

Tecnología Mecánica

Unidad N° 5

Obtención de piezas por procesos de moldeo 3 - Formado y moldeo de plásticos

Roberto Driussi/Martín Alarcón/Fernando Nadalich



4 de octubre de 2024

Índice

1 Polímeros: estructura, propiedades generales y aplicaciones

- Introducción
- Estructura de los polímeros
- Termoplásticos
- Plásticos termofijos (termorígidos)
- Aditivos en plásticos
- Propiedades generales y aplicaciones de termoplásticos

2 Formado y moldeo de plásticos

- Extrusión
- Moldeo por inyección
- Moldeo por soplado
- Rotomoldeo
- Termoformado
- Moldeo por compresión
- Moldeo por transferencia

Introducción

La palabra plásticos suele emplearse como sinónimo de polímeros. Los plásticos son uno de los numerosos materiales poliméricos y tienen moléculas extremadamente grandes.

- Resistencia a la corrosión y resistencia a los productos químicos.
- Baja conductividad eléctrica y térmica.
- Baja densidad.
- Alta relación resistencia a peso (particularmente cuando son reforzados).
- Amplias opciones de colores y transparencias.
- Facilidad de manufactura y posibilidades de diseño complejo.
- Costo relativamente bajo.

El primer polímero sintético fue un fenol formaldehído, un termofijo desarrollado en 1906 llamado Baquelita (su nombre comercial, en honor de L. H. Baekeland, 1863-1944).

Introducción

Gama de propiedades mecánicas para diversos plásticos de ingeniería a temperatura ambiente

Material	UTS (MPa)	E (GPa)	Elongación (%)	Relación de Poisson (ν)
ABS	28-55	1.4-2.8	75-5	—
ABS, reforzado	100	7.5	—	0.35
Acetal	55-70	1.4-3.5	75-25	—
Acetal, reforzado	135	10	—	0.35-0.40
Acrílico	40-75	1.4-3.5	50-5	—
Celulósico	10-48	0.4-1.4	100-5	—
Epóxico	35-140	3.5-17	10-1	—
Epóxico, reforzado	70-1400	21-52	4-2	—
Fluorocarbono	7-48	0.7-2	300-100	0.46-0.48
Nailon	55-83	1.4-2.8	200-60	0.32-0.40
Nailon, reforzado	70-210	2-10	10-1	—
Fenólico	28-70	2.8-21	2-0	—
Policarbonato	55-70	2.5-3	125-10	0.38
Policarbonato, reforzado	110	6	6-4	—
Poliéster	55	2	300-5	0.38
Poliéster, reforzado	110-160	8.3-12	3-1	—
Polietileno	7-40	0.1-1.4	1000-15	0.46
Polipropileno	20-35	0.7-1.2	500-10	—
Polipropileno, reforzado	40-100	3.5-6	4-2	—
Poliestireno	14-83	1.4-4	60-1	0.35
Cloruro de polivinilo	7-55	0.014-4	450-40	—

Estructura de los polímeros

Las propiedades de los polímeros dependen en gran medida de las estructuras de sus moléculas individuales, la forma y el tamaño de la molécula, y cómo se arreglan para formar la estructura de un polímero.

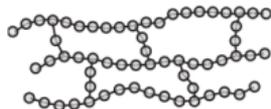
Los polímeros son moléculas de cadena larga que se forman por polimerización (esto es, mediante el enlace y el enlace cruzado de diferentes monómeros).



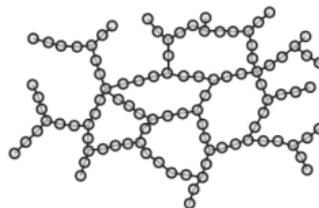
(a) Lineal



(b) Ramificada



(c) De enlace cruzado



(d) En red

Termoplásticos

Los polímeros lineales y los ramificados tienen enlaces secundarios débiles. Conforme se eleva la temperatura por encima de la temperatura del punto de fusión, algunos polímeros se vuelven más fáciles de formar o moldear.

Cuando el polímero se enfría, regresa a su dureza y resistencia originales; en otras palabras, el proceso es reversible.

A los polímeros que muestran este comportamiento se les llama termoplásticos. Los más comunes son los acrílicos, celulósicos, nailons, polietilenos y el cloruro de polivinilo).

Éste puede ser suavizado, moldeado, enfriado nuevamente, suavizado otra vez y moldeado en varias ocasiones. Sin embargo, en la práctica, el calentamiento y enfriamiento repetidos pueden provocar degradación, o envejecimiento térmico, de los termoplásticos.

