

EXTRUSIÓN

Informe de Vigilancia Tecnológica



INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA: EXTRUSIÓN

Plan de Competitividad de la Empresa Valenciana PCEV-2009

© AVEP Asociación Valenciana de Empresas de Plástico

© AIMPLAS Instituto Tecnológico del Plástico.

Diciembre 2009

Autores:

Ana Espert Bernia

| AIMPLAS. Departamento de Extrusión |

Álvaro Estrada Luna**Edén León García**

| AIMPLAS. Departamento de Información técnica |

Edita: AVEP Asociación Valenciana de Empresas de Plástico

Avenida Barón de Cárcer, 38-2ª pta.

46001 Valencia | ESPAÑA

Tel.: (+34) 963516159

Fax: (+34) 963943042

Web: <http://www.avep.es>Correo-e: avep@avep.es

Prohibida su venta. Informe financiado por la Generalitat Valenciana a través del IMPIVA.


UNIÓN EUROPEA
 Fondo Europeo de
 Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa

El presente informe es el resultado del proyecto financiado por IMPIVA a través de los Planes de Competitividad de la Empresa Valenciana para el año 2009.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<u>Pág</u>
<i>Índice de ilustraciones, tablas y gráficos</i>	<i>04</i>
1. Introducción	06
2. Aspectos generales de la tecnología de Extrusión.	08
3. Caracterización económica del sector	17
4. Catálogo de tecnologías emergentes	27

Índice de Ilustraciones, tablas y gráficos

Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. IMAGEN DE CONJUNTO EXTRUSORA-CALANDRA PARA LÁMINA PLANA.	8
ILUSTRACIÓN 2. ESQUEMA DE UNA UNIDAD DE FILM SOPLADO TÍPICA.....	10
ILUSTRACIÓN 3. ESQUEMA DE UNA LÍNEA DE EXTRUSIÓN DE TUBERÍA.....	11
ILUSTRACIÓN 4. ESQUEMA DE UNA LÍNEA DE EXTRUSIÓN DE PERFILES.	12
ILUSTRACIÓN 5. ESQUEMA DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN-SOPLADO.	13
ILUSTRACIÓN 6. ESQUEMA DEL PROCESO DE COEXTRUSIÓN DE 3 CAPAS DONDE EL 1 ES LA EXTRUSORA PRINCIPAL.	14
ILUSTRACIÓN 7. REOGRAMA TÍPICO DE UN LDPE. VENTANA DE PROCESADO.....	15
ILUSTRACIÓN 8. SUPERMASTERCURVES DE DIFERENTES MATERIALES.....	16
ILUSTRACIÓN 9. TECNOLOGÍA DE EXTRUSIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA EN FUNDIDO DEL MATERIAL.	16
ILUSTRACIÓN 10. IZQ., PERFIL DE PS ESPUMADO CON CO ₂ MEDIANTE LA TECNOLOGÍA MUCELL. DER., ESTRUCTURA MICROSCÓPICA DE UNA ESPUMA MUCELL.....	28
ILUSTRACIÓN 11. IZQ. ETAPA DE MEZCLADO. DER. ETAPA DE EXTRUSIÓN.....	32
ILUSTRACIÓN 12. ESPUMADO HORIZONTAL MEDIANTE RETICULACIÓN QUÍMICA.....	32
ILUSTRACIÓN 13. ESPUMADO VERTICAL MEDIANTE RETICULACIÓN FÍSICA PREVIA.	33
ILUSTRACIÓN 14. VISTA ESQUEMÁTICA DE LAS TRES ETAPAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ZOTEFOAMS.	33
ILUSTRACIÓN 15. IMAGEN EN CAD DE UN CABEZAL DE LÁMINA PLANA ADAPTADO A UN BLOQUE DE COEXTRUSIÓN CON MULTIPLICADOR DE CAPAS.	36
ILUSTRACIÓN 16. ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN INTERNA DEL BLOQUE DE REPARTO INFINANO TM DE CLOEREN.....	37
ILUSTRACIÓN 17. VISTA DE CABEZAL CON SISTEMA DE CONTROL DE ESPESORES OPTIFIL (WINDMÖLLER & HÖLSCHER).40	
ILUSTRACIÓN 18. PROCESO DE EXTRUSIÓN SOPLADO HACIA ABAJO. SISTEMA AQUAFROST® (BRAMPTON ENGINEERING)	43
ILUSTRACIÓN 19. LÍNEA DE EXTRUSIÓN DE FILM SOPLADO VERTICAL HACIA ABAJO (RAJOO-AQUAFLEX).....	43
ILUSTRACIÓN 20. VISTA DEL SISTEMA TÁNDEM DE EXTRUSIÓN DE LÁMINAS ESPUMADAS.....	47
ILUSTRACIÓN 21. VISTA DEL SISTEMA DE CORTE, RECOGIDA Y BOBINADA DE LÁMINA ESPUMADA.	47
ILUSTRACIÓN 22. VISTA EN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE ESPESORES CAPACITATIVO C-SCAN.	51
ILUSTRACIÓN 23. IMAGEN DEL SISTEMA STRADex EN FUNCIONAMIENTO EN LÍNEA DE EXTRUSIÓN DE FILM SOPLADO.	52

Tablas

TABLA 1. ANÁLISIS DAFO	17
TABLA 2. DISTRIBUCIÓN POR SECTORES DE APLICACIÓN. COMUNIDAD VALENCIANA (PRODUCCIÓN ANUAL):	21
TABLA 3. PRINCIPALES PAÍSES DEL COMERCIO EXTERIOR DE LA COMUNIDAD VALENCIANA.....	22
TABLA 4. PRINCIPALES EMPRESAS EXTRUSORAS POR VOLUMEN DE FACTURACIÓN EN LA COMUNIDAD VALENCIANA.	26

