

FEP - DESCRIPCIÓN

FEP- DESCRIPTION



Índice

FEP – Descripción	
Introducción / Designation	1
Principales Propiedades del FEP/Main Properties of FEP	2
Estructura y Propiedades Generales del FEP / Structure and General Properties of FEP	3
Densidad / Density	4
Absorción de Agua / Absortion of Water	5
Impermeabilidad / Impermeability	6
Propiedades Mecánicas / Mechanical Properties	7
Propiedades Térmicas / Thermal Properties	8
Comportamiento del FEP ante el calor / Thermal Behaviour of FEP	9
Propiedades Químicas / Chemical Properties	10
Propiedades Eléctricas / Electrical Properties	11
Propiedades del FEP en comparación con otros materiales aislantes / Properties of FEP in comparison with other insulating materials	12
Compuestos de FEP / FEP Compounds	13
Case History	14

FEP – DESCRIPCIÓN

INTRODUCCIÓN

F.E.P. es un signo internacional abreviado del etileno - propileno - fluorado. Surge por copolimerización del tetrafluoretileno y del hexafluorpropileno. Los núcleos de carbono están totalmente rodeados de átomos de flúor.

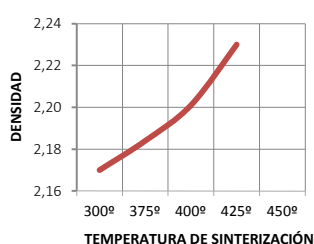
PRINCIPALES PROPIEDADES DEL F.E.P.

Estabilidad química casi absoluta. Únicamente, es atacado por los metales alcalinos fundidos y por ciertos compuestos fluorados o altas presiones y temperaturas.

ESTRUCTURA Y PROPIEDADES GENERALES DEL F.E.P.

Para obtener una buena calidad de F.E.P., es preciso disminuir al mínimo su porosidad. Una calidad aceptable no ha de poseer una porosidad superior al 1 %. En la tabla puede observarse la gran influencia de la porosidad en la resistencia a la tracción de una pieza terminada.

FIGURA N. 1 →



CONTENIDO EN POROS	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
1 %	154 kg/cm ²
0,1 %	182 kg/cm ²
casi 0	315 kg/cm ²

Lo mismo ocurre con las características dieléctricas, que disminuyen rápidamente al aumentar el contenido de poros (Figura nº 2).

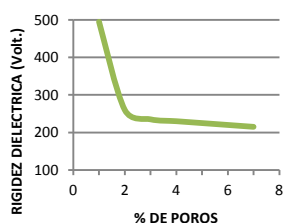


FIGURA N. 2

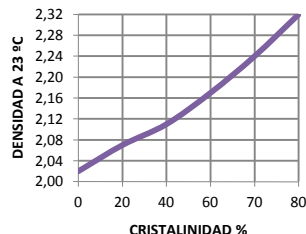


FIGURA N. 3

Otro factor que hay que tener en cuenta es la cristalinidad. En la figura Nº 3, se relacionan los valores ideales que se pueden conseguir entre la cristalinidad y el peso específico. Cuanto más cristalizado es el polímero, mayor es su densidad.

PROPIEDADES	CRISTALINID.		VAR. %
	50%	56%	
Alargamiento permanente en %	250,00	180,00	-30
Compresibilidad en %	22,00	16,00	-30
Deformación permanente a la compresión %	2,50	1,50	-40
Deformación perman. a la flexión %	5,00	3,30	-30
Resistencia a flexión alternativa (nº de ciclos)	60.000	40.000	-30
Resistencia al choque pieza ent., en m. kg/cm ²	4,29	2,14	-30

FEP – DESCRIPTION

DESIGNATION

FEP is an international abbreviation for fluorinated ethylene propylene. It is formed by copolymerisation of tetrafluoroethylene with hexafluoropropylene. The carbon atoms are completely surrounded by fluorine atoms.

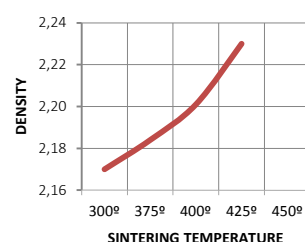
MAIN PROPERTIES OF FEP

Chemical stability almost complete. It is only attacked by molten alkali metals and by certain fluorinated compounds or at elevated pressures or temperatures.

STRUCTURE AND GENERAL PROPERTIES OF FEP

In order to obtain high-quality FEP, its porosity must be lowered as much as possible. An acceptable grade must not exhibit a porosity above 1%. The table shows the strong influence the porosity has on the tensile strength of a finished part.

