

Plásticos

www.elmaky.com

ENERO 1995

ÍNDICE

1. GENERALIDADES

2. CONSTITUCIÓN DE LOS PLÁSTICOS

3. ESTRUCTURA Y TIPOS DE PLÁSTICOS

4. OPERACIONES Y TRANSFORMACIONES

4.1. REUNIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE MONÓMERO

4.2. CONFORMACIÓN Y MOLDEO

5. ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

6. TRATAMIENTO DE RESIDUOS

7. APLICACIONES

8. BIBLIOGRAFÍA

1. GENERALIDADES

La definición de plástico es difícil, ya que la palabra plástico se deriva de la palabra griega *plastikos*, que significa "adecuado para moldear". Mucho de los materiales llamados plásticos, tales como acabados y adhesivos, no se moldean del todo; incluso muchos materiales se moldean y no se llaman plásticos. Los plásticos podrían definirse mejor como un gran número de productos de origen orgánico y de alto peso molecular, que son sólidos en su estado definitivo, pero que en alguna etapa de proceso de su fabricación son suficientemente fluidos para moldear por calor y presión.

La mayoría de los plásticos son relativamente modernos, ya que hasta principios de siglo sólo se empleaban los siguientes productos de origen orgánico moldeables por calor y presión, que pueden considerarse como los antecesores de los plásticos modernos:

La *goma laca* de origen natural, la *caseína* derivada de la leche, la *ebonita* derivada del caucho, y el *celuloide* derivado de la celulosa.

Fue en 1909 cuando Baekeland obtuvo en forma industrial el fenol-formaldehído, cuando se inicia la que se ha denominado **era de los plásticos**, pues a partir de entonces se han multiplicado el número y aplicaciones industriales de los plásticos modernos. Como el objeto de las investigaciones de Baekeland era encontrar un sustitutivo de la goma de laca, que era una resina natural, denominó resina artificial al producto obtenido, y desde entonces se aplica por extensión la denominación de resinas a los productos básicos que constituyen los plásticos.

Las materias que pudiéramos denominar primarias, de las que se obtienen los plásticos, son: *el petróleo, la hulla, la cal, el aire, el agua, la sal, el azufre y una gran cantidad de productos agrícolas* que cada día se amplían.

Actualmente es el petróleo el principal proveedor de materias primas para los plásticos, constituyendo la industria del aprovechamiento de sus subproductos una rama importantísima de la química denominada petroquímica.

2. CONSTITUCIÓN DE LOS PLÁSTICOS

Los plásticos están constituidos por una resina básica que es la verdadera sustancia plástica, a la que se añaden una serie de compuestos químicos denominados aditivos, que modifican o refuerzan las propiedades de la resina. A continuación se listan los más importantes, junto con la resina base.

Las propiedades se caracterizan por las resinas, y es la sustancia que aporta más propiedades al polímero final. Este puede constituir desde el 10% al 100% del compuesto de moldeo. La resina es la que determina si un compuesto es termoplástico o termofraguante. El relleno agrega volumen o propiedades especiales. En casi todos los casos, las propiedades del plástico se cambiarán por la adición de un relleno. Los colorantes son compuestos minerales u orgánicos utilizados para dar color a la resina base. Se introduce un colorante ya que la mayoría de las resinas plásticas comunes, son transparentes o translúcidas. Los plastificantes proporcionan fluidez. Son compuestos orgánicos de baja tensión de vapor que forman con las resinas unas soluciones estables en frío y aumentan su plasticidad en caliente. Los lubricantes son compuestos, en general, orgánicos destinados a facilitar el desmoldeo de los plásticos. Se emplean en cantidades muy pequeñas inferiores al 2 por ciento. Los estabilizadores, intentan evitar o reducir la degradación causada por la edad, calor o luz y son especialmente útiles con los vinilos. Los catalizadores son compuestos químicos o mezclas de compuestos que se añaden a la resina para dificultar su polimerización o condensación y asegurar así sus propiedades iniciales.

3. ESTRUCTURA Y TIPOS DE PLÁSTICOS

Químicamente, todos los plásticos son polímeros. La menor unidad de estructura o molécula, que identifica al producto químico implícito, se llama monómero. Por diversos medios que incluyen calor, luz, presión y agitación, puede lograrse que estos monómeros se unan y que crezcan en moléculas mucho más grandes por el proceso de *polimerización*. En general, la primera polimerización requiere la conexión de los monómeros en largas cadenas, usualmente con un grado progresivo de solidificación o un incremento en la viscosidad conforme procede la polimerización. Para la mayor parte de los plásticos las propiedades dependen del grado de polimerización. Para el grupo de plásticos conocidos como termofragantes o termoestables, tiene lugar un segundo tipo de polimerización el cual ocurre en enlace cruzado entre las cadenas adyacentes. Esta reacción termofragante con frecuencia resulta en un gran incremento de la rigidez.