Gráficos

GRÁFICO 1. NÚMERO DE EMPRESAS DEL SECTOR TRANSFORMADOR EN ESPAÑA.....	18
GRÁFICO 2. TASA DE VARIACIÓN ANUAL DEL ÍNDICE DE PRODUCCIÓN ANUAL	18
GRÁFICO 3. DESTINO DE LA INVERSIÓN DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR TRANSFORMADOR.....	19
GRÁFICO 4. EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE EMPRESAS DEL SECTOR TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICOS EN LA COMUNIDAD VALENCIANA.	19
GRÁFICO 5. EVOLUCIÓN DEL PESO DEL SECTOR TRANSFORMADOR DE PLÁSTICO EN EL TOTAL DE LA INDUSTRIA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA (NÚMERO DE PERSONAS OCUPADAS).....	20
GRÁFICO 6. DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS POR RANGO DE EMPLEADOS EN LA COMUNIDAD VALENCIANA.	20
GRÁFICO 7. BALANZA COMERCIAL DE PRODUCTOS PLÁSTICOS TRANSFORMADOS	22
GRÁFICO 8. BALANZA COMERCIAL DE PRODUCTOS PLÁSTICOS TRANSFORMADOS	23
GRÁFICO 9. DISTRIBUCIÓN POR AÑOS DE ANTIGÜEDAD.	24
GRÁFICO 10. PORCENTAJE DE VENTAS DESTINADO A LOS DISTINTOS MERCADOS GEOGRÁFICOS	24
GRÁFICO 11. PORCENTAJE MEDIO DE VENTAS DESTINADO A LOS DISTINTOS SECTORES.....	25
GRÁFICO 12. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR RANGO DE EMPLEADOS.	25
GRÁFICO 13. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR RANGO DE FACTURACIÓN	26
GRÁFICO 14. PORCENTAJE DE EMPRESAS QUE ACTÚAN EN MERCADOS INTERNACIONALES	26

1

INTRODUCCIÓN

La Innovación en las empresas se produce generalmente cuando el ciclo de vida de un producto comercializado ha llegado a su fin. La empresa ve peligrar su competitividad (en definitiva su supervivencia) y recurre a la búsqueda de novedades (en producto, diseño, proceso, etc.) que garanticen su cuota de mercado o la amplíen. Pocas empresas del sector plástico tienen sistematizado este proceso de “recambio” de productos, diseños, etc. debido a factores que van desde los relacionados con la cultura empresarial o los puramente técnicos pasando por el propio tamaño de las empresas.

Porter (1983) considera que la innovación tecnológica es quizás la más importante fuente de cambios fundamentales en la cuota de mercado entre firmas competidoras y, probablemente, el factor más frecuente en la desaparición de las posiciones consolidadas.

Entre las razones por las que constituye un elemento fundamental podemos citar:

- La mayor competencia existente motivada por una mayor apertura al exterior.
- El vertiginoso ritmo con el que nuevos productos y procesos productivos son desarrollados e introducidos en los mercados.
- El cambio de las condiciones sociales, que implican trabajadores con mayores niveles de formación y que, por tanto, pueden atender maquinaria con mayor complejidad tecnológica.
- La mayor preocupación por la ecología, lo cual lleva a las empresas a innovar no sólo en el sentido de ofrecer nuevos productos o reducir costes, sino también en el sentido de reducir el impacto ambiental de sus actividades.

En el contexto actual es impensable que una empresa sea tecnológicamente autosuficiente. Para realizar esto de forma eficaz se hace necesaria la vigilancia tecnológica (VT) definida como un sistema organizado de observación y análisis del entorno seguido de una transmisión precisa de los conocimientos útiles a los órganos encargados de tomar decisiones.

Actualmente ese escenario, para las empresas en general y las PYME en particular, es muy complejo y se caracteriza entre otros por:

- La saturación de información. “Infoxicación” (“information overload”, Alvin Toffler)
- Dificultad de estar en contacto con todos aquellos agentes que generan tecnología (centros tecnológicos, universidades, proveedores de maquinaria, materia prima, etc.)
- Fuerte incremento de los costes.

- Falta de tiempo de directivos frente a la saturación
- Falta de conocimientos técnicos
- Desconocimiento de las fuentes de información.
- Este escenario hace que para las EMPRESAS, de forma individual, sea prácticamente imposible realizar VT.

El presente Informe es fruto de ese trabajo de vigilancia sobre una tecnología de amplia aplicación como es la extrusión de materiales plásticos. Se han seleccionado aquellas tecnologías más representativas y con más posibilidades de ser transferidas a la realidad de las empresas de la Comunitat Valenciana.

Para la realización del presente Informe se ha contado con el asesoramiento de los técnicos del Sistema de Vigilancia Tecnológica para el sector del Plástico de AIMPLAS (www.observatorioplastico.com), con más de 1.600 fuentes de información monitoreadas diariamente, así como bases de datos con más de 60 millones de registros de más de 85 países. Incluye patentes WIPO (ámbito mundial), patentes EPO, Patentes japonesas, patentes españolas, EE.UU., Alemania, Francia, Reino Unido, Italia, Australia, Corea del Sur, etc.

AIMPLAS Instituto Tecnológico del Plástico
Departamento de Información Técnica
dit@aimplas.es | www.aimplas.es

2

ASPECTOS GENERALES DE LA TECNOLOGÍA DE EXTRUSIÓN

1. GENERALIDADES SOBRE LOS PROCESOS DE EXTRUSIÓN

Por medio del proceso de extrusión se obtiene una sección transversal constante de longitud ilimitada, para lo que se obliga a pasar el material plástico fundido a través de una boquilla con la forma de la sección que se desee obtener y bajo unas condiciones controladas de presión y temperatura.