FIGURE 1 →



PORE CONTENT	TENSILE STRENGTH
1 %	154 kg/cm ²
0,1 %	182 kg/cm ²
near 0	315 kg/cm ²

The same happens with the dielectric properties, which rapidly decrease with increasing pore content (Figure 2).

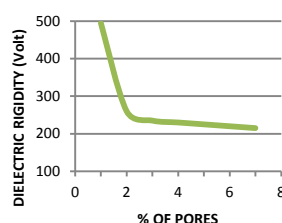


FIGURE N. 2

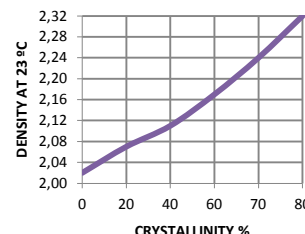


FIGURE N. 3

Another factor to keep in mind is the crystallinity. In Figure 3, the ideal crystallinity values obtainable as a function of the specific weight are shown. The higher the crystallinity of the polymer, the higher its density.

PROPERTIES	CRYSTALLINITY		VAR. %
	50%	56%	
Permanent elongation in %	250,00	180,00	-30
Compressibility in %	22,00	16,00	-30
Permanent deform. on compress. %	2,50	1,50	-40
Permanent deform. on bending %	5,00	3,30	-30
Resist. to altern. bending (no. of cycles)	60.000	40.000	-30
Impact r. of the ent. part in kg·m/cm ²	4,29	2,14	-30

Y en las Figuras 4 y 5, se puede observar la influencia de la cristalinidad sobre la fluencia y el módulo de flexión.

From Figures 4 and 5, the effect of crystallinity on plastic flow and the flexural modulus can be seen.

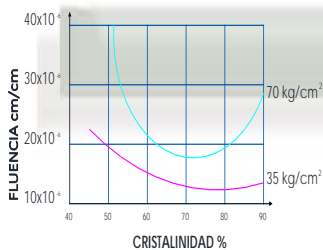


FIGURA N. 4

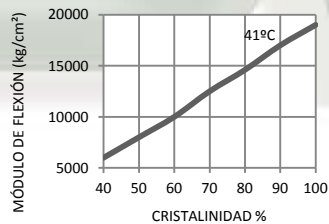


FIGURA N. 5

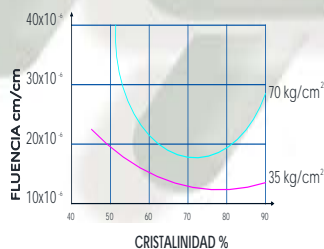


FIGURA N. 4

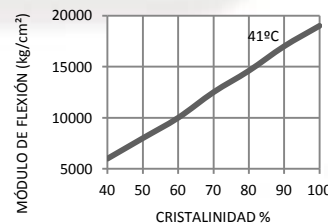
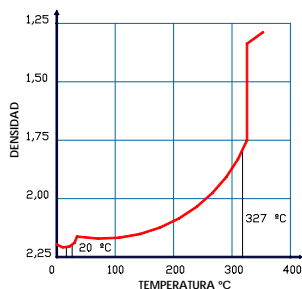


FIGURA N. 5

DENSIDAD

La densidad del F.E.P. depende del proceso de fabricación. A temperatura ambiente, es 2,15 aproximadamente. Conforme la temperatura aumenta, la densidad disminuye, tal y como puede apreciarse en la Figura Nº 6.

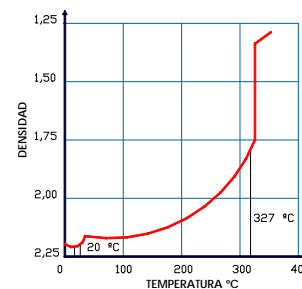
FIGURA Nº 6 →



DENSITY

The density of FEP depends on the manufacturing process. At ambient temperature, it is about 2,15. As the temperature increases, density decreases, as can be seen from Figure 6.

FIGURE 6 →



ABSORCIÓN DE AGUA

La absorción de agua es de 0,05 %, según norma ASTM-D 570-57T.

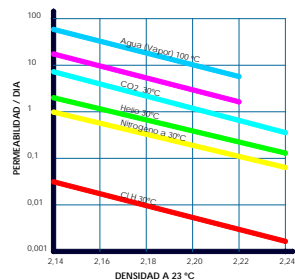
ABSORPTION OF WATER

The absorption of water by the method of ASTM-D 570-57T is 0.05%.

IMPERMEABILIDAD

La figura 7 muestra las velocidades de paso de ciertos gases y vapores, a través de una película de F.E.P., en función de la densidad.

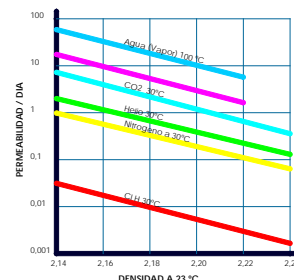
FIGURA Nº 7 →



IMPERMEABILITY

Figure 7 shows the flow rates of certain gases and vapours through an FEP film as a function of density.

