

**Autores:**

José Antonio Almeida,
Doctor en Textiles,
Ingeniería de Desarrollo
de Producto del Grupo Teadit

José Carlos C. Veiga

Pres. Comité Juntas de Sellado
de Fluid Sealing Association y
Director Técnico del Grupo Teadit

Josie Fernandez

Traducción al español

Teadit Indústria e Comércio Ltda.
(Río de Janeiro, Brasil)

Comparativos de láminas para la fabricación de juntas de sellado, en las distintas formas existentes de PTFE. Ventajas, características y diferencias

Resumen:

Para un buen sellado, los materiales de juntas deben tener estabilidad dimensional, resistencia a la temperatura, a la presión y al fluido a ser sellado. Los materiales comunes de juntas de PTFE tienen una resistencia química excepcional, pero les falta estabilidad dimensional. Bajo presión y temperatura, los materiales corrientes de PTFE fluyen y se deforman. Después de un corto tiempo en operación, las juntas hechas de PTFE puro, no pueden mantener el torque de apriete del flange debido a que pierden espesor por relajamiento y fluidez. Es necesario reapretarlos frecuentemente para mantener el sellado. Se usan varias alternativas para reducir este problema. En este trabajo se comparan varias láminas de PTFE disponibles en el mercado.

Se realizaron pruebas de ciclo térmico, retención de torque, relajamiento por fluidez y compresibilidad y se analizaron los resultados. A partir de estos resultados, se concluye que las "Láminas Aditivadas de PTFE Reestructurado" muestran el mejor equilibrio de las propiedades deseadas y la mejor sellabilidad.

1. Introducción

Las juntas de PTFE se usan en aplicaciones donde se necesite una elevada resistencia química. El PTFE posee propiedades físicas distintas para atender a las necesidades de cada aplicación. Como en cualquier material de sellado de fluidos, existen superposiciones, es decir, que varios materiales pueden ser usados con éxito en una misma aplicación. En este trabajo, se comparan varios tipos de juntas de PTFE disponibles en el mercado. Se realizaron pruebas que incluyeron ciclo térmico, retención de torque, relajamiento por fluidez y compresibilidad y se analizaron los resultados.

2. Láminas de PTFE Moldeado

Las láminas de PTFE Moldeado fueron los primeros productos desarrollados en el mercado. Fabricadas a partir de resinas de PTFE vírgenes o reprocesadas, sin aditivos, primero son moldeadas y luego comprimidas y sintetizadas. Como le ocurre a cualquier producto plástico, el PTFE exhibe una característica de fluidez cuando se somete a una fuerza de compresión. Esta característica es muy negativa para el desempeño de la junta, ya que exige reapretarla frecuentemente para evitar o reducir pérdidas. La fluidez aumenta drásticamente con el aumento de la temperatura. Las principales ventajas del PTFE moldeado son su bajo costo y la amplia disponibilidad en el mercado, cuando no había opciones más nobles.

3. Lámina de PTFE Mecanizado

El PTFE Mecanizado (sPTFE - *Skived PTFE*) se fabrica a partir de resinas de PTFE vírgenes o reprocesadas sin aditivos o cargas (filler), por medio del mecanizado (por decapado) de un tarugo de PTFE sintetizado. Este proceso fue desarrollado para superar las deficiencias de fabricación del proceso por moldeado, pero los productos así fabricados tienen los mismos problemas de fluidez. Exhibido en la Figura 1 (con una ampliación de 100 veces).



Figura 1

4. Lámina de PTFE Moldeado o Mecanizado, con Carga

Para reducir la fluidez de materiales en láminas de PTFE Moldeados o Mecanizados se les agrega cargas minerales. Por ello, debido al proceso de fabricación (moldeado o mecanizado) esa reducción no es suficiente para producir un sellado efectivo en el largo plazo. La Figura 2 muestra la micro estructura de una lámina de PTFE mecanizado con carga, en una ampliación de 100 veces. Las partículas de carga de sílice son visibles en la matriz del PTFE.

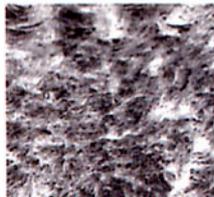


Figura 2

5. PTFE Expandido (24B, 24BB y SH)

Antes de sinterizar, una expansión en caliente del PTFE le brinda a éste la habilidad de superar la fluidez. Por este proceso se puede obtener productos de PTFE expandido unidireccionales (hilos o cintas) o bidireccionales (láminas). La Figura 3 muestra una estructura de PTFE unidireccional y la Figura 4 una estructura orientada bidireccionalmente.

