, es necesario inyectar líquido completamente limpio dentro de la cámara del sello, creando una limpieza en el medio ambiente sobre las caras del sello. Una técnica empleada, es colocando un buje dentro del fondo de la caja, con un mínimo de espacio radial entre la flecha y el diámetro interior del buje.

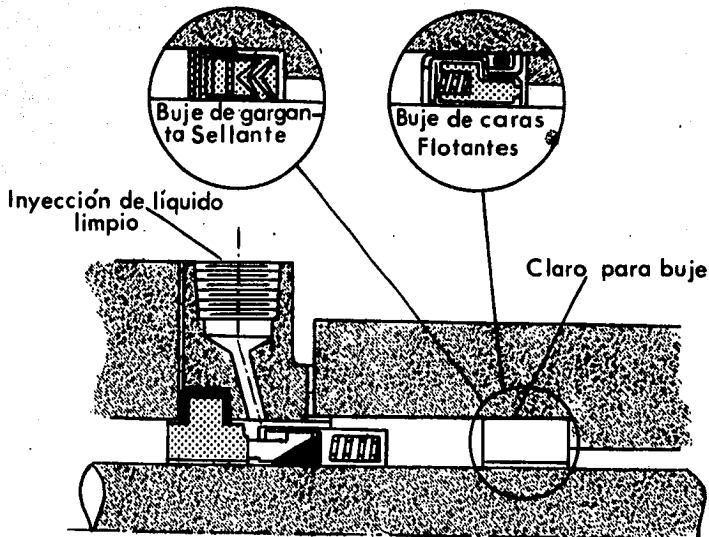


Fig. 5.9 Técnica del Buje-Garganta para aislar, el fluido de bombeo

El líquido inyectado dentro de la cámara del sello a una mayor presión que el bombeado, reteniendolo completamente desde la caja del prensa-estopas. Tres tipos de bujes son empleados.

- a).- Plano
- b).- Flotante
- c).- Sellante

La completa limpieza de materias extrañas al fluido con el tipo sellante, consiste de un buje con resorte en su parte interior, combinado con un anillo "V", los extremos de la cara del "V" son colocados en dirección de la presión hidráulica; aunque este método permite alguna contaminación, --- abasteciendo un mayor flujo controlado con un buje espaciador. Si el sistema de inyección falla el anillo "V" retiene el fluido abrasivo, completamente desde la cámara del sello.

En el tipo Flotante terminado de cara, la superficie interior permite a los bujes flotar libremente, así como da lugar a flexión en la flecha, - de éste modo permite mantener las características originales del flujo. El acabado de las caras en los bujes, crea una acción de limpieza al contacto con el final de la caja del prensa-estopas y en combinación del acabado de las caras.

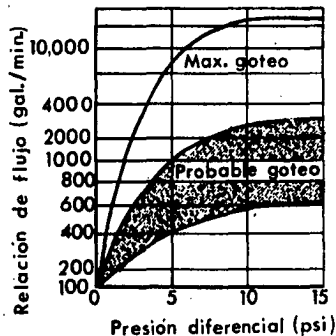


Fig. 5.10

Relación de flujo VS presión diferencial para un buje con caras flotantes

En la grafica (Fig. 5.10) es considerado un rango de flujo determinado y empleado un buje flotante. Se ha experimentado no poder controlar el flujo exáctamente, ni aún predeterminando el tamaño. Por lo cual es necesario un regulador de flujo.

Como se ha mencionado anteriormente, la contaminación depende del acabado sobre las superficies de las caras sellantes, no en la flecha y holgura de los bujes. Este tipo de bujes pueden ser cambiados rápidamente aún estando precargados, además pueden ser sustituidos por un anillo "O" ó por algún otro elemento de "TFE".

En casos donde la contaminación del sistema bombeado no es permitido, el diseño de un sello doble puede ser aplicado. El líquido neutral es recirculado entre las caras sellantes con un poco de alta presión a la efectuada en el interior de la unidad, de esta forma el líquido no puede penetrar a la parte media de las caras. Sin embargo la parte interior de las superficies en las caras sellantes, se encuentran en íntimo contacto con el bombeado, algunas partículas son arrastradas a través de la unión entre caras, lo cual puede ocurrir. Si los abrasivos se encuentran en forma cristalizada, causada por el contacto del líquido con el aire, en una zona pulida las partículas se comprimirán para que posteriormente sean expulsadas a la atmósfera entre las caras sellantes.

