



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 42 MAYO DE 2011

“Comportamiento en Servicio y Deterioro de materiales poliméricos”

AUTORÍA JUAN DIEGO LÓPEZ LEÓN
TEMÁTICA TECNOLOGÍA INDUSTRIAL
ETAPA BACHILLERATO

Resumen

Los diferentes polímeros tienen un comportamiento diferente según a los esfuerzos y al uso al que se ven sometidos, es decir a su servicio. En este artículo se va a analizar como es su comportamiento a fatiga, desgaste, fractura etc, de diferentes materiales plásticos una vez que es puesto en servicio. Muestra de la importancia que tiene el saber elegir correctamente un material plástico de entre otros, según sus propiedades y de cual va a ser su comportamiento frente a los agentes externos.

Palabras clave

fatiga, desgaste, fractura, termoplásticos, termoestables, termofluencia.

1. Introducción.

Los materiales poliméricos constituyen la materia prima de un gran número de productos utilizados en la actualidad. Es tanta su importancia, que del mismo modo que para la antigüedad nos referimos a la Edad del Hierro o Edad del Bronce para referirnos a una época, ahora podríamos referirnos a que nos encontramos en la “Edad del Plástico”

Plásticos los hay tanto naturales como sintéticos creados por el hombre a partir sobre todo de derivados del petróleo. Lo fundamental es conocer las propiedades y características de cada uno de ellos para así poder elegir uno u otro según las condiciones a las que se les someterá una vez el material sea puesto en servicio. Incluso añadiéndole aditivos podemos modificar en gran parte la propiedades de un plástico y transformar por ejemplo su carácter aislante en conductor, sin más que añadir un camino de grafito por donde circulen los electrones.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 42 MAYO DE 2011

Conociendo el comportamiento de los materiales poliméricos mediante ensayos normalizados, podemos predecir cual será su comportamiento en servicio y su posible deterioro según el entorno al que les sometamos.

2. Fallos en servicio según las características del material polimérico.

En primer lugar una propiedad a tener en cuenta en los polímeros y que condiciona su uso es el **grado de cristalización**, es decir la fracción cristalina que presenta el polímero y el total del mismo. Así, en su puesta en servicio el polímero sometido a esfuerzos de tracción, hace que aumente su grado de cristalización, pues las cadenas que constituyen el polímero, tienden a alinearse en la dirección del esfuerzo.

El comportamiento de una pieza de plástico no solo depende de su diseño sino del proceso con el que se ha fabricado, por ello ambos factores deben tenerse en cuenta a la hora de los posibles fallos a los que puede verse sometida dicha pieza tras su puesta en servicio. Así por ejemplo una pieza con un diseño adecuado al entorno en el que se va a desenvolver puede ser que falle en cuanto al proceso de fabricación utilizado para realizarla, si su influencia sobre sus propiedades no se ha tenido en cuenta. Por ejemplo si se fabrica por extrusión, estirado o soplado, aumentará su grado de cristalización y por tanto variará las características que a priori tenía tabulado dicho polímero.

En segundo lugar y de manera fundamental es conocer el **grupo principal** al que pertenece dicho polímero para saber cuales serán los distintos factores generadores de fallo. Por grupo principal cabe referirse a si se trata de un termoplástico, un termoestable o un elastómero.

Cuando una pieza realizada con un material termoestable se calienta, entonces el material se ablanda debido a que las cadenas pueden deslizar unas sobre otras. Cuando enfriamos la pieza, el material se endurece. Esto ocurre de manera reversible siempre que no se llegue a una temperatura de fusión tal que las vibraciones moleculares sean tan potentes que rompan los enlaces covalentes.

Cuando una pieza realizada con un material termoestable se calienta, lo que ocurre es que se endurecen y no se ablandan al continuar calentando con lo que son bastante más rígidos que los termoplásticos. Si el calentamiento continua entonces la pieza no se ablanda sino que se degrada debido a que se rompen los enlaces entrecruzados.

Una pieza realizada con un material elastómero presenta una densidad relativamente baja pero su resistencia a tracción es muy baja al igual que su temperatura máxima de uso.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 42 MAYO DE 2011

Otra característica que influye en el comportamiento en servicio de un material polimérico es su peso molecular ya que cuanto mayor sea éste mayor será su resistencia mecánica.

La estructura interna de los materiales poliméricos y la naturaleza de las fuerzas de unión hace que tengan una resistencia mecánica baja, bajo módulo de elasticidad, dependencia de las propiedades mecánicas con el tiempo, dependencia de la temperatura y gran sensibilidad al impacto y a la entalla.