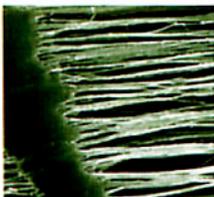


Figura 3

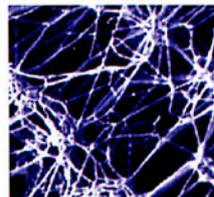


Figura 4

El PTFE Expandido (ePTFE - *Expanded PTFE*) tiene alta resistencia química y una compresibilidad mucho más elevada. Es ideal para el uso con flanges frágiles o revestidos de fibra de vidrio. La mayoría de los productos de PTFE Expandido existentes en el mercado no tienen carga. Tiene una desventaja en la manipulación y en la instalación de juntas de grandes dimensiones o en lugares donde no es posible separar los flanges. Estas son usadas como sustituto para las láminas de PTFE aditivadas y reestructuradas con Micro-Esféricas Huecas de Vidrio (Figura 5), con la ventaja de presentar una mayor resistencia química

ya que las Micro-Esféricas de Vidrio son atacadas por Soda Cáustica.

En el caso donde las juntas son instaladas en tuberías largas con varios flanges en serie, pueden ocurrir problemas en la instalación debido al reducido espesor de la junta después de asentada, en que el largo total de la tubería puede ser insuficiente para compensar.

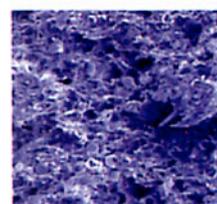


Figura 5

6. Láminas de PTFE Aditivado y Reestructurado

Para reducir la fluidez, se desarrolló un nuevo proceso de fabricación de láminas de PTFE. El material es sometido a un proceso de laminación antes de la sinterización, creando una estructura altamente fibrilada. La fluidez se reduce de forma significativa, tanto a temperatura ambiente como a temperaturas elevadas. Para atender a las necesidades de servicio químico, se usan varios adictivos minerales o artificiales, tales como barita, sílice mineral y sintética, sulfato de bario o micro-esferas huecas de vidrio. Cada relleno tiene una aplicación específica, pero puede haber superposición en muchas de esas aplicaciones. Ese proceso es conocido como rPTFE. La Figura 5 muestra rPTFE aditivado con micro-esferas huecas de vidrio, con una ampliación de 100 veces. Las micro-esferas pueden ser vistas claramente insertas en la matriz de PTFE convertida en fibra.

La Figura 6 muestra un rPTFE aditivado con barita, en una ampliación de 100 veces, y la Figura 7 muestra el mismo producto, pero con una ampliación de 500 veces. La Figura 8 muestra el grano de sílice inserto en la estructura fibrosa de PTFE con una ampliación de 100 veces.

continúa

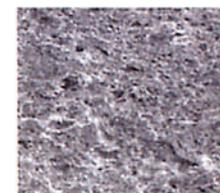


Figura 6



Figura 7

7. Pruebas Realizadas

Se realizaron varias pruebas para avalar las propiedades de cada uno de los materiales que fueron identificados en este trabajo:

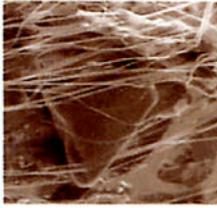


Figura 8

* Primer dígito: P indica una Lamina de PTFE

* Segundo dígito: tipo da Lamina

- R - PTFE reestructurado con aditivo
- F - Mecanizado y con carga
- V - Virgen y Mecanizado

* Tercer dígito: tipo de relleno.

- B: barita
- S: sílice
- G: micro-esferas huecas de vidrio
- F: fibra de vidrio

* Cuarto y quinto dígitos: fabricante

Ejemplos:

PRB11 - Lámina reestructurada con barita, fabricante 11.

PFG19 - Lámina reforzada con micro-esferas de vidrio, fabricante 19.

7.1.Ciclo Térmico

Todas las pruebas de ciclo térmico fueron hechas usando flanges padrón ASME B16.5. Después de la instalación de la junta, se inicia el calentamiento. Cuando la temperatura llega a 250°C (482°F), el sistema es presurizado con nitrógeno. Después de la estabilización de la temperatura, el calentamiento es desconectado hasta que la temperatura baje a 28°C (82,4°F). Luego se repite el proceso 3 veces. La caída de presión es monitoreada y registrada.

Las Figuras 9 y 10 muestran la comparación entre sPTFE y rPTFE aditivados con micro esferas huecas de vidrio. Debido al mayor relajamiento por fluidez, la junta de sPTFE perdió aproximadamente 63% de la presión inicial de N₂. Por otro lado, la junta de rPTFE perdió menos del 1%.