A modo introductorio, indicar que con este proceso se fabrican productos muy diferentes para diversas aplicaciones como bolsas, botellas y envases, tubería y perfilería, láminas y placas, etc.

Los diferentes productos se engloban en diferentes procesos de extrusión que difieren entre ellos del cabezal a utilizar y de los sistemas auxiliares: calibrado, enfriamiento, arrastre, etc. Los procesos de extrusión se englobarán en las siguientes categorías: Extrusión de lámina, Extrusión de film, Extrusión de tubería, Extrusión de perfiles, Extrusión soplado de cuerpos huecos y Otros procesos de extrusión (filamentos, calandrado, etc.).

Extrusión de lámina

El proceso de extrusión de lámina plana consiste en la extrusión de un material termoplástico, al que se le obliga a pasar por un cabezal que deja salir al fundido por una ranura transversal, obteniendo una lámina de longitud ilimitada. Esta lámina se recoge en una serie de rodillos, los cuales pueden estar atemperados, que son los encargados de darle las dimensiones finales.



Ilustración 1. Imagen de conjunto extrusora-calandra para lámina plana.

Los componentes de esta línea son:

Cabezal o boquilla. La boquilla es el elemento más importante de un equipo de extrusión de lámina plana. Existen diferentes diseños de boquillas: las de ranura, las de cola de pescado y las de percha. Entre éstas, la boquilla de percha es la que presenta un diseño óptimo ya que permite la distribución uniforme del flujo y no presenta puntos muertos.

Sistema de calandrado. Este sistema engloba el enfriamiento, arrastre y bobinado o corte. A la salida de la boquilla, el material es enfriado en los rodillos al mismo tiempo que es estirado para conseguir el espesor deseado. La temperatura de los rodillos y su velocidad de giro determinarán la velocidad de enfriamiento del y el espesor final del producto a obtener modificando las propiedades finales según los requerimientos del film.

Los productos que se obtienen con esta tecnología van enfocados principalmente a la fabricación de films y láminas para la obtención de bolsas y productos termoconformados respectivamente.

Extrusión de film

La extrusión de film soplado consiste en extruir una estructura tubular de material termoplástico para hincharlo con aire hasta varias veces su diámetro inicial, formando un 'globo', el cual puede recogerse, una vez enfriado, en forma de film doble.

Como puede verse en la siguiente figura, el equipo consiste principalmente en cinco elementos: Extrusora, Cabezal, Unidad de enfriamiento y calibración, Unidad de arrastre y Bobinado.

Cabezal o boquilla. La boquilla es uno de los elementos más importantes, y es la que confiere al fundido la forma de tubo hueco. Existen diferentes diseños de boquillas: de alimentación central (por patas de araña o de pantalla), de alimentación lateral y con cabezal helicoidal.

Unidad de enfriamiento y calibración. El globo formado se enfría mediante aire (de forma externa, interna o ambas simultáneamente). Una vez frío, el globo se pliega en contacto con los rodillos de la unidad de calibración. La velocidad de estos rodillos determinará el grado de estirado del globo y el espesor final del film.

Unidad de arrastre y bobinado. El film plegado se pasa por una serie de rodillos que lo guían al sistema de recogida, corte, alineado y bobinado.

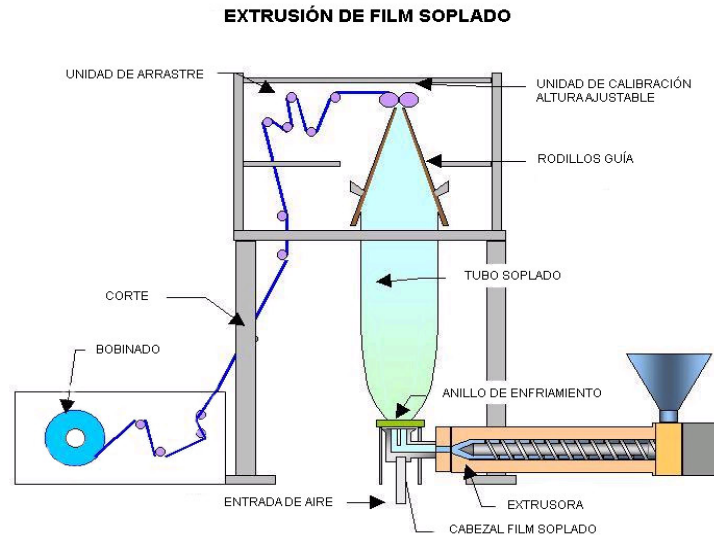


Ilustración 2. Esquema de una unidad de film soplado típica

Existen, dependiendo de la dirección en la que el globo es conformado, extrusión de film soplado horizontal y extrusión de film soplado vertical, hacia arriba o hacia abajo. Siendo el proceso más habitual el soplado vertical hacia arriba ya que permite una mayor estabilidad del film y control de estiramiento, así como una mayor uniformidad de espesores.

Las aplicaciones principales de la extrusión de film, son la producción de bolsas y envases flexibles.

Extrusión de tubería

El proceso de extrusión de tubería consiste en hacer pasar el material termoplástico fundido a través de una boquilla que le dará forma de tubo, el cual es recogido por un calibrador y un sistema de refrigeración. Tanto el gap de la boquilla como el calibrador conferirán el diámetro y espesor definitivo del tubo.

En este proceso se obtiene tanto tubería rígida como tubería flexible, de principalmente poliolefinas y PVC. Los tubos rígidos se cortan mientras que las tuberías flexibles se bobinan.