FIGURE 7 →



PROPIEDADES MECÁNICAS

1. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

FIGURA N. 8 →

En las figuras 8 y 9, se representan las variaciones de la resistencia a la tracción y del alargamiento a la rotura, en función de la temperatura. Se observa que la resistencia a la rotura decrece con la temperatura, mientras que el alargamiento presenta un máximo aproximadamente a los 20 °C.

FIGURA N. 9 →

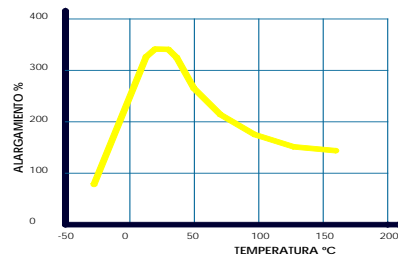
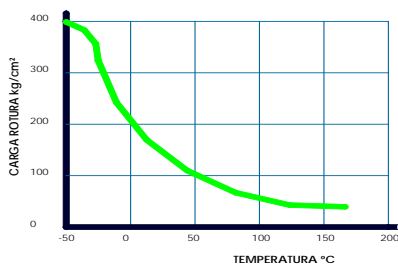
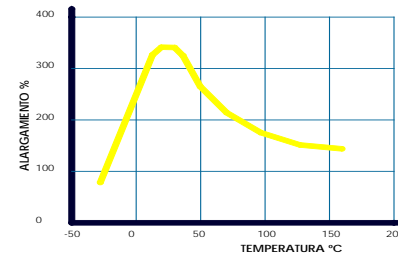
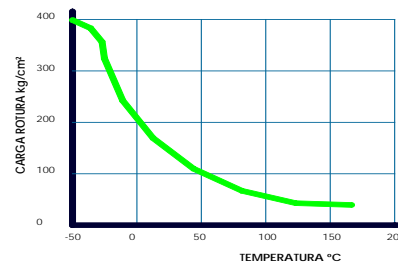


FIGURE 8 →

Figures 8 and 9 show the variations of the tensile strength and the elongation at break as a function of temperature. It can be seen that the resistance to breaking decreases with temperature, whereas the elongation shows a maximum at about 20°C.

FIGURE 9 →

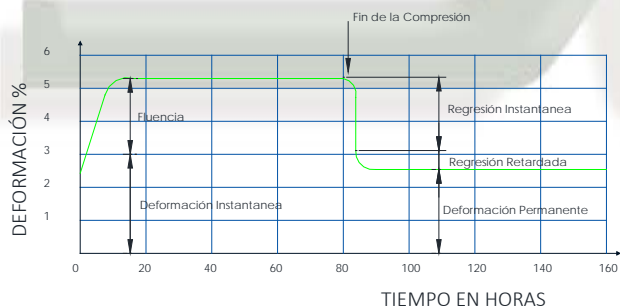


La acción prolongada de las altas temperaturas puede influir en la resistencia mecánica del F.E.P., debido a una disminución del peso molecular. Después de un mes a 250 °C, desciende el 1 %, mientras que a los 300 °C, desciende un 20-30 %.

Prolonged exposure to high temperatures can affect the mechanical strength of FEP, owing to a decrease in molecular weight. After one month at 250°C, it decreases by 1%, whereas at 300°C, it decreases by 20-30%.

2. EFLUENCIA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

FIGURA Nº 10



En la figura 10, se representan las deformaciones del F.E.P. bajo una carga constante de compresión y a temperatura constante.

En este gráfico, se diferencian las zonas de deformación instantánea (véase f. 11, en que se aprecia la influencia de la temperatura sobre la res. a la comp.) y la zona de fluencia, en que, realmente, trabaja este material.

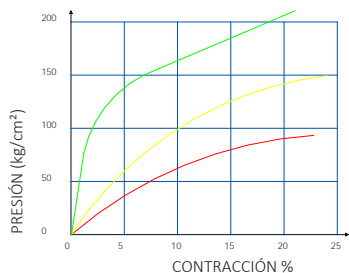


FIGURA N. 11 →

3. MODULO DE FLEXIÓN

El módulo de flexión es también función de la cristalinidad (véase figura 5). Además, depende, de grado sumo, de la granulometría del polvo empleado para el moldeado.

4. COEFICIENTE DE ROZAMIENTO

El F.E.P. posee un coeficiente de rozamiento extraordinariamente bajo. Es, incluso, menor que el hielo húmedo contra hielo húmedo. De ahí, sus excelentes propiedades de antiadherencia y deslizamiento y su poder autolubrificante. Nada se pega sobre su superficie.