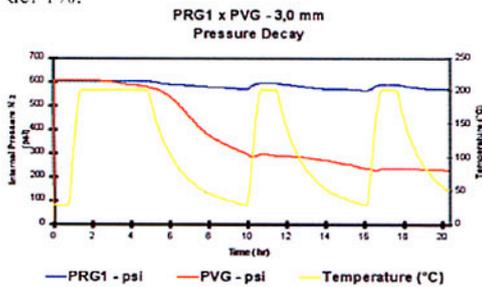


Figura 9

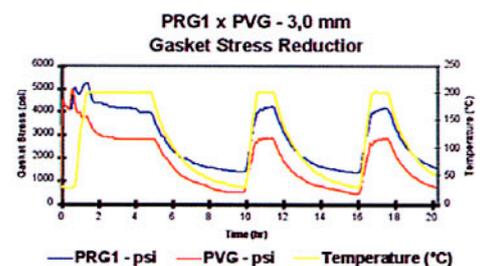


Figura 10

La Figura 10 muestra la reducción en el apriete de la junta de material Mecanizado (PGV) en comparación con el rPTFE (PRG1). Esa reducción es la causa del la mayor pérdida para el producto PVG.

7.2.- Deformación bajo Presión

Distintas juntas son comprimidas entre dos placas lisas precalentadas durante un minuto. La Figura 11 muestra fotografías de las juntas después de la prueba. La temperatura es de 260°C (500°F) y la presión en la junta es de 10 MPa (1500 psi). La junta de PTFE Mecanizado se deforma perdiendo su estabilidad dimensional. Esta prueba muy sencilla muestra, claramente, la mayor resistencia a la fluidez del rPTFE en comparación al sPTFE.

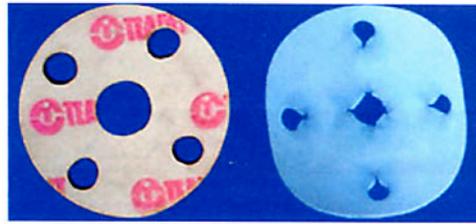


Figura 11

7.3.- Apriete en Caliente

La prueba es hecha a base del procedimiento DIN 28090-2. El aparato de prueba se muestra en la Figura 43.

Para productos de PTFE, el módulo de compresión en temperatura ambiente (eksw) y en temperatura elevada (ewsw/t) no deben exceder 20% y 50% respectivamente. Una prueba en caliente es hecha a 150°C (302°F) por 16 horas.

Las Figuras 12 a 15 muestran cómo se comportan las juntas a temperatura ambiente y las Figuras 16 a 19, en caliente.