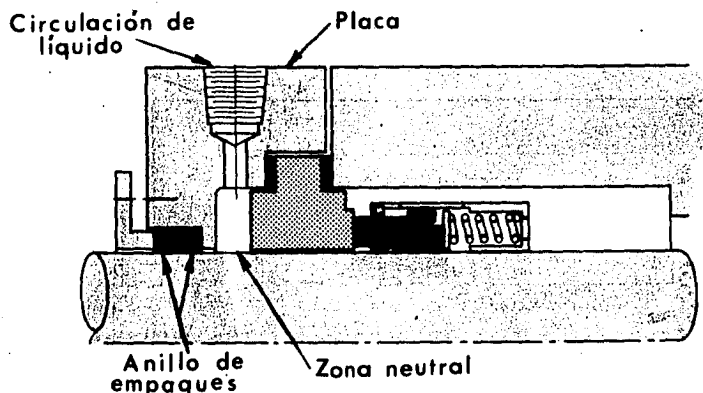


Fig. 5.11 Zona neutral para separación entre atmósfera y cámara de sello. Esto evita la cristalización del líquido que pasa por las caras del sello

El líquido secundario recirculado por la cámara que se encuentra entre las caras de un sello doble, formando huecos sobre la zona pulida. -- Cuando los líquidos forman abrasivos a ciertas temperaturas, es necesario proveer el sistema de un enfriamiento artificial para que el mismo líquido disuelva las partículas abrasivas que se encuentran en el interior de la cámara.

Otro método empleado para la separación de sólidos es por medio de fuerza centrífuga.

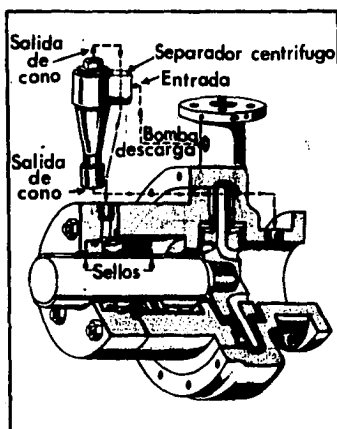


Fig.5.12 Separador Centrifugo

La alimentación de líquidos al cono separador es tomada por el tubo de descarga de la misma bomba, conectando directamente al cono interior que gira, este forma un barreno central combinado con una presión diferencial a una velocidad determinada. Las partículas interiores del líquido son de gran densidad, permaneciendo cerradas las paredes y forzando las partículas hacia afuera, terminando con una pequeña suma de líquidos.

La fluencia va hacia el tubo de succión de la bomba, relativamente el líquido limpio circula por el otro extremo del cono y a su vez pasa al tubo de la caja del sello con flujo rápido, lubricando las caras sellantes. Las características para este procedimiento son:

- a).- Partículas de alta gravedad específica en el líquido.
- b).- Bastante presión diferencial, con suficiente flujo rápido a través del sello.
- c).- Bastantes partículas pequeñas.- Ya que no son obstáculo en las compuertas de la tubería.

Alta presión y pobre lubricación.

Para establecer los materiales compatibles de las caras se considera:

la fricción y el desgaste resultante sobre las superficies de las caras, aumentando esto con el incremento de presión. Es conveniente la reducción de carga sobre las caras, siempre que sea posible, pudiendo realizarse por medio de un balanceamiento de los sellos.

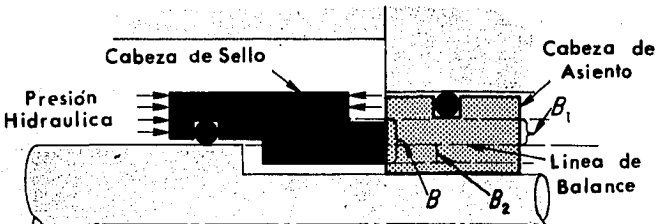
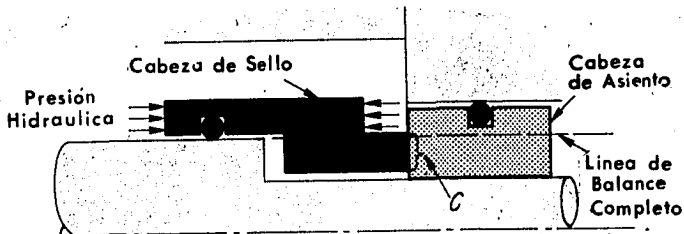
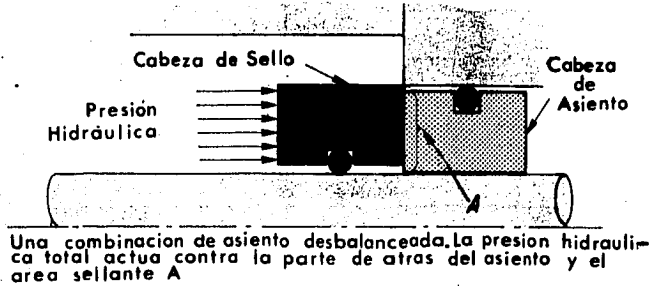


FIG. 5.13

Un balanceo proporcionado, varia dependiendo del líquido y materiales de las caras. Los valores generalmente dados son con rangos 55/45%. Se proporciona una pobre lubricación en 85/15%, los valores que se encuentran entre 55% y 85% corresponden a las superficies de las caras que se encuentran sobre la línea de balance, para 45% a 15% son correspondientes a los resortes según Fig. 5.13. Los sellos balanceados son más costosos en comparación del tipo desbalanceados.

5.2g RELACION PRESION-VELOCIDAD.

Un importante criterio en la determinación de limitaciones para los materiales de las caras sellantes, es el factor "PV" siendo el producto de la unidad de presión lb/pulg.² que actúa sobre las caras del sello y la velocidad (f.p.m.). La unidad de presión es la resultante tomada del resorte ó diafragma de tensión sumando la porción desbalanceada de las cargas hidráulicas.