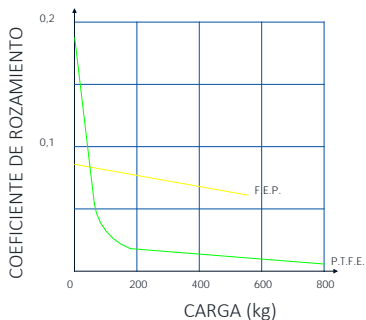


FIGURA Nº 12 →

El coeficiente de rozamiento del F.E.P. es el más bajo de todos los cuerpos conocidos. Es poco sensible a las variaciones de temperatura, pero decrece con la carga aplicada (figura 12) y con la presión (fig. 13) y aumenta con la velocidad de deslizamiento (fig. 14).

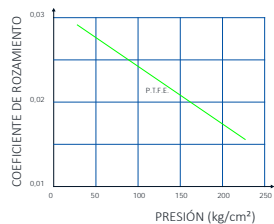


FIGURA Nº 13

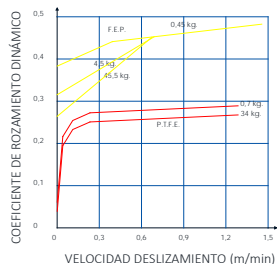


FIGURA Nº 14

2. PLASTIC FLOW AND COMPRESSION STRENGTH

FIGURE 10

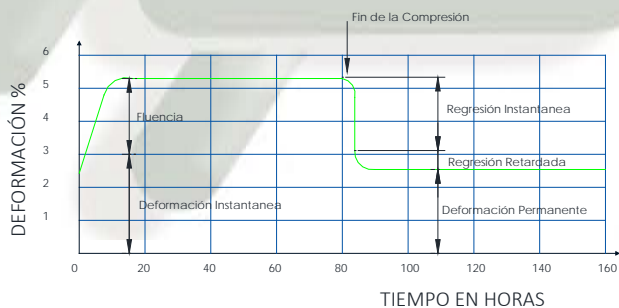


Figure 10 shows the deformations of FEP under a constant compression load at constant temperature.

In this diagram, the areas of instantaneous deformation (see Fig. 11 where the effect of the temperature on the compress. strength can be seen) and the area of plastic flow where this material is actually working are distinguished.

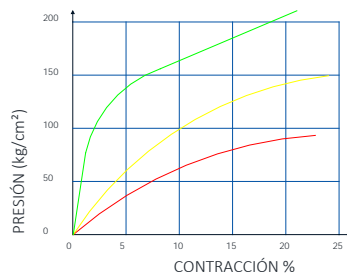


FIGURE 11 →

3. FLEXURAL MODULUS

The flexural modulus is also a function of crystallinity (see Figure 5). In addition, it depends strongly on the particle size of the powder used for moulding.

4. FRICTION FACTOR

FEP has an extremely low friction factor. It is even less than that of moist ice against moist ice. That is why it has excellent ant adhesive and gliding properties and is self-lubricating. Nothing sticks on its surface.

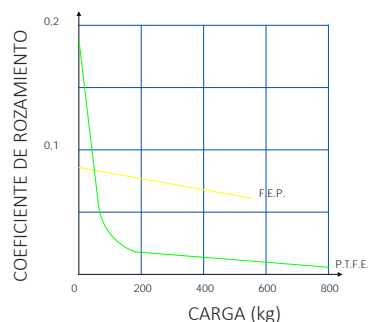


FIGURE 12 →

The friction factor of FEP is the lowest of all known bodies. It is insensitive to variations in temperature, but decreases with the load applied (Figure 12) and with pressure (Figure 13) and increases with the gliding speed (Figure 14).

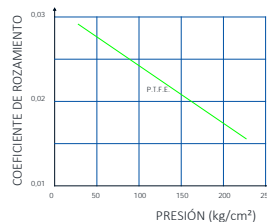


FIGURE 13

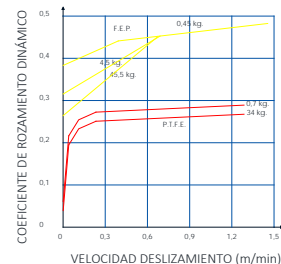


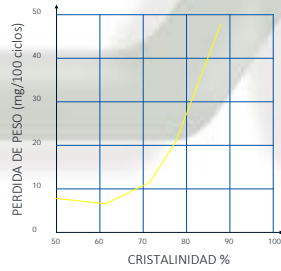
FIGURE 14

The static friction factor of both materials is smaller than the dynamic one. For this reason, the problems which may arise at start-up disappear.