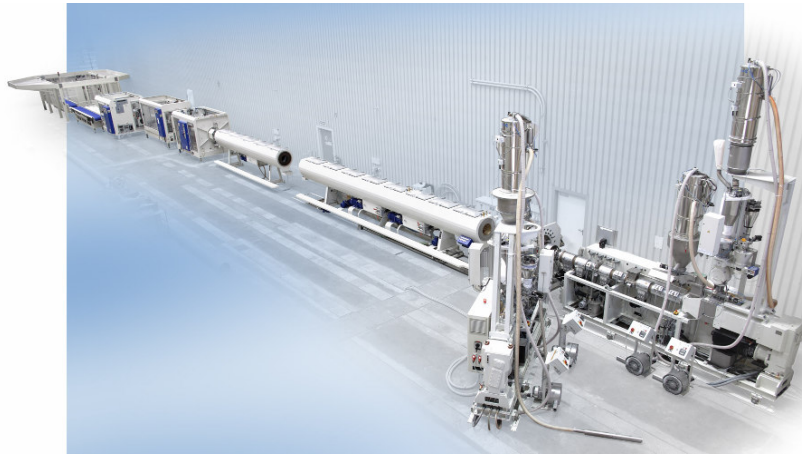


Ilustración 3. Esquema de una línea de extrusión de tubería

Componentes de una línea de extrusión de tubería:

Cabezal. Proporciona la sección anular. Los principales diseños empleados son, al igual que en film soplado: de alimentación central (por patas de araña o de pantalla), de alimentación lateral y con cabezal helicoidal. En todos ellos, la boquilla está formada por un anillo exterior que confiere el diámetro externo del tubo y un núcleo o macho interno que proporciona el espesor del tubo, y por tanto, el diámetro interno. Tanto el anillo exterior como el núcleo son insertos que se pueden variar para obtener un rango de tuberías con diferentes diámetros y espesores.

Sistema de calibración y enfriamiento. El sistema de calibración acaba de definir el diámetro exterior y el espesor del tubo contrarrestando el hinchamiento que sufre el material a la salida de la boquilla y optimizando la velocidad de la línea de producción. Hay dos sistemas de calibración: calibración externa (por tanque de vacío y por presión de aire interna) y calibración interna. Durante el calibrado la tubería comienza su enfriamiento pero debe enfriarse completamente en el baño de enfriamiento para mantenerse estables durante todo el proceso posterior de estirado y bobinado o corte.

El enfriamiento se produce por medio de un baño o por duchas de agua. En ambos sistemas es importante controlar la temperatura del agua.

Sistema de recogida y corte. Para la selección de la unidad de arrastre hay que tener en cuenta el diámetro, espesor y rigidez de la tubería, y la potencia y velocidad del sistema de arrastre. Los sistemas de corte dependen del diámetro de la tubería. Entre los más habituales, se encuentran la guillotina, la sierra radial y la sierra planetaria.

Extrusión de perfiles

La obtención de perfiles es un proceso de extrusión continuo en el cual el material termoplástico fundido se fuerza a pasar a través de una boquilla que confiere una forma preliminar al perfil, pasando

posteriormente a un calibrador que le da la forma final. A continuación, para garantizar que el material no pierde la forma adoptada, los perfiles pasan por una bañera de refrigeración y se cortan según especificaciones del producto final.

El material de uso más general para la extrusión de perfiles es el PVC, aunque también son utilizados otros materiales como PP, PE, PS, ABS y materiales cargados formulados especialmente para la aplicación. Muchos de los termoplásticos convencionales tienen un grado para extrusión de perfiles.

Una línea típica de extrusión de perfiles consta de los elementos que se describen a continuación y se muestran en la figura 1.



Ilustración 4. Esquema de una línea de extrusión de perfiles.

Boquilla. Su función es la de distribuir uniformemente el fundido a través de toda la sección del perfil, para así transformarlo en el perfil deseado. Su correcto diseño es fundamental para obtener la pieza con la forma deseada.

Sistema de calibración y enfriamiento. El calibrado proporciona la forma final y la estabilidad dimensional del perfil. La superficie interna del calibrador, que da forma al producto, se va adaptando al contorno exterior del perfil extruido mediante la aplicación de vacío, forzando al perfil a pegarse a las paredes del calibrador y copiar la forma definitiva. Cuanto mayor sea el contacto, mejor calidad superficial tendrá la pieza. Los calibradores suelen ir acompañados con refrigeración de forma que a la salida del calibrador el perfil ya tenga la forma requerida en estado sólido.

Sistema de recogida y corte. Similar a los vistos anteriormente en extrusión de tuberías.

Extrusión soplado de cuerpos huecos

El proceso de extrusión soplado consiste en formar un producto hueco a partir de un tubo extruido de termoplástico fundido llamado "parison". El tubo cuando tiene la dimensión adecuada es atrapado por

el molde. Se inserta una aguja, a través de la cual entra aire y expande el parísón haciendo que se pegue sobre las paredes del molde adoptando su forma.

Según el tipo y tamaño de pieza, hay un solo cabezal donde se obtienen uno y/o varios parisóns de forma paralela y a su vez varios moldes en línea o bien en forma de carrusel, van recogiendo los parisones ajustándose a la velocidad de producción y en ellos se soplan y obtienen las piezas acabadas.