Hay dos grandes grupos de plásticos, basados originalmente en su reacción al calor. Los plásticos llamados termoplásticos (cadenas largas de polímeros), tienen el grado de polimerización controlado en la manufactura inicial de la materia plástica o resina. Estos materiales se suavizan con el aumento de temperatura y ganan rigidez conforme decrece la temperatura. El proceso es esencialmente reversible, pero en algunos casos, los cambios químicos que pueden deteriorar las propiedades se producen por el calor. El otro gran grupo es el de los plásticos termoestables (polímeros con enlace cruzado).

Como se indicó, los plásticos termofragantes sufren una polimerización adicional del tipo de enlace cruzado. Los termoplásticos pueden volver a suavizar por recalentamiento, pero la reacción termofragante es de naturaleza química y es irreversible de modo que una vez que ocurre el calentamiento adicional resulta solamente un carbonizado gradual y deterioro.

4. OPERACIONES Y TRANSFORMACIONES

Dentro del proceso de obtención de plásticos, se pueden distinguir dos operaciones básicas. La primera es la reunión de las moléculas de los monómeros, que pueden realizarse fundamentalmente por tres procedimientos: Por *Polimerización de adición*, por *Copolimerización* y por *Condensación*, y la segunda es la conformación y moldeo de la sustancia plástica obtenida.

4.1. Reunión de las moléculas de monómero

Este proceso consiste en el encadenamiento de las moléculas de los monómeros por uno o más de los enlaces de éstos, bajo la influencia de calor, o más generalmente de algún cuerpo que actúa de catalizador (sustancias cuya presencia acelera una reacción sin que al menos teóricamente tomen parte en ella). Es necesario llegar a cierto grado de polimerización para obtener un plástico sólido. La polimerización mínima puede fijarse en unas 60 o 80 moléculas, creciendo la rigidez y resistencia del polímero hasta las 250 moléculas. Pasado este número crece muy lentamente la resistencia mecánica y por encima de las 700 moléculas no varían las propiedades mecánicas del polímero por mucho que se aumente el grado de polimerización. La polimerización puede realizarse en una sola dimensión, obteniéndose polímeros filamentosos, o en las tres dimensiones, produciendo de forma ramificada, que es la que se produce en monómeros con moléculas de enlaces múltiples.

4.1.1. Polimerización de adición

-**EN BLOQUE**. Produce resinas con tamaño de partícula fino, empleadas principalmente en calandrado y recubrimiento en solución. La polimerización se lleva hasta el punto en que aún se puede dejar fluir el polvo formado. El procedimiento tiene la ventaja de no necesitar ningún aditivo, a excepción del catalizador, pero también la desventaja de la dificultad de eliminar el calor de reacción y de obligar al reciclado de grandes cantidades de monómero.

-EN EMULSIÓN. Produce resinas con tamaño de partícula extremadamente fino, utilizadas en la preparación de plastisoles líquidos u organosoles para emplearlos en moldeo en hueco, recubrimientos y fabricación de espumas. Por este procedimiento resulta un látex del polimerizado, de gran movilidad y escasa viscosidad. La poca consistencia de la dispersión facilita la polimerización en proceso continuo. El polimerizado se puede aislar de la emulsión mediante la precipitación con electrólitos o alcoholes (tales como metanol). El polvo resultante se lava sobre filtros continuos o hidroextractores; en caso de necesidad se pueden también quitar del polimerizado los restos de emulsionante arrastrados, mediante lavado con alcohol metílico. La ventaja del procedimiento reside en la posibilidad de organizar la circulación continua de materiales desde la fabricación del monómero hasta el producto final, con sólo la intercalación de unos pocos tanques para almacenar el monómero y la emulsión.

-EN SUSPENSIÓN. Es el método que produce mayor volumen de resinas de uso general, transformadas por calandrado, moldeo por inyección, extrusión, etc. La realización de un proceso continuo de polimerización en suspensión ofrece más dificultades que en el caso de la polimerización en emulsión. Se polimeriza en general por cargas, y las demás operaciones se hacen en forma continua o discontinua. La polimerización en suspensión, lo mismo que la polimerización en bloque, proporciona productos libres de emulsionante y sales.

-EN SOLUCIÓN. Este método es a menudo usado, cuando el calor exotérmico es demasiado grande para ser controlado por la polimerización a bloque. El monómero y el iniciador son disueltos en un solvente no reactivo, que sirve para retardar la reacción y así moderar el calor obtenido en dicha reacción. Este método produce polímeros de bajo y medio peso molecular.