5. RESISTENCIA A LA ABRASIÓN Y AL DESGASTE

FIGURA Nº 15 →

Las piezas acabadas de F.E.P. tienen una buena resistencia al desgaste. Sin embargo, no conviene sobrepasar de una cierta velocidad lineal, que es función de la carga aplicada, ya que existe el peligro de que el material se caliente, debido a su mala conductividad térmica.



Además, el alto valor del coeficiente de rozamiento produce grandes variaciones dimensionales de la pieza que se destruye mecánicamente.

En la figura 15, se puede observar el efecto sobre el desgaste del F.E.P.

PROPIEDADES TÉRMICAS

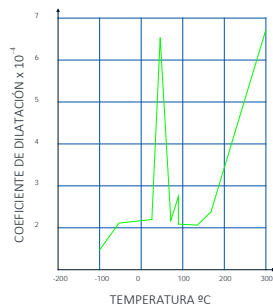
Los plásticos de flúor tienen una gran ventaja sobre los demás, debido a su comportamiento a altas temperaturas. El F.E.P. resiste en régimen normal, 200°C y comienza a fundirse a los 280 °C.

El F.E.P. pueden trabajar a temperaturas de -190 °C y aún más bajas, sin presentar una disminución apreciable de sus propiedades mecánicas. Únicamente, pierde su elasticidad, por debajo de -80 °C.

Una característica especial de ambos materiales es su capacidad regresiva (llamada memoria plástica). Las piezas de F.E.P. que se deforman bajo presión, tienen la tendencia a recuperar sus formas y dimensiones originales, al cesar la carga, calentándolas, de nuevo, a su temperatura de sinterización. El tiempo necesario para ello es función del aumento de temperatura. A bajas temperaturas, se produce una regresión parcial.

FIGURA Nº 16 →

Como todos los plásticos, el F.E.P. tienen un coeficiente de dilatación muy elevado. Véase en la figura 16, la curva de variación del coeficiente de dilatación en función de la temperatura. Este coeficiente de dilatación es considerablemente alto en la zona 18 - 25 °C. Una pieza que atraviesa esta zona de temperatura, sufrirá una gran variación en sus dimensiones. Por eso, siempre es preciso conocer la temperatura de trabajo de las piezas de precisión, al objeto de prever estas dilataciones en el momento de mecanizar.

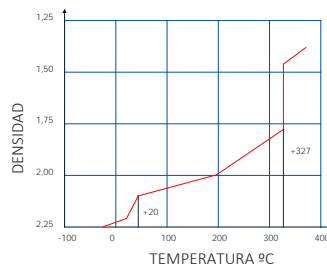


COMPORTAMIENTO DEL F.E.P. ANTE EL CALOR

La acción que el calor produce sobre el F.E.P. es una degradación, es decir, una ruptura de los enlaces carbono - carbono. Esta degradación se manifiesta de dos maneras:

- 1.- Disminución del peso molecular y de las propiedades mecánicas y aumento de la densidad.

FIGURA Nº 17 →



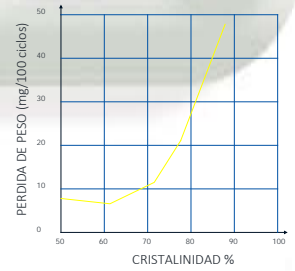
- 2.- Desprendimiento de componentes volátiles de fórmulas $(CF_2)_n$.

Este desprendimiento es muy débil a la temperatura de utilización de ambos materiales. Comienza a ser importante por encima de los 300 °C.

5. ABRASION AND WEAR RESISTANCE

FIGURE 15 →

Finished FEP parts have good wear resistance. However, it is advisable not to exceed a certain linear speed, which is a function of the load applied because there is a risk that the material may heat up owing to its poor thermal conductivity.



In addition, the high value of the friction factor produces large variations in the size of the part, resulting in its mechanical destruction.

From Figure 15, the effect on the wear of FEP can be seen.

THERMAL PROPERTIES

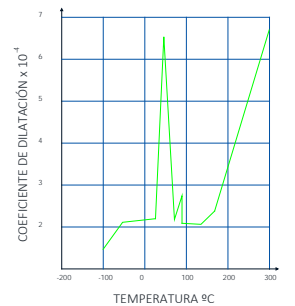
Fluorinated plastics have a great advantage over others, owing to their performance at high temperatures. Under normal conditions, FEP withstands 200° C and starts melting at 280°C.

FEP can be used at temperatures of -190°C and even less without showing an appreciable deterioration of its mechanical properties. It only loses its elasticity below -80°C.

A special characteristic of both materials is their ease of recovery (memory effect). FEP parts which are deformed under pressure have the tendency to recover their shape and original size when the load is removed upon re-heating them to their densification temperature. The time necessary for achieving this is a function of the increase in temperature. At low temperatures, a partial recovery takes place.