3. Fatiga en servicio de materiales poliméricos.

Un polímero puede verse sometido a tensiones variables que puede llegar a producir unas deformaciones e incluso rotura a cargas inferiores a las que en teoría sería capaz de soportar.

En los materiales poliméricos los principales factores que afectan a la fatiga son:

- a) *Temperatura*: hay que tener en cuenta que la temperatura de transición vítrea de los materiales poliméricos está asociada a las regiones amorfas de los mismos y establece la frontera entre el comportamiento rígido-quebradizo y el elástico-deformable.
- b) *Ambiente*: el entorno que rodea a nuestra pieza polimérica en servicio, puede hacer que varíe sus propiedades con el paso del tiempo. Así determinados plásticos sufren envejecimiento o fisuraciones provocadas por exposiciones a radiaciones ultravioleta, determinados productos químicos, disolventes, etc.
- c) *Intensificadores de tensiones*: la resistencia a fatiga se reduce de forma importante por la presencia de intensificación de tensión, como ocurre en los casos en que existen esquinas angulosas, agujeros, entallas, etc.
- d) *Rechupes*: en el proceso de moldeo, cuando el diseño de la pieza no ha sido el adecuado y hay cambios bruscos de sección o el proceso de enfriamiento no ha sido el adecuado, entonces se producen rechupes que afectan negativamente a la resistencia a fatiga de nuestra pieza.
- e) *Tensiones*: una pieza de material plástico en servicio se encuentra sometida a unos esfuerzos que provocan tensiones, así en zonas atornilladas se encuentran sometidos a un esfuerzo de cizalla en los hilos que hace que con el tiempo puedan deformarse. Del mismo modo si se encuentran unidas mediante adhesivos, partes de materiales poliméricos con



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 42 MAYO DE 2011

diferente coeficiente de dilatación, también se ven sometidas dichas zonas a deformaciones cuando se producen cambios de temperatura.

4. Termofluencia en materiales poliméricos.

“La termofluencia es la deformación lenta y continua a lo largo del tiempo que experimentan los materiales sometidos a cargas inferiores a las que producirían deformaciones permanentes a temperatura ambiente, cuando trabajan a temperaturas suficientemente elevadas”.

Los materiales poliméricos sometidos a una carga pueden termodeformarse, es decir su deformación bajo una carga constante aplicada a una temperatura constante, continúa incrementándose con el tiempo. El incremento de la magnitud de la deformación aumenta con el esfuerzo aplicado y de la temperatura.

La relajación al esfuerzo de un material polimérico sometido a deformación constante da lugar a una disminución del esfuerzo con el tiempo. La causa de esta relajación debe buscarse en su estructura interna y se produce por un lento deslizamiento de cadenas poliméricas de unas sobre otras.

Se producen diferentes comportamientos en función de la temperatura, de forma que se asemeja el vidrio a baja temperatura, a un sólido gomoso a temperaturas intermedias (superiores a la de transición vítrea) y se convierten en un líquido viscoso cuando la temperatura es elevada.

El ablandamiento y la fluencia que experimentan los polímeros pueden proporcionar los primeros pasos en la determinación de un material plástico. También dependerá de si se trata de un termoplástico o de un termoestable ya que en el segundo caso la pieza tendrá más resistencia al ablandamiento pero finalmente se descompondrá.

5. Fractura de materiales poliméricos.

La fractura de materiales poliméricos puede considerarse frágil, dúctil o intermedia entre los extremos. Normalmente los termoestables sufren fractura frágil y los termoplásticos pueden romperse de manera frágil o dúctil. Si la rotura se produce a una temperatura inferior a la de transición vítrea entonces la fractura principal será frágil, mientras que si se realiza a una temperatura superior entonces la rotura será dúctil.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 42 MAYO DE 2011

Los plásticos termoestables calentados por encima de la temperatura ambiente se debilitan y se rompen a un nivel menor de esfuerzo, pero todavía de forma dúctil, porque la red de enlaces covalentes se mantiene a altas temperaturas.

6. Desgaste en materiales poliméricos.

“El desgaste es el deterioro o daño de una superficie sólida, causado por el desplazamiento o arranque de material debido a la acción mecánica del contacto con un sólido, líquido o gas”.

En los materiales plásticos el principal motivo de desgaste es por fricción entre sí ya que en ningún caso se permite el diseño de componentes de plástico que vayan a sufrir fricción por componentes metálicos, puesto que el desgaste de material sería demasiado elevado al igual que el incremento de temperatura.