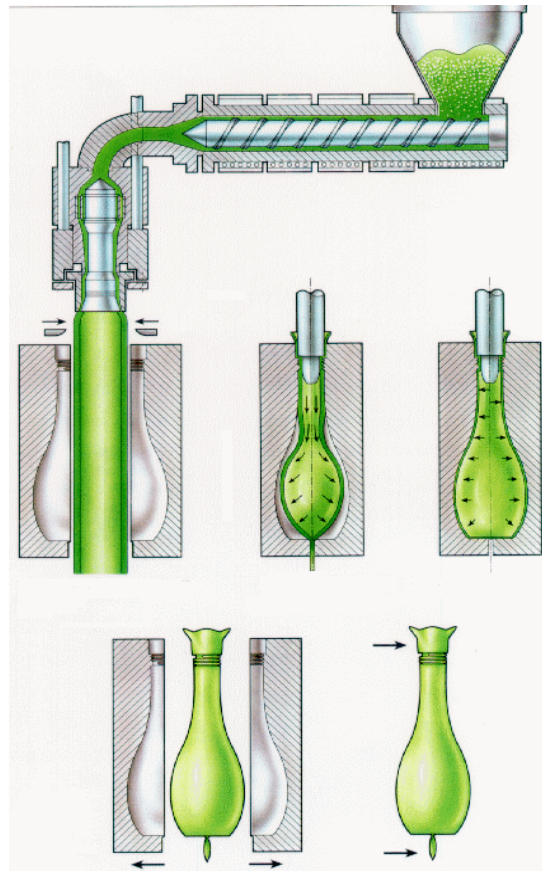


Ilustración 5. Esquema del proceso de extrusión-soplado.

Para este tipo de procesado es necesario que los materiales tengan un bajo índice de fluidez y una gran resistencia en fundido para que el parísón extruído sea estable. Los materiales que más se suelen utilizar para el procesado de estos productos son PE, más concretamente HDPE y PVC.

Hay un gran número de variables que influyen en el proceso de extrusión soplado, que lo convierten en uno de los procesos más complejos. Existen también diferentes variantes del proceso de extrusión soplado, pudiéndose dividir éstas en dos grandes categorías: extrusión continua y extrusión intermitente.

El proceso de extrusión consta de diferentes etapas: extrusión, recofida y cierre de molde, soplado, enfriamiento y expulsión de la pieza.

Mediante el proceso de extrusión soplado de cuerpos huecos pueden obtenerse una gran variedad de productos de diferentes tamaños y formas para diferentes aplicaciones: botellas, ampollas, bidones, juguetes, etc.

Otros procesos de extrusión

Coextrusión

De la misma manera que en extrusión se obtienen productos de sección continua y longitud infinita, en la coextrusión se obtendrán los mismos productos pero utilizando estructuras multicapa.

La coextrusión se utiliza para cualquier proceso de extrusión: láminas o films, perfilería, tuberías, envases rígidos etc. para darle al producto final la suma de las propiedades de los materiales que componen la estructura o bien la posibilidad de fabricar estructuras con material reciclado en la parte interna.

Con esta técnica, son varias extrusoras las que alimentan un único cabezal. El material que sale del cabezal es enfriado y recogido como en un proceso de extrusión convencional. El número de extrusoras dependerá del número materiales que forman la estructura final.

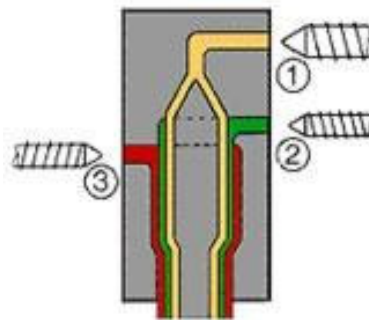


Ilustración 6. Esquema del proceso de coextrusión de 3 capas donde el 1 es la extrusora principal.

Otros procesos (laminado, calandrado, filamentos, etc.)

La extrusión es un proceso muy amplio, destinado a la producción de productos de muy diferente índole. En este documento, se han destacado aquellos procesos que típicamente se consideran de extrusión. Existen, sin embargo, otros procesos vale la pena destacar:

El laminado no es en sí mismo un proceso de extrusión pero como base del proceso se utilizan láminas obtenidas por extrusión. El laminado consiste en la producción de estructuras de varias capas de

materiales plásticos o de otra naturaleza (papel, aluminio, celofán, etc.) aplicando adhesivo entre ellas.

El calandrado consiste en la obtención de planchas o láminas de un amplio rango de espesores, mediante la alimentación del material fundido a una serie de rodillos encargados de moldear y estirar la lámina.

La obtención de filamentos y fibras se hace a partir de una extrusora. Existen numerosos procesos posteriores para el estirado de las fibras dependiendo del tipo de fibra que se quiera obtener y de la aplicación que se le vaya a dar.

2. MATERIALES COMUNES EN PROCESOS DE EXTRUSIÓN

Los materiales procesables en extrusión son materiales que presentan el siguiente comportamiento reológico:

Un material es extruible cuando en un reograma viscosidad versus cizalla, la viscosidad es mayor de 100 Pa.s cuando la cizalla se encuentra entre 5 – 50 s⁻¹ y además dicha viscosidad no decrece rápidamente cuando la temperatura o la cizalla aumentan. La figura 7 muestra el reograma típico de un polietileno de baja densidad (LDPE) y su ventana de proceso para extrusión.

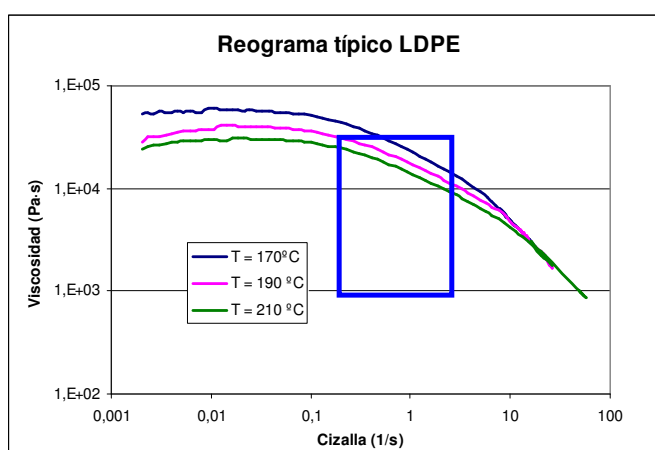


Ilustración 7. Reograma típico de un LDPE. Ventana de procesado.