FIGURE 16 →

As with all plastics, FEP has a very high expansion coefficient. See the curve in Figure 16 which shows the variation of the expansion coefficient as a function of temperature. This expansion coefficient is fairly high in the 18-25°C range. A part passing through this temperature range will be subject to a large change in size. It is therefore always necessary to know the working temperature of the precision parts so as to anticipate these expansions during machining.

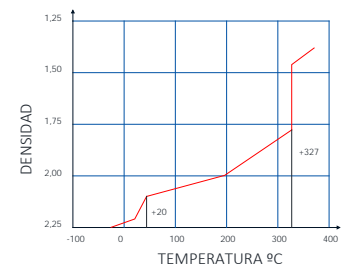


THERMAL BEHAVIOUR OF FEP

The effect heat has on FEP is a degradation, that is to say, a breaking of the carbon-carbon bonds. This degradation manifests itself in two ways:

1. Decrease in molecular weight and in mechanical properties and increase in density (Figure 17).
2. Release of volatile components of the formula $(CF_2)_n$.

FIGURE 17 →



This release is very slight at the working temperature of both materials. It starts becoming substantial above 300°C.

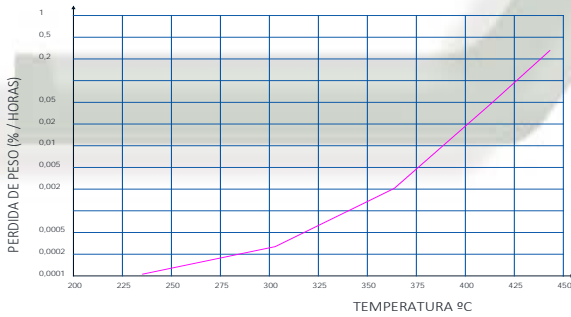


FIGURA Nº 18

En la figura 18, se indica la variación del desprendimiento gaseoso, en función de la temperatura, para cierto tipo de polvo F.E.P. Para piezas fabricadas con este polvo, el desprendimiento es menor, debido a que la superficie es más reducida.

PROPIEDADES QUÍMICAS

Las propiedades tan notables del F.E.P. son consecuentemente de su estructura química. Los átomos de flúor que rodean al átomo de carbono, saturan todas las valencias de éste, formando una de las combinaciones más estables conocidas en el campo de la química, con un peso molecular muy elevado (del orden del millón).

Debido a las dimensiones relativas de los átomos de carbono y flúor, estos últimos forman una cadena en espiral, estancia, protegiendo la cadena del carbono, que es el esqueleto de la molécula. Además, la gran energía del enlace carbono-flúor (110 Kcal/mol), impide que los reactivos corrientes le ataquen.

En efecto, el F.E.P. no es atacado químicamente por ninguno de los reactivos químicos corrientes. Únicamente le atacan algunos metales alcalinos, como el sodio y el potasio fundidos y algunos compuestos halogenados a altas presiones y temperaturas.

PROPIEDADES ELÉCTRICAS

El F.E.P. se diferencia de los demás materiales orgánicos aislantes, por sus propiedades dieléctricas, que permanecen constantes en grandes márgenes de temperatura y frecuencia.

1. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

La resistencia de aislamiento del F.E.P. es tan elevada que no se puede medir. Es mayor que la de cualquier otro aislante, en grandes márgenes de temperatura. En la tabla que ofrecemos a continuación, se pueden comprobar los valores de la resistencia superficial y de la resistencia específica a distintas temperaturas.

	Res. especif., en Ohm/cm	Res. superf., en Ohm.	Márgenes de Temperatura
P.T.F.E	10^{18}	10^{16}	-40°C+230°C
F.E.P.	10^{18}	10^{16}	-40°C+230°C

2. RIGIDEZ DIELECTRICA

La rigidez dieléctrica del F.E.P. es extraordinariamente alta, sobre todo, en pequeños espesores (figura 19). La rigidez dieléctrica es también función de la porosidad (véase fig. 2).

FIGURA Nº 19 →

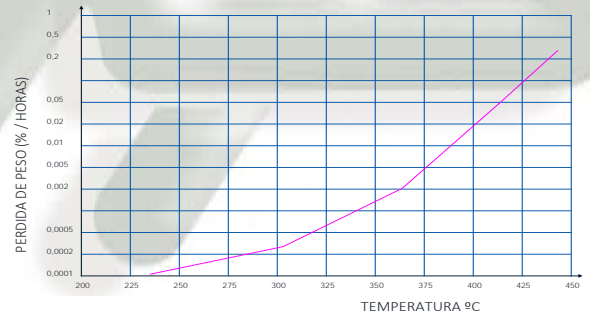
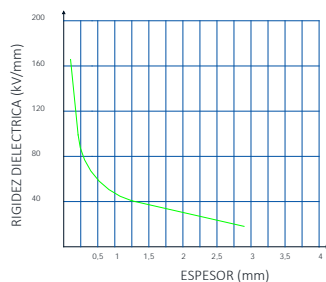


FIGURE 18

In Figure 18, the change in the release of gases is shown as a function of temperature for a certain type of FEP powder. For parts manufactured with this powder, the release is less, owing to the reduction in surface area.