Plásticos termofijos (termorígidos)

Cuando las moléculas de cadena larga de un polímero se enlazan transversalmente, la estructura se convierte en una molécula gigante con enlaces covalentes fuertes. A estos polímeros se les llama termorígidos, ya que la red se completa y la forma de la parte se fija de modo permanente. A diferencia de los termoplásticos, esta reacción de curado (enlace cruzado) es irreversible.

El proceso se efectúa en dos etapas: (i) la primera ocurre en la planta química, donde las moléculas se polimerizan en cadenas lineales y (ii) La segunda ocurre en la planta productora de partes, donde se completa el enlace cruzado bajo calor y presión durante el moldeo y formado. Si se aumenta la temperatura lo suficiente, el polímero comienza a quemarse, degradarse y carbonizarse.

En general, los termorígidos poseen mejores propiedades mecánicas, térmicas y químicas, resistencia eléctrica y estabilidad dimensional que los termoplásticos.

Aditivos en plásticos

Para conseguir ciertas propiedades los polímeros se combinan con aditivos.

- Los **plastificantes** se agregan a los polímeros para aportarles flexibilidad y suavidad. El uso más común es en el cloruro de polivinilo (PVC), que se mantiene flexible durante sus múltiples usos.
- Un ejemplo típico de protección contra la radiación ultravioleta es la composición de algunos plásticos y hule con **negro de humo** (hollín), que absorbe un alto porcentaje de la radiación ultravioleta.
- Debido a su bajo costo, los **rellenos** son importantes para reducir el costo global de los polímeros. Pueden mejorar la resistencia, dureza, tenacidad, resistencia a la abrasión, estabilidad dimensional o rigidez de los plásticos.

Aditivos en plásticos

- La amplia variedad de colores disponibles en los plásticos se obtiene al agregarles **colorantes**, ya sea orgánicos (tintas) o inorgánicos (pigmentos).
- La inflamabilidad de los polímeros puede reducirse mediante la adición de **retardantes a la flama**, como compuestos de cloro, bromo y fósforo.
- Se pueden agregar **lubricantes** a los polímeros para reducir la fricción durante su procesamiento posterior. Los lubricantes típicos son aceite mineral y ceras (naturales y sintéticas); se utilizan además jabones metálicos y grafito.

Propiedades generales y aplicaciones de termoplásticos

- Los **acetales** (de acético y alcohol) tienen buena resistencia, rigidez y resistencia a la termofluencia, abrasión, humedad, calor y productos químicos. Rodamientos, levas, bujes y rodillos, impulsores, superficies de desgaste, tubos, válvulas y carcasas.
- Los **acrílicos** (polimetilmetacrilato, PMMA) poseen resistencia moderada, buenas propiedades ópticas y resistencia al medio ambiente.
- El **acrilonitrilo-butadieno-estireno** (ABS) es rígido y dimensionalmente estable. Tiene buena resistencia al impacto, a la abrasión y a los productos químicos. Cascos, mangos para herramientas, componentes automovilísticos, cascos de embarcaciones, teléfonos, equipajes.
- Los **policarbonatos** son versátiles. Tienen buenas propiedades mecánicas y eléctricas, alta resistencia al impacto y se pueden hacer resistentes a los productos químicos.

Propiedades generales y aplicaciones de termoplásticos

- Los **fluorocarbonos** poseen buena resistencia a la temperatura elevada (por ejemplo, el punto de fusión del teflón es superior a 327 °C, a los productos químicos, al medio ambiente y a la electricidad. También tienen propiedades únicas no adhesivas y baja fricción.
- Los **polietilenos** poseen buenas propiedades eléctricas y químicas. Las tres clases importantes de polietilenos son: (1) de baja densidad (LDPE), (2) de alta densidad (HDPE), y (3) de peso molecular ultraelevado (UHMWPE). El LDPE y el HDPE se aplican en el hogar, botellas, botes de basura, ductos, defensas para automóviles.
- El **cloruro de polivinilo** (PVC) tiene una amplia variedad de propiedades, es económico y resistente al agua, y se puede hacer rígido o flexible. No es adecuado para aplicaciones que requieren resistencia mecánica y resistencia al calor.