4.1.2. Copolimerización

Los plásticos obtenidos por polimerización de un solo monómero, tienen a veces defectos que limitan el campo de su aplicación. A esta operación de polimerizar dos monómeros previamente mezclados se ha denominado copolimerización y copolímeros a los plásticos obtenidos. La copolimerización puede ser también lineal y ramificada. Dicho proceso es uno de los procedimientos más empleados en la tecnología de los plásticos, pues permite obtener materiales de características sobresalientes.

4.1.3. Condensación

Algunos compuestos químicos, como el fenol y el formaldehído no polimerizan aisladamente, pero haciéndoles reaccionar polimerizan fácilmente. A este proceso se ha denominado condensación porque en la operación se desprenden algunas moléculas, generalmente de agua. También puede ser lineal y ramificada.

4.2. Conformación de los Plásticos

El mayor consumo de los productos plásticos lo hace la fabricación de los artículos más diversos. Esta fabricación puede hacerse partiendo de semiproductos, como películas, hojas, planchas, etc., o bien por moldeo directo de las resinas.

- Conformación de los semiproductos plásticos. Los termoplásticos, pueden mediante el calor, deformarse adaptándolos a un molde, y si la temperatura es adecuada, soldarse perfectamente. Los termoestables, en principio, no son ni deformables ni soldables por el calor. Pueden, sin embargo, pegarse por medio de colas adecuadas. En principio la conformación adecuada para los plásticos es el moldeo.
- Conformación de los plásticos por moldeo. Una gran parte de los artículos fabricados con plásticos se obtienen por moldeo de las resinas, generalmente en forma granulada, a las que a

veces se añade la carga en polvo en el momento de realizar su conformación. Las principales técnicas son las siguientes:

Por extrusión. Se realiza obligando a salir la masa de plástico, calentada a temperatura adecuada, por una boquilla de sección igual a la del tubo o barra que se desea obtener. Por este procedimiento se recubren también de plástico cables metálicos que pasan concéntricamente por una boquilla cilíndrica

Por compresión. Se realiza comprimiendo a unos 300 a 500 kg/cm² el plástico en polvo, calentando en el momento de la operación de 150° a 170°, o en una pastilla previamente calentada fuera de la prensa. Este procedimiento se aplica sólo a piezas pequeñas, pues haría falta una prensa de 1000 Tm, para una pieza de 0,5 m² de superficie.

Por transferencia. Se realiza calentando a unos 80°, en un cilindro, el plástico, que después es empujado por un pistón a través de un orificio a un molde situado debajo, calentado también a temperatura adecuada. Este procedimiento mejora notablemente las propiedades de los plásticos con mucha carga.

Por inyección. Consiste en inyectar en el molde metálico, a una presión de 1000 kg/m², el plástico reblandecido por el calor en la misma maquina. Se emplea mucho para la conformación de los plásticos celulósicos y vinílicos en piezas de hasta 750 gramos y diámetros del orden de los 300 mm.

El moldeo por colada ordinaria es similar al de los metales; se emplea principalmente para el moldeo en estado líquido (fundido) de los fenol-formaldehidos (baquelitas). Este procedimiento tiene la ventaja de que es mucho más barato que los anteriores, que exigen máquinas de elevado precio y moldes de aceros especiales.

Soplado de cuerpos huecos. La fabricación de cuerpos huecos se realiza soplando, cuando todavía está caliente, una proforma obtenida por extrusión o por moldeo por inyección, colocada en el interior de un molde hueco.

5. ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

Los plásticos industriales han crecido muy rápidamente desde 1930, creando un período de continua expansión.

Los costes de producción vienen dados aproximadamente por tres parámetros. El coste del monómero se refleja en un 45-65%, el coste de producción y conversión el 25-40%, y costes de utilidades entre el 5-10%.

6. TRATAMIENTO DE RESIDUOS

En este apartado se quiere ver, de forma general, cual puede ser el tratamiento de los residuos plásticos, si hay posibilidad de su reciclado y cuando no sea factible, convertirlos en energía.

Reciclado. Describe cualquier proceso en el que los artículos fabricados se recuperan y tratan de tal manera que se produce con ellos un producto útil. Las diferentes operaciones de reciclado se pueden clasificar como sigue:

- Reciclado primario: En este reciclado el material se reprocesa a la misma aplicación original. Por ejemplo: discos de gramófono sin vender que se reciclan a discos nuevos, o la conversión de cajas de botellas sin utilizar a otras nuevas.

- Reciclado secundario: En este tipo de reciclado el material recuperado se reprocesa para dar un objeto que difiere del original. Los objetos producidos de este modo poseen propiedades físicas peores que las que tenía el objeto originariamente.