La limitación "PV" valuada es colocada por factores semejantes considerando: Tenacidad de la película sobre la superficie de las caras, proporción en conducción de calor sin incluir el calor sensitivo de elementos -- del sello y la calidad de las superficies.

Una alta velocidad y calidad de las superficies sellantes son importantes para que asienten perfectamente. La calidad de superficie es valorada por la aspereza expresada en r.m.s. y por lisura (usualmente se da en bandas de luz). Como las velocidades aumentan y el grado de planos en las superficies son aproximadamente normales a los ejes de la flecha, siendo importante su consideración para que se produzca un buen asentamiento.

5.2h COMBINACION DE MATERIALES EN LAS CARAS.

La selección de materiales para la combinación entre caras depende esencialmente del medio en que trabajan.

Un material de cerámica empleado en caras sellantes, es apropiado por su dureza y comercialmente disponible, teniendo excelente usos así como propiedades resistentes a la corrosión. Sin embargo es un poco crítico a choques térmicos, limitando su empleo para ciertas aplicaciones.

La temperatura del agua, el factor PH, el contenido de abrasivos etc., son incluidos en las consideraciones necesarias para la combinación de los materiales. Si el bronce es seleccionado para trabajar contra carbón grafitado, el agua deberá ser limpia y clara así como libre de algunos abrasivos, el bronce es comparativamente más suave. Ni la resistencia es sustituable donde se tiene un alto factor PH y menores problemas abrasivos. Para un sellado donde se presentan altas presiones de agua, el tungsteno es recomendado, sin embargo para algunas aplicaciones como alimentación de agua a calderas a altas presiones, el Stellite es preferido sobre el Tungsteno debido a que soporta el calor y en el medio ambiente en que se encuentra, facilita su lubricación.

Gasolina. - Es sellado por carbón grafitado contra hierro fundido, al presentarse corrosión el aditivo asienta parte del sistema, siendo conveniente emplear materiales resistentes a altas corrosiones.

Aceite. - Es sellado por carbón grafitado contra algunas buenas relaciones de superficies con menos cuidado a la resistencia y a la corrosión como en otras aplicaciones. Generalmente el carbón grafitado contra un buen grado de hierro fundido es más económico.

Acidos. - Hay necesidad de tener un análisis químico preciso para determinar la combinación de materiales que pueden ser empleados. Para ácidos específicos, semejantes como el Sulfúrico, la concentración debe ser especificada con anterioridad para seleccionar los materiales. Para concentraciones relativamente suaves el carbón grafitado puede ser empleado satisfactoriamente, sin embargo con fuertes oxidantes líquidos el "TFE" mezclado con vidrio contra cerámica y combinaciones similares son recomendados. El ácido Fluorhídrico prohíbe el empleo de cerámica, TFE con vidrio ó materiales similares, recomendando para este caso material, boro.

CONCLUSION

El tema expuesto, en el que se presenta una explicación de las características propias del "Teflón", así como sus diferentes procesos a que -- son sometidos estas resinas, para formar barras, tubos, láminas y piezas - de gran variedad, las que facilitan su aplicación en las industrias de fabricación y de mantenimiento, por último se presentaron algunas aplicaciones en empaques y sellos.

La razón por la cual se desarrolló éste tema es la siguiente: Con relación al empleo de empaques y sellos, como se ha mencionado anteriormente, se le ha dado poca importancia a estos, es decir tanto los Ingenieros diseñadores como los Ingenieros en mantenimiento consideran los empaques y sellos como un problema secundario ó algunas veces no son tomados muy en -- cuenta, siendo que puede ser esencial, en el buen funcionamiento de una máquina o en algún otro sistema en que sea empleado.

En este caso se hace mención al "teflón" por ser un producto nuevo y naturalmente poco conocido, una vez observando sus características propias, vemos que tiene grandes ventajas en comparación con otros materiales, razón por la cual su aplicación en la industria es muy extensa.

Con respecto a su economía, presenta inicialmente un mayor costo, debido a que su precio es alto en comparación con otros materiales. Ahora haciendo un análisis económico, se tendrá que en servicio de largo tiempo, - el "Teflón" tiene mayor vida de servicio. Por lo que se obtiene una mejor ganancia.

BIBLIOGRAFIA :

THE EXTRUSION OF GRANULAR POLYMERS

Technical Service note F-2

Vynyls Group ICI Plastics División

Welwyn Garden City Herts

THE MOULDING OF GRANULAR POLYMERS

Technical Service note F-1

Vynyls Group ICI Plastics División

Welwyn Garden City Herts

NOVEDADES DE "TEFLON"

DUPONT. Julio-Agosto-Sept.-1968.

Vol. 3 No. 3

NOVEDADES DE "TEFLON"

DUPONT. Abril-Junio-1966.

Vol. 1 No. 2

"TEFLON" DUPONT.

MACHINE DESIGN. "SELLOS" VOL-41 N°14

4ª Edición.- Junio-1969.