Dependiendo de los “mastercurves¹” obtenidos en un reómetro extensional, Fuerza de estirado (F) versus Relación de velocidad de estirado ($\dot{\epsilon}$), se obtendrán valores de resistencia en fundido que indicaran el proceso de extrusión más adecuado para cada material. La figura 8 muestra las mastercurves de diferentes materiales.

¹ Mastercurves, curvas reológicas en las que se han eliminado la dependencia de las condiciones de procesado, por lo es factible su uso para realizar comparaciones entre diferentes polímeros.

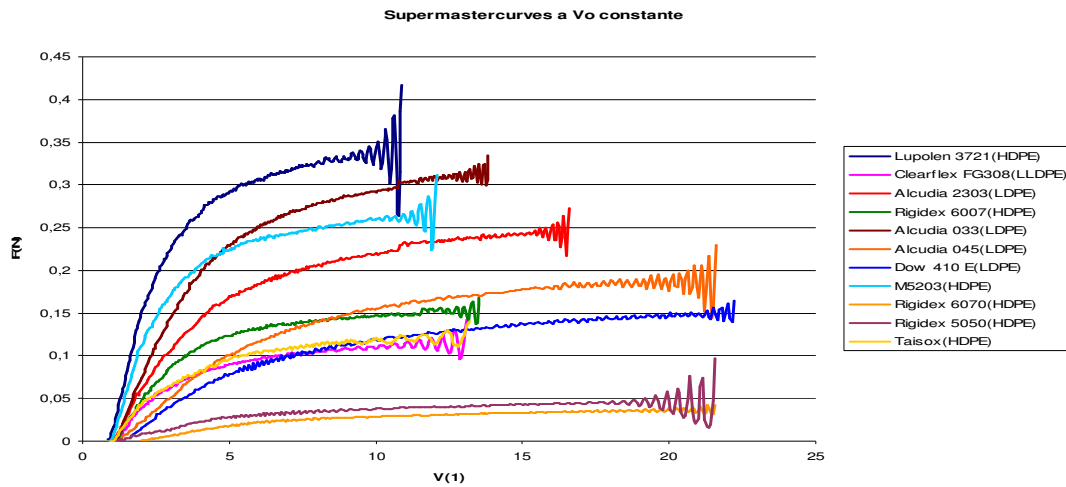


Ilustración 8. Supermastercurves de diferentes materiales.

De cada mastercurve se puede calcular el punto de inflexión de las 2 tendencias que presenta la curva, obteniéndose un valor representativo de la resistencia en fundido de cada material. Pudiendo evaluar en que tecnología de extrusión es factible su utilización. La figura 9 muestra una grafica obtenida a partir de dichos puntos de inflexión.

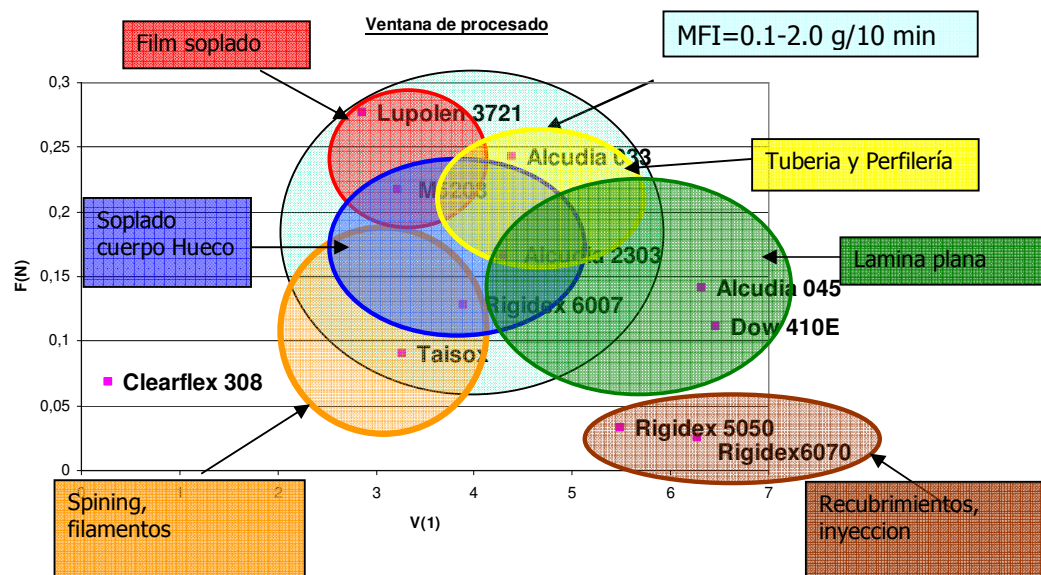


Ilustración 9. Tecnología de extrusión respecto a la resistencia en fundido del material.

3

CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR**CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO**

El plástico es considerado el material por excelencia del siglo XXI. La explicación de su desarrollo se basa en el bajo coste de producir grandes series de piezas iguales y en las propiedades técnicas que ofrece, por lo que se ha producido un proceso de sustitución de materiales tradicionales en muchos sectores industriales (automoción, construcción, envases,...).

Durante los últimos 50 años, el consumo y la producción de plásticos han tenido un crecimiento medio anual del 9%. Aunque en 2008 y debido a la crisis financiera y económica mundial, se ha reducido a 245 millones de toneladas frente a las 260 millones en 2007, situándose en niveles de 2006.

Puesto que en los países desarrollados el consumo per cápita es más elevado (en Europa se sitúa en 100 kg) es en los países en desarrollo donde existe un mayor potencial de crecimiento, puesto que como en el caso de Asia (excluyendo Japón) el consumo per cápita se sitúan en sólo 20 kg

La producción en Europa representa la cuarta parte de la producción mundial, empleando a 1.6 millones de trabajadores, según PlasticsEurope. Destaca la industria alemana, que aporta el 7.5% de la producción mundial, seguido de Benelux (4.5%) y Francia (3%). España representa el 1.5% de la producción mundial de plástico.