- Reciclado terciario: Es el caso de los residuos plásticos cuando se convierten a productos no plásticos, tales como aceites, ceras, grasas, monómeros o energía. Existe, por lo tanto, un reciclado a energía, un reciclado químico, etc.

Reciclado energético puede ser por incineración y pirolisis. En el primero hay un gran inconveniente, los residuos plásticos que contengan cloro, dependiendo de su proporción en dichos residuos, pueden producir cantidad de cloruro de hidrógeno suficiente para causar daño en la instalación. Por otra parte, este cloruro, emitido a través de la chimenea, produce ácido clorhídrico que queda en la atmósfera como un contaminante más. Estos problemas se intentan solventar utilizando incineradoras de dechloración por destilación seca. En ellos el cloruro de hidrógeno se elimina primero por dehidrocloración y después se quema en el horno de combustión. Los gases residuales, una vez aprovechado su contenido calorífico, se depuran en un colector y se descargan. También pueden afectar los polímeros fluorados, pero dado su limitado uso en las aplicaciones, no provocan problemas importantes. La pirolisis es un método que no sólo se está aplicando a los residuos plásticos, sino también a otros tipos de desechos orgánicos, implica su conversión en productos combustibles y en productos químicos utilizables como materias primas.

Reciclado químico. Se puede hacer una recuperación de materias primas por hidrólisis de los desechos de los materiales plásticos, obtención de los monómeros por descomposición del plástico por calor, como el polimetacrilato de metilo, o por metanolisis, como el polietilentereftalato, y también por último un reciclado por cracking.

Según la clasificación de plásticos, anteriormente expuesta, y teniendo en cuenta su reacción con el calor y si son moldeables, los plásticos termoestables no pueden ser considerados normalmente como susceptibles de reciclado, y por tanto no son más que recuperables como combustibles, mientras que las resinas termoplásticas son reciclables debido a que durante su fabricación y transformación sus propiedades permanecen prácticamente sin cambiar.

Razones para el reciclado. Las razones fundamentales son las siguientes: económicas, de ahorro de materias primas y energía y por último, pero no menos importante, las de tipo ecológico.

Las razones económicas y de ahorro siempre son un poderoso incentivo, ya que cuando aumentan los precios de los materiales vírgenes, aumenta el interés de este tipo de recuperación y la cantidad de residuos tratados, y además en caso de un reciclado terciario se pueden considerar también como fuente de energía, o sea, como una alternativa al petróleo del que fueron obtenidos. Las razones ecológicas principales son las estéticas, y las de posibles emisiones a la atmósfera de gases tóxicos, lo cual hemos mencionado anteriormente al hablar del reciclado terciario y que por tanto no repetiremos.

7. APLICACIONES

Como se ha visto anteriormente, el crecimiento de los plásticos ha sido desmesurado en pocos años, esto es debido a la universalidad de las aplicaciones de los plásticos en los campos más variados. Las aplicaciones generales de los plásticos son las siguientes (es imposible detallar las aplicaciones específicas de cada plástico, ya que nos alargaríamos demasiado en el trabajo). *Artículos eléctricos*: piezas de tocador, utensilios de cocina, manteles, cortinas, bandejas, etc. *Artículos eléctricos*: interruptores, enchufes, cales revestidos, etc. *Artículos para automóviles, aviones y barcos*: Tapicerías, piezas de baterías, volantes, etc. *Otros artículos*: gafas, juguetes, lapiceros, teléfonos, paraguas, maletas, colas, mangos para herramientas, etc.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Austin T., George, '*Shreve's chemical process industries*', McGraw-Hill Book company, 1984 (5th Ed.). ISBN 0-07-057147-3. Rec. 1, 3, 7, 10.
- Kent, James A., '*Riegel's Handbook of industrial chemistry*', Van Nostrand Reinhold company, 1974 (7th Ed.). ISBN 0-442-24347-2. Rec. 6, 9.
- Lasheras Esteban, Jose M^a, '*Materiales industriales*', Ediciones Cedel, 1981. ISBN 84-352-0543-6. Rec. 8.
- Moore, Harry D. y Kibbey, Donald R., '*Materiales y procesos de fabricación. Industria metalmecánica y de plásticos*', Ed. LIMUSA, 1987. ISBN 968-18-1973-X.
- Programa APQUA, Aprenentatge dels productes químics, els seus usos i aplicacions, '*Els plàstics a la nostra societat*', Dept. EQ [de la] Universitat Rovira i Virgili, 1993. Rec. 2,5.
- Perry, John H., '*Manual del ingeniero químico*' tomo II, Ed. UTEHA, 1966 (3th Ed.). Rec. 4.
- Muñoz Sánchez, Alberto, '*Residuos sólidos plásticos. Tratamiento y reciclado*', Cuadernos del Cifca; 19. 1980.