Propiedades generales y aplicaciones de termoplásticos

Nombres comerciales de polímeros termoplásticos

Nombre comercial	Tipo	Nombre comercial	Tipo
Alathon	Etileno	Noryl	Óxido de polifenileno
Cycolac	Acrilonitrilo-butadieno-estireno	Nailon	Poliamida
Dacrón	Poliéster	Orlón	Acrílico
Delrin	Acetal	Plexiglás	Acrílico
Dylene	Estireno	Royalite	Acrilonitrilo-butadieno-estireno
Envex	Polimida	Sarán	Cloruro de polivinilo
Hyzod	Policarbonato	Sintra	Cloruro de polivinilo
Implex	Acrílico (modificado con hule)	Styrofoam	Poliestireno
Kapton	Polimida	Teflón	Fluorocarbono
Kevlar	Aramida	Torlon	Polimida
Kodel	Poliéster	Tygon	Cloruro de polivinilo
Kydex	Cloruro acrílico-polivinílico	Ultem	Polieterimida
Kynar	Fluoruro de polivinilideno	Vespel	Polimida
Lexan	Policarbonato	Zerlon	Metilmetacrilato de estireno
Lucite	Acrílico	Zytel	Poliamida
Mylar	Poliéster		

Extrusión

En la extrusión, las materias primas en forma de pellets, gránulos o polvo termoplástico se colocan en una tolva y alimentan el barril de un extrusor de tornillo.

Los tornillos tienen tres secciones diferentes:

- Sección de alimentación: transporta el material de la tolva a la región central.
- Sección de fusión (sección de compresión o transición): en ella, el calor generado por el cizallamiento viscoso de los pellets de plástico y los calentadores externos hace que empiece la fusión.
- Sección de bombeo: aquí ocurre un cizallamiento adicional (a alta velocidad) y la fusión por el aumento de presión que se produce en la matriz.

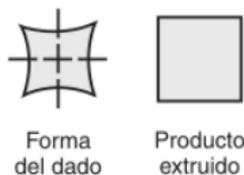
Extrusión

La relación de longitud (L) del barril a su diámetro (D) en los extrusores típicos va de 5 a 30 y, por lo general, los diámetros de los barriles van de 25 a 200 mm.

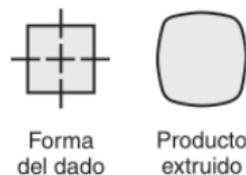
Debido a que existe una alimentación continua de materia prima en la tolva, se pueden extruir diversos productos largos en forma continua como barras redondas y de secciones, canales, hoja, tubería, tubos y componentes arquitectónicos sólidos.



(b)

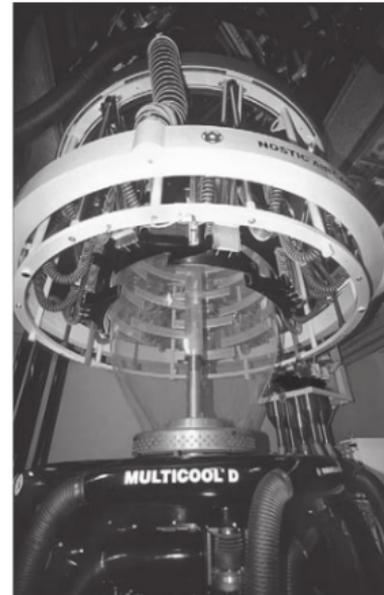
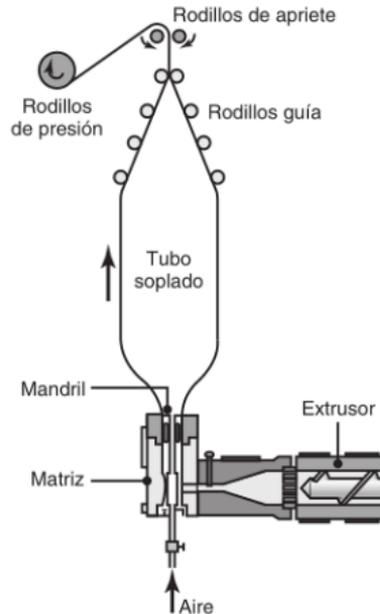


(c)