CHEMICAL PROPERTIES

These remarkable properties of FEP are a result of its chemical structure. The fluorine atoms surrounding the carbon atom saturate all valences of the latter, thus forming one of the most stable combinations known in the field of chemistry with very high molecular weight (in the order of 1 million).

Owing to the relative size of the carbon and fluorine atoms, the latter form a tight helix-like chain which protects the carbon chain, which is the skeleton of the molecule. In addition, the high energy of the carbon-fluorine bond (110 kcal/mole) prevents the customary reagents from attacking it.

As a matter of fact, FEP is not attacked chemically by any of the customary chemical reagents. It is only attacked by some alkali metals, such as molten sodium and potassium, and some halogenated compounds at elevated pressures and temperatures.

ELECTRICAL PROPERTIES

FEP differs from the other organic insulating materials by its dielectric properties, which remain constant over a wide range of temperature and frequency.

1. INSULATING RESISTANCE

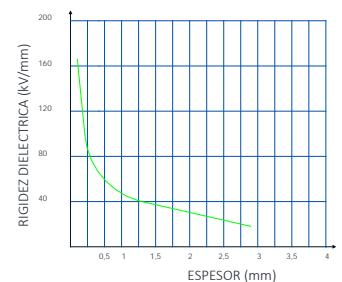
The insulating resistance of FEP has such a high value that it cannot be measured. It is higher than that of any other insulator, over a wide temperature range. In the table shown below, the surface resistance and specific resistivity values at different temperatures can be verified.

	Spec. resist., in Ohm-cm	Surf. resist. in Ohm	Temperature range
P.T.F.E	10^{18}	10^{16}	-40°C+230°C
F.E.P.	10^{18}	10^{16}	-40°C+230°C

2. DIELECTRIC STRENGTH

The dielectric strength of FEP is extraordinarily high, especially at small thicknesses (Figure 19). The dielectric strength is also a function of porosity (see Figure 2).

FIGURE 19 →



PROPIEDADES DEL F.E.P. EN COMPARACIÓN CON OTROS MATERIALES AISLANTES

MATERIAL	Res. espec. Ohm/cm	Const. dielect.	Factor de perd.	Rigid. dielect. KV/mm	Abs. agua %	Temp. trab. °C
F.E.P. puro	10 ¹⁸	2,1	0,0003	20-40	0,01	250
Tejido de vidrio impregnado F.E.P.	10 ¹⁵	3	0,001	20-30	0,05	250
Papel prens.	10 ¹² -10 ¹⁴	4,5	0,05	20-29	1	110
Tejido prensado	10 ¹⁰ -10 ¹²	5	0,2	6-36	2	110

COMPUESTOS DE F.E.P.

El F.E.P. se puede mezclar con otros materiales, como fibra de vidrio, grafito, carbón, bisulfuro de molibdeno, cobre, bronce, productos cerámicos, etc., con objeto de conseguir la mejora de ciertas de sus propiedades:

- Disminución de la fluencia en frío.
- Disminución del coeficiente de dilatación.
- Mayor conductibilidad térmica.
- Mayor resistencia al desgaste y mayor deslizamiento.
- Mejores características mecánicas.

PROPERTIES OF FEP IN COMPARISON WITH OTHER INSULATING MATERIALS

MATERIAL	Spec. resist. Ohm-cm	Dielect. constant	Loss factor	Dielect. strength kV/mm	Absorp. of water %	Work. temp. °C
Pure FEP	10 ^{18.3}	2,1	0,0003	20-40	0,01	250
FEP impr. with glass fabric	10 ¹⁵	3	0,001	20-30	0,05	250
Press. paper	10 ¹² -10 ¹⁴	4,5	0,05	20-29	1	110
Press. fabric	10 ¹⁰ -10 ¹²	5	0,2	6-36	2	110