Cuando dos piezas de material plástico se encuentran en movimiento y en contacto entre sí, por ejemplo los engranajes para la regulación en altura en faros para vehículos, se produce una fricción que si es excesiva puede producir un incremento de la temperatura y el calor generado puede llegar a deformar la pieza haciéndola inservible.

El desgaste podemos clasificarlo basándolo en una descripción macroscópica de la superficie desgastada y así distinguimos entre rayado y rozado; aunque lo más aceptado es la clasificación entre desgaste adhesivo, abrasivo y erosivo.

- a) *Desgaste adhesivo*: es el producido por transferencia de material desde una superficie a otra, en el curso de un desplazamiento relativo o bien por presión entre ambas.
- b) *Desgaste abrasivo*: es el desplazamiento de material de una superficie sólida debido al deslizamiento de partículas duras. La abrasión puede ser doble o triple: doble es cuando se da entre dos piezas en contacto, por ejemplo entre moldura y parachoques; triple es cuando se involucran tres cuerpos diferentes, por ejemplo cuando entre la goma estanca y el canal vierteaguas de un vehículo se encuentran partículas de arena
- c) *Desgaste erosivo*: consiste en el desgaste de material de una superficie sólida debida al desplazamiento relativo de un fluido que contiene partículas sólidas. Un ejemplo es el desgaste que sufre una tubería de PVC cuando por ella circula agua con partículas de arena.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 42 MAYO DE 2011

7. Comportamiento en servicio de termoplásticos de uso general.

Caben destacar los siguientes:

- a) *Polietileno*: presenta gran tenacidad a temperatura ambiente y a bajas temperaturas, así como gran flexibilidad en un gran rango de temperatura. Tiene una excelente resistencia a corrosión y transmite poco vapor de agua. Por todo ello se utiliza en contenedores, como aislante eléctrico, para empaquetamiento y recubrimiento de pozos y estanques, etc.
- b) *Cloruro de polivinilo*: presenta una considerable fragilidad, buenas propiedades eléctricas y alta resistencia a la disolución. Los plastificantes proporcionan flexibilidad a los materiales poliméricos. Los estabilizadores de calor se añaden para alargar su vida útil. El PVC rígido se utiliza en tuberías, canalones, decoración, etc. El PVC plastificado se utiliza en tapizados de muebles y coches, revestimientos de paredes interiores, chubasqueros, etc.
- c) *Polipropileno*: en servicio presenta buena dureza superficial y estabilidad dimensional. Se utiliza en electrodomésticos, utensilios de laboratorio, botellas, sacos, bolsas, etc.
- d) *Poliestireno*: el de aspecto de cristal se utiliza para elementos de cocina por su rigidez, otras variedades son modificados con goma y se utilizan en interiores de automóviles, electrodomésticos, etc.
- e) *Poliacrilonitrilo*: en servicio presenta gran consistencia y una buena resistencia a la humedad y disolventes, por ello se usa en forma de fibra para jerséis.
- f) *ABS*: esta familia de plásticos presenta buena resistencia al impacto y solidez mecánica, por ello se utiliza en herramientas y carcasas para faros ya que soporta muy bien los esfuerzos lo que permite que al trabajar con otros elementos plásticos sus clipajes sean resistentes presenten un buen ajuste. También se utiliza en carcasas de ordenadores, interiores de frigoríficos, etc.
- g) *Metacrilato de polimetilo (PMMA)*: su alta transparencia a la luz visible se ve con el tiempo disminuida debido a la acción de los rayos ultravioleta y su poca resistencia al desgaste por rayadura en comparación con el vidrio. Se utiliza para acristalar embarcaciones, aviones, señales, lunas traseras de automóviles, asas, etc.
- h) *Fluoroplásticos*: en servicio es capaz de aguantar fuertes impactos pero su resistencia a la tensión, desgaste y termofluencia son bajas. Se utiliza en tuberías resistentes a reactivos químicos, aislamientos de cables a altas temperaturas, juntas, anillos de estancamiento y cojinetes.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 42 MAYO DE 2011

8. Comportamiento en servicio de termoplásticos industriales.

Caben destacar los siguientes:

- a) *Poliamidas (nailon)*: presenta una alta resistencia debido a los puentes de hidrógeno entre las cadenas moleculares, también las piezas de este material tienen buena resistencia química. Se utiliza en soportes, cojinetes, piezas antifricción, piezas mecánicas que deben funcionar a altas temperaturas y resistir hidrocarburos. También se utilizan en la fabricación de numerosas piezas del automóvil como limpiaparabrisas o velocímetros.
- b) *Policarbonato*: su resistencia al impacto es muy alta y también su resistencia a altas temperaturas, esto unido a su elevada transparencia y propiedades ópticas, hace que se utilice en lentes y faros para vehículos. En servicio su principal problema es que amarillea con el paso del tiempo debido a la acción de los rayos ultravioleta además se raya fácilmente. También los policarbonatos son resistentes a una variedad de productos químicos pero son atacados por disolventes. Por sus características se utilizan ampliamente también en lucernarios, ventanas, cubiertas para herramientas eléctricas y terminales para ordenador.
- c) *Resinas basadas en el óxido de fenileno*: presenta una baja absorción de agua y buenas propiedades dieléctricas y de choque. Se utiliza en salpicaderos de automóvil, hornos y exteriores de carrocería.
- d) *Acetales*: presenta una muy alta resistencia en servicio y por ello a reemplazado a numerosas piezas metálicas de cinc, aluminio o latón, así como en el estampado de acero. Son utilizados es componentes de sistemas de combustible, cinturones de seguridad de asientos, manivelas para ventanas, cremalleras, sedales, bolígrafos, etc.
- e) *Poliésteres termoplásticos*: las piezas diseñadas con este material son casi independientes de la temperatura y humedad debido a sus muy buenas condiciones como aislante. Se utiliza en relés, enchufes, conectores, etc.
- f) *Polisulfonas*: son muy eficaces en ingeniería debido a que son duros, fuertes y resistentes al calor. Se utiliza en instrumental médico así como chapas de montaje entre otros.
- g) *Sulfuros de polifenileno*: se usa en álabes, tuberías, válvulas, etc, debido a su buena resistencia mecánica.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 42 MAYO DE 2011

9. Comportamiento en servicio de termoestables.

Caben destacar los siguientes:

- a) *Fenólicos*: presentan una alta resistencia al impacto, algunos cargados con mica tienen muy buenos comportamientos como aislantes así como resistentes al calor.
- b) *Resinas epoxi*: pueden ser licuados, además con agentes de curado como aminas se consigue una elevada dureza y resistencia química. Se utilizan en recubrimientos protectores de gran resistencia. Usos típicos son para latas y baterías de circuitos para motores y recubrimientos neumáticos.
- c) *Poliésteres insaturados*: reforzados con vidrio son usados para fabricar paneles de automóviles y prótesis. También para tuberías, tanque y conductos
- d) *Ureas y melaminas*: presentan gran rigidez y resistencia al impacto. Se utilizan para placas de pared, asideros, botones, así como contrachapados, cascos de barcos, suelos y uniones de muebles.

10. Conclusión.

El conocimiento de las propiedades de los materiales plásticos es fundamental para el diseñador a la hora de elegir el mejor material para la pieza que va a diseñar según el trabajo al que se va a someter y en el entorno en el que va a actuar. Pero además de conocer las propiedades es fundamental saber cual va a ser su comportamiento en servicio ante condiciones cotidianas, e incluso extremas, esto se determina no solo mediante los conocimientos teórico de cada uno de los tipos de plástico, según sus enlaces, cargas, etc. sino mediante la vía experimental que es la que ha hecho que sepamos cuando se va a producir fractura, pérdida de material u otras propiedades que hagan fallar nuestra pieza.

Por todo ello podemos concluir que el conocimiento del plástico, de su comportamiento y de la invención de nuevos tipos es fundamental para que nuestros productos sean competitivos y su vida útil se adecue a lo proyectado.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 42 MAYO DE 2011

11. Bibliografía.

RAMOS, M. A. y DE MARIA, M. R.: "Ingeniería de los materiales plásticos". Editorial Díaz de Santos. Madrid. 1998

WILLIAM F. SMITH: "Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales". Editorial McGraw-Hill. Madrid

SEGUNDO BARROSO HERRERO Y OTROS: "Introducción al conocimiento de los materiales y a sus aplicaciones". Editorial UNED. Madrid. 2008

SEGUNDO BARROSO HERRERO: "Procesado y puesta en servicio de materiales". Editorial UNED. Madrid. 2005

Apuntes Curso "Diseño de elementos plásticos". Fundación ASCAM. Centro Tecnológico del plástico. 1999

Autoría

- Nombre y Apellidos: Juan Diego López León
- Centro, localidad, provincia: I.E.S. Dr. Francisco Marín, Siles, Jaén
C/ Recogidas Nº 45 - 6ºA 18005 Granada csifrevistad@gmail.com



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 42 MAYO DE 2011

▪ E-mail: jdiego_ileon@yahoo.es