Hay que destacar que los nuevos países adheridos a la UE están experimentando un crecimiento económico, como Polonia, República Checa o Hungría, con un desarrollo importante de sus industrias del plástico debido a la deslocalización de la producción de muchas industrias importantes para la industria del plástico, por sus costes de mano de obra más bajos.

Tabla 1. Análisis DAFO

OPORTUNIDADES	FORTALEZAS
Demanda mundial de plástico creciente	Experiencia del sector
Desarrollo nuevos materiales	Flexibilidad de la producción
Industria española demandante de plásticos fuerte (automoción, cosmética,...)	Existencia de Instituto Tecnológico especializado en materiales plásticos (AIMPLAS)
Mejora del entorno económico mundial	
AMENAZAS	DEBILIDADES
Volatilidad precio de la materia prima	Falta financiación I+D+i
Mejora de la industria del plástico en países en desarrollo	Costes más altos frente países en desarrollo
Deslocalización empresas	Incremento legislación y normativa
Economía española rezagada en la recuperación	Descenso de la actividad en sectores importantes (construcción, automoción,...)

EL SECTOR TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICO EN ESPAÑA

El sector fabricación de productos plásticos en España está formado por 4.734 empresas de las que 925 están localizadas en la Comunitat Valenciana, representando el 20% del sector. Es la segunda comunidad por importancia, detrás de Cataluña, donde están concentradas el 29%. Ambas comunidades suman cerca del 50% de las empresas del sector.

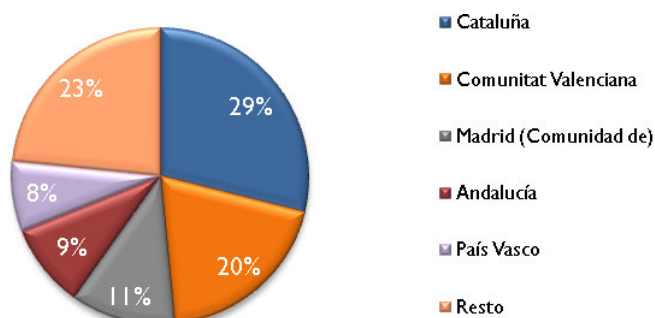


Gráfico 1. Número de empresas del sector transformador en España. Año 2008.
Fuente: DIRCE. INE.

La transformación de plásticos ha presentado tasas de variación anual negativas en el índice de producción industrial, que tocaron fondo en la primera mitad de 2009. A partir de entonces las tasas han ido reduciéndose hasta alcanzar en los dos últimos meses de 2009 tasas de crecimiento positivas.



Gráfico 2. Tasa de variación anual del Índice de Producción Anual
Fuente: INE

La situación crítica del sector de la construcción, motor de crecimiento de la economía española y un importante mercado para los plásticos, y la caída generalizada del consumo, y con ello la reducción de muchos bienes de consumo, como electrodomésticos o automóviles, ha llevado a la industria del plástico a reducir su producción. En el segundo semestre del año 2009 la situación mejora levemente gracias a los incentivos económicos del Gobierno (PlanE en automoción o Plan Renove en electrodomésticos), la reactivación de la economía y la mejora de los países de nuestro entorno. Sin embargo no podemos hablar de una recuperación económica en toda regla.

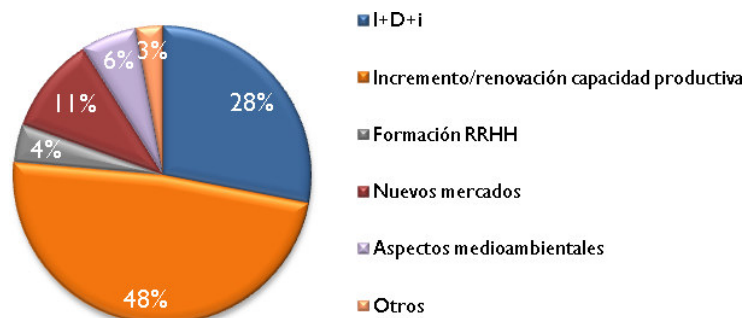


Gráfico 3. Destino de la inversión de las empresas del sector transformador. Año 2008
Fuente: AIMPLAS Observatorio de Mercado

Según los datos extraídos del Informe Anual de la Industria del plástico (AIMPLAS, Observatorio de Mercado), la inversión realizada en 2008 por las empresas fue destinada principalmente a la renovación o ampliación de la capacidad productiva, mientras que el 28% fue destinado a la investigación y desarrollo.

Fueron los factores económicos los principales obstáculos para la Innovación, puesto que para las empresas existe un elevado riesgo, sus costes son altos y tienen dificultades para acceder a financiación, frente a los factores internos, como la formación del personal o la información, que aparecen con puntuaciones más bajas. También la exigencia de demasiada burocracia dificulta la actividad innovadora en las empresas.

EL SECTOR TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICO EN LA COMUNITAT VALENCIANA

Según los datos del INE, en la Comunitat Valenciana el sector transformación de plásticos está formado por 925 empresas (año 2009). Desde el año 2003 el sector presenta una tendencia a la reducción en el número de empresas, que puede ser explicado por el aumento del tamaño de las empresas puesto que el peso del sector sobre el total de empleos tiene una tendencia creciente. Pero en el año 2008, debido a la crisis financiera y económica sufrida, la reducción ha sido mucho mayor, siendo 49 empresas las que han desaparecido, lo que significa una reducción del 7,4%.