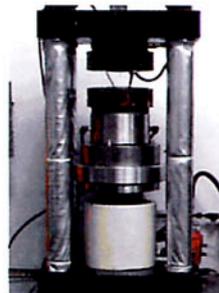


Figura 43

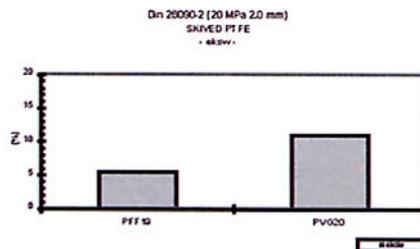


Figura 12

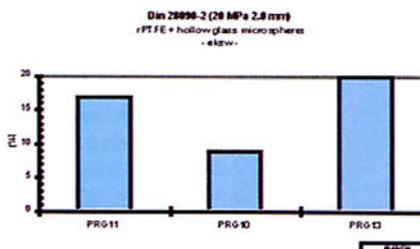


Figura 13

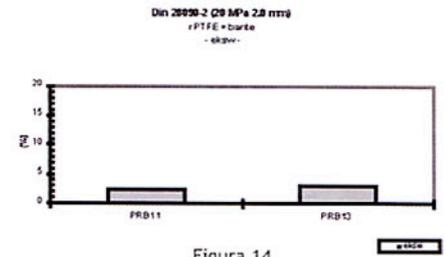


Figura 14

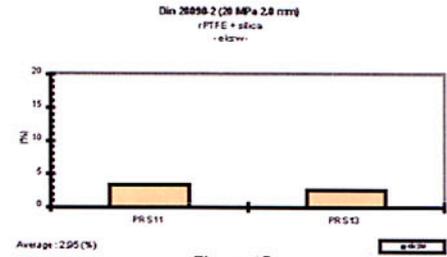


Figura 15

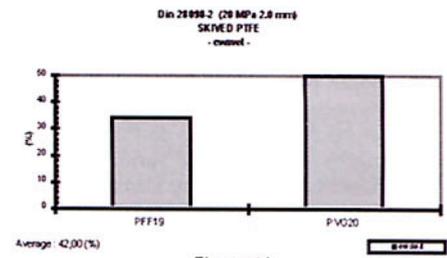


Figura 16

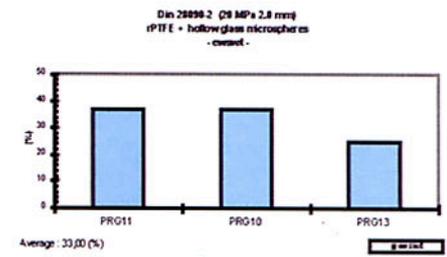


Figura 17

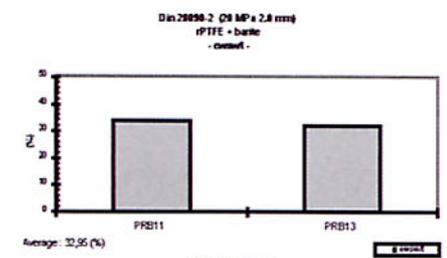


Figura 18

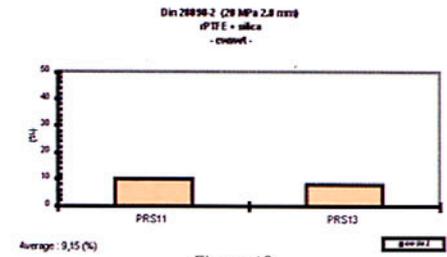


Figura 19

La Figura 20 muestra los valores medios en temperatura ambiente, mientras la Figura 21 muestra en caliente. Los productos aditivados con micro-esferas huecas de vidrio tienen mayor compresibilidad que los demás. Ese material fue proyectado para flanges frágiles donde esa característica es necesaria para garantizar un asentamiento correcto en el flange. La estructura menos densa de ese producto también puede ser vista en la Figura 5.

Comparando el sPTFE con el rPTFE: el primero tiene mayor compresibilidad. A 150°C (302°F), la fluidez del sPTFE es de aproximadamente 50%, ese valor es muy elevado comparado con los resultados para el rPTFE. Esa prueba confirma las conclusiones de la prueba de Ciclo Térmico que fue descrito anteriormente. También se puede observar que el aditivo de sílice ofrece la mejor resistencia a la fluidez y a la temperatura más alta.

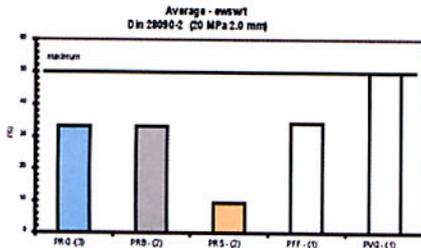


Figura 20

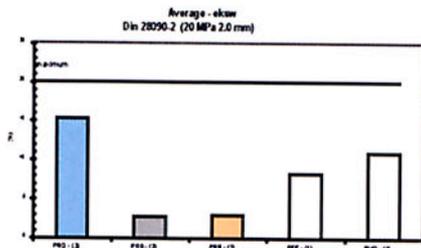


Figura 21

7.4.- Relajamiento Bajo a Alta Presión

Esta prueba sigue el procedimiento DIN 52913. El aparato de prueba se muestra en la Figura 44. El material de prueba es instalado con torque de 50 MPa (7251 psi) y la temperatura es elevada hasta 150°C (302°F). Después de 16 horas, se mide la presión que se mantiene en la junta. Las Figuras 22 a 25 muestran los resultados para el rPTFE.

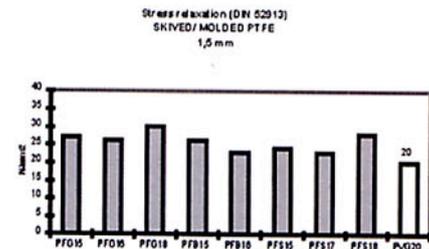


Figura 22

La Figura 26 muestra la comparación de los valores medios para el sPTFE y para el rPTFE. Se puede observar que los diversos productos a base de rPTFE tienen un comportamiento similar para cada tipo de aditivo y que ellos exhiben pérdidas de apriete bastante menos importantes que los productos a base de sPTFE.