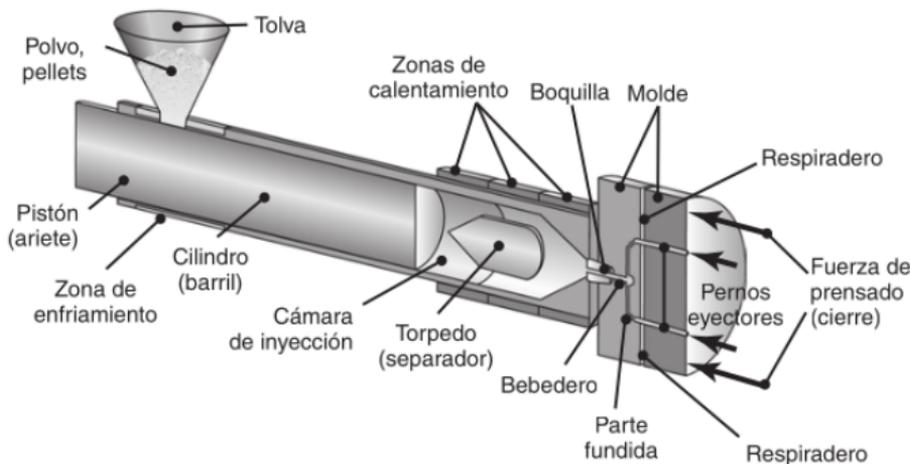
(d)

Extrusión (Producción de bolsas de plástico)



Moldeo por inyección

El moldeo por inyección es similar a la fundición a presión en cámara caliente. Los pellets o gránulos alimentan al cilindro caliente y el fundido se fuerza dentro del molde mediante un émbolo hidráulico o con un sistema de tornillo giratorio de un extrusor.



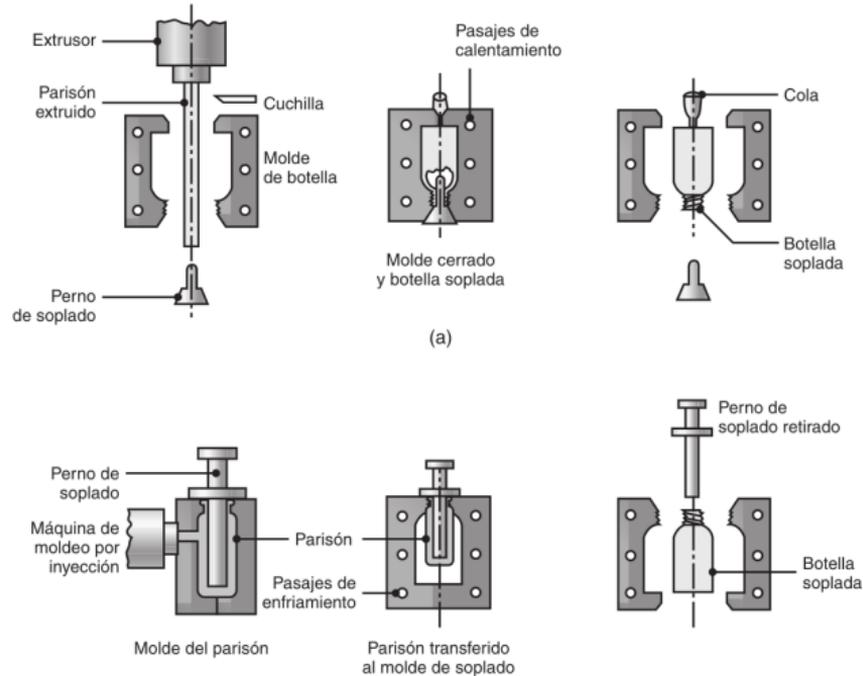
Moldeo por soplado

El moldeo por soplado es un proceso modificado de extrusión y moldeo por inyección.

En el **moldeo por extrusión y soplado**, primero se extruye un tubo o preforma (por lo regular se orienta de manera que quede vertical). Se encierra dentro de un molde con una cavidad mucho más grande que el diámetro del tubo y se sopla hacia fuera para llenar la cavidad.

En el **moldeo por inyección y soplado**, primero se moldea por inyección una pieza tubular corta (**parisón**) en matrices frías (se pueden fabricar y guardar para su uso posterior). Se abren las matrices y el parisón se transfiere a una matriz de moldeo por soplado mediante un mecanismo de indización. Se inyecta aire caliente en el parisón, expandiéndolo hasta las paredes de la cavidad del molde.