FEP COMPOUNDS

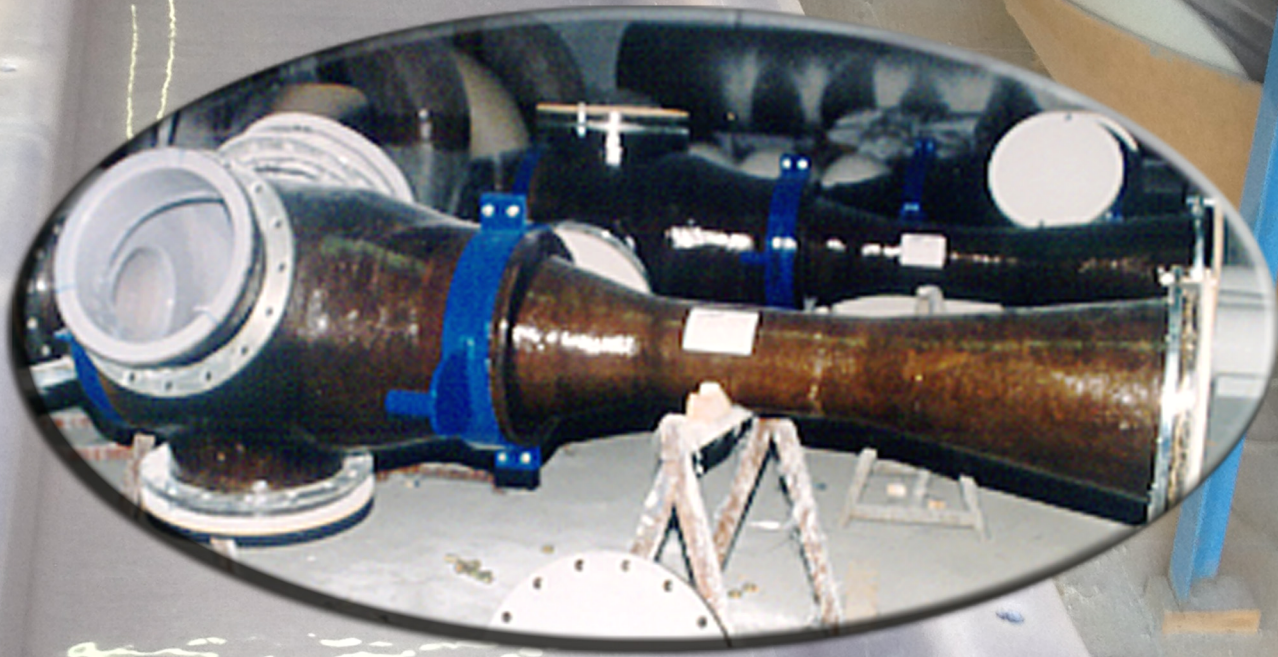
FEP can be mixed with other materials, such as glass fibre, graphite, carbon, molybdenum disulfide, copper, bronze, ceramic products, and the like, in order to achieve an improvement in certain of its properties:

- Decrease in plastic flow in the cold
- Decrease in the expansion coefficient
- Better thermal conductivity
- Better wear resistance and better gliding
- Better mechanical properties



moplás, s.a.

moplás, s.a.





moplás, s.a.

moplás, s.a.

PLANTA DE CLORATO - SABIÑANIGO (HUESCA)

Ingeniería, Diseño, Suministro y Montaje de Tuberías y Accesorios de TEFLON - FEP + P.R.F.V.

Dimensiones:

Diámetro : 300 mm.

Espesor TEFLON-FEP : 2,3 mm.

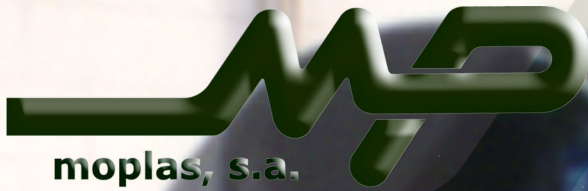
Espesor P.R.F.V. : 6,0 mm.

Condiciones de Diseño: Vacío

Material: Placas de TEFLON-FEP, reforzada mecánicamente con resina Epoxi Vinil Ester más fibra de vidrio.

Cliente: ERCROS - SABIÑANIGO (HUESCA)





moplás, s.a.

moplás, s.a.

EQUIPO DE FEP - FRETADO

Ingeniería, Diseño y Suministro de Equipo de
TEFLON - FEP + P.R.F.V.

Dimensiones:

Diámetro : 1200 / 80 mm.
Espesor TEFLON-FEP : 2,3 mm.
Espesor P.R.F.V. : 25,0 mm.

Condiciones de Diseño:

Fluido: Ácido Sulfúrico al 74%
Temperatura: 140 °C
Presión: Vacío

Material: Placas de TEFLON-FEP, reforzada
mecánicamente con resina Epoxi Vinil Ester más
fibra de vidrio.

Cliente: FMC FORET, S.A. - HUELVA





moplas, s.a.

moplas, s.a.