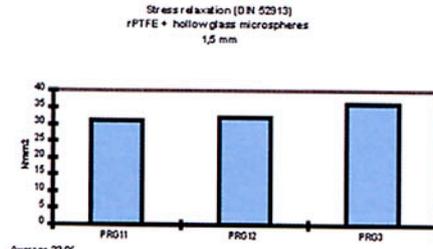


Figura 23

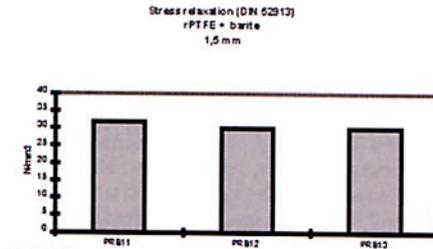


Figura 24

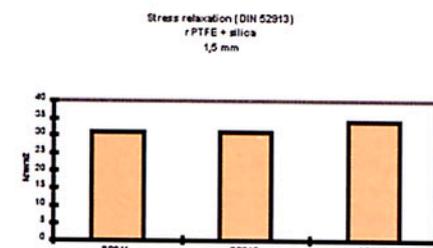


Figura 25

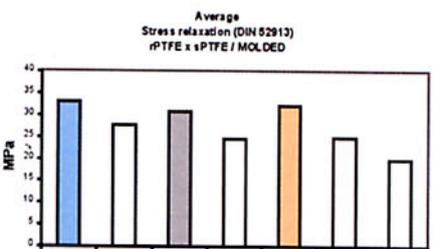


Figura 26

7.5. Sellabilidad ASTM

Utilizando el procedimiento ASTM F37 B, la muestra de pruebas es aplastada con 7 MPa (1000 psi) y probada con iso-octano a 0,7 bar (9,8 psi).

El aparato de prueba se muestra en la Figura 46. Los resultados se muestran en las Figuras 27 a 31. Independiente del relleno, los productos en base de rPTFE tienen una mayor sellabilidad que los de sPTFE. El rPTFE aditivado con barita exhibe los mejores resultados.



Figura 46

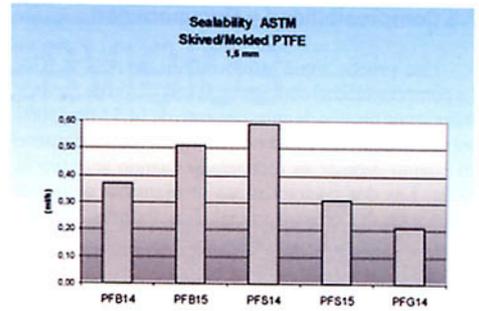


Figura 27

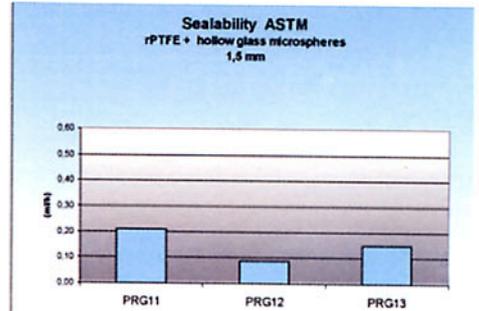


Figura 28

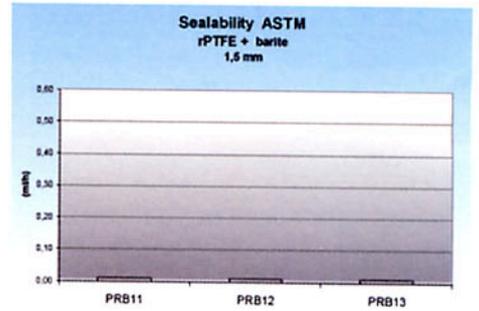


Figura 29

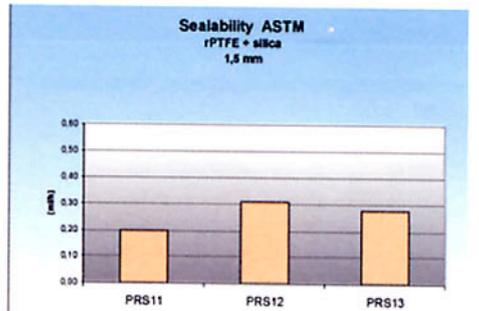


Figura 30

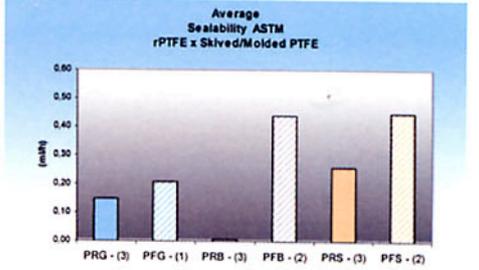


Figura 31

continúa