Moldeo por soplado

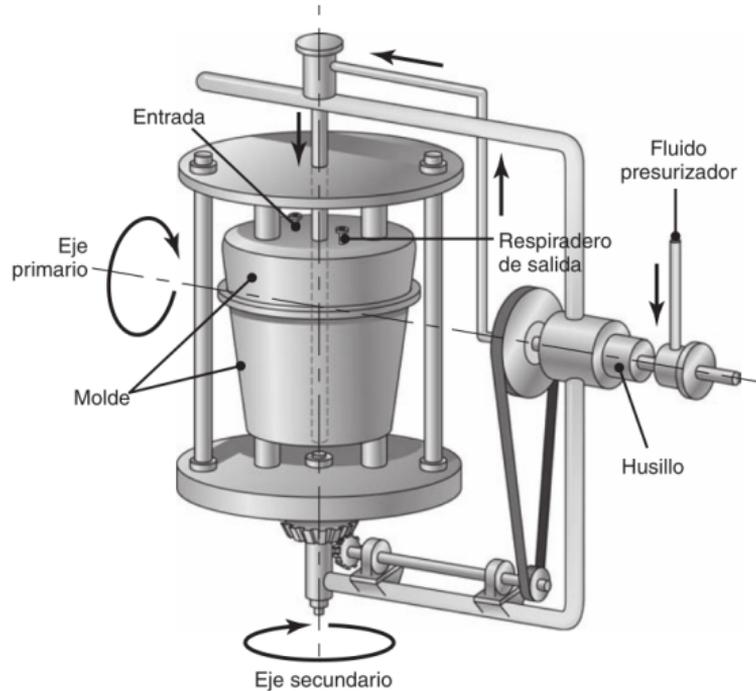


Rotomoldeo

La mayoría de los termoplásticos y algunos termofijos pueden adquirir formas grandes y huecas mediante rotomoldeo.

Para el ciclo de una parte, una cantidad de material plástico en polvo, medida previamente, se coloca dentro del molde tibio. Después el molde se calienta (por lo general en un horno grande) y se gira en forma continua alrededor de los dos ejes principales.

Rotomoldeo



Moldeo por compresión

En el moldeo por compresión se coloca una carga preformada de material, un volumen de polvo medido previamente o una mezcla viscosa de resina líquida y un relleno directamente en la cavidad caliente de un molde que, por lo general, se encuentra a unos 200 °C.

Existen tres tipos de moldes de compresión:

1. Tipo rebaba: para partes superficiales o planas.
2. Tipo positivo: para partes de alta densidad.
3. Tipo semipositivo: para producción de calidad.

Moldeo por compresión

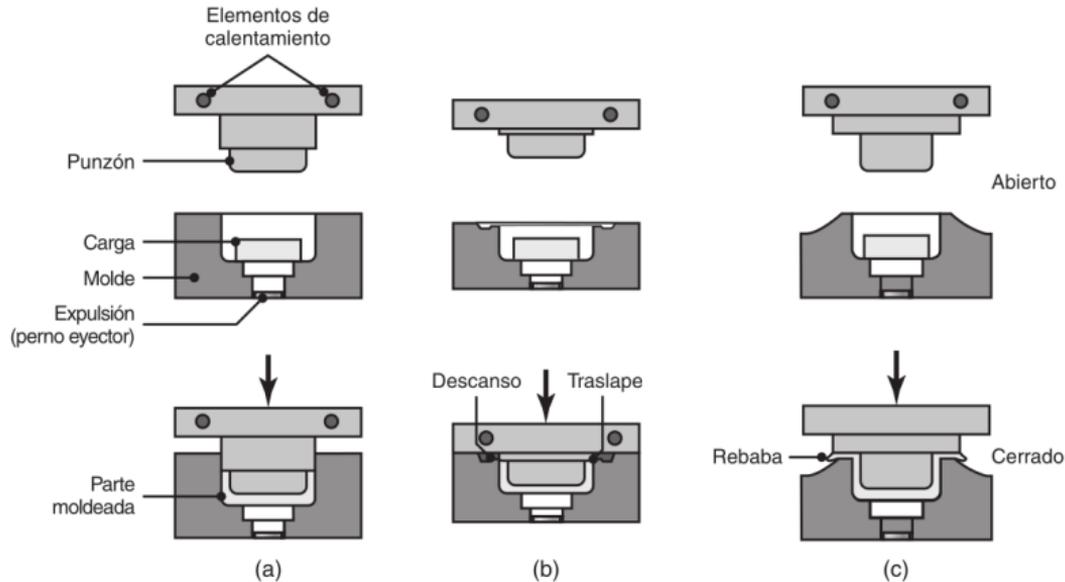


Figura: (a) positivo (b) semipositivo (c) rebaba

Datos de interés

- <https://www.igus.com.ar/>
- <https://plasticosb.com.ar/>
- https://www.instagram.com/p/CTCVyP_paX4/?igshid=OGY3MTU30GY1Mw%3D%3D



- Kalpakjian, S. and Schmid, S. R. (2014). Manufactura, ingeniería y tecnología. Capítulos 7 y 19.