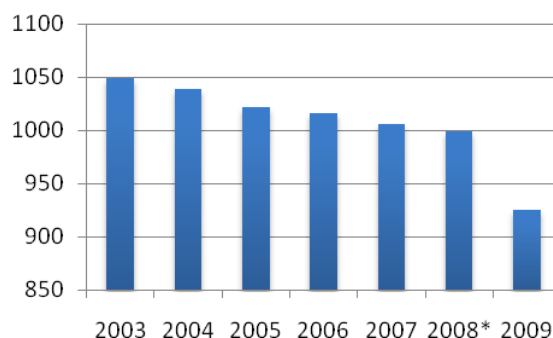


Gráfico 4. Evolución del número de empresas del sector transformación de plásticos en la Comunidad Valenciana.
Fuente: DIRCE. INE.

* A partir de 2008 se utiliza la clasificación CNAE 2009 en lugar de CENAE 93

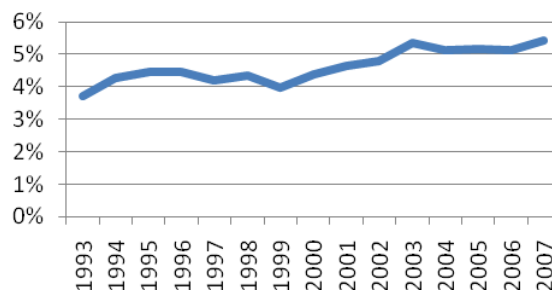


Gráfico 5. Evolución del peso del sector transformador de plástico en el total de la industria en la Comunidad Valenciana (número de personas ocupadas).
Fuente: Encuesta Industrial de Empresas. INE

Estamos claramente ante un sector atomizado, formado en su mayoría por Pymes, donde el 93% de las empresas tiene menos de 50 trabajadores.

La propia estructura de las empresas dificulta la actividad, puesto que por un lado tienen una problemas para acceder a financiación para invertir o no tienen capacidad para incurrir en el riesgo de la I+D+i. Además, el menor tamaño relativo frente a los principales clientes, como las empresas de automoción o de alimentación, y a los proveedores de materia prima les sitúa en condiciones de menor poder negociador. Esto obliga a las empresas a aceptar ciertas condiciones impuestas desde fuera como el incremento de los precios de las materias primas, no poder repercutir sobre el precio de venta final, por lo que los márgenes empresariales se reducen dificultando la inversión.

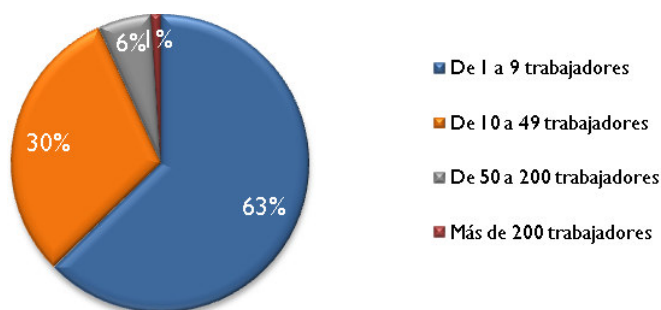


Gráfico 6. Distribución de empresas por rango de empleados en la Comunidad Valenciana.
Fuente: INE

Las empresas destinan sus productos a distintos sectores dentro de la industria. Aquí podemos extraer diferencias frente al resto de empresas nacionales. Existe un mayor peso de los productos destinados a automoción, construcción y agricultura en comparación con las empresas nacionales en su conjunto.

Tabla 2. Distribución por sectores de aplicación. Comunidad Valenciana (Producción anual)

Sector Demanda	%
Construcción	20,2%
Envase y embalaje	17,5%
Automoción	17,0%
Agricultura	15,0%
Piezas industriales	13,0%
Menaje	3,6%
Juguetes y ocio	3,4%
Muebles	3,1%
Electricidad y electrónica	2,0%
Electrodomésticos	2,0%
Calzado	1,2%
Otros	2,0%
TOTAL	100%

Fuente: AIMPLAS Observatorio de Mercado

COMERCIO EXTERIOR DEL SECTOR TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICOS DE LA COMUNITAT VALENCIANA

La Comunitat Valenciana presenta un saldo negativo en la balanza comercial de productos transformados plásticos, valorada en más de 260 millones de euros en 2009. Aunque este valor representa una tendencia creciente desde 2002, no es menos cierto que en el último año (2009) el valor apenas creció respecto al año anterior, debido sin duda al descenso en el comercio mundial.

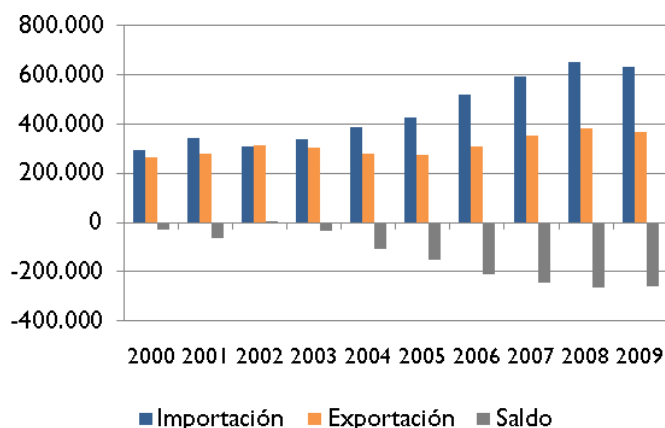


Gráfico 7. Balanza comercial de productos plásticos transformados
Fuente: EUROSTAT

Tabla 3. Principales países del comercio exterior de la Comunidad Valenciana

ORIGEN IMPORTACIONES				DESTINO EXPORTACIONES			
Países	Miles €	%		Países	Miles €	%	
1 Países Bajos	165971	26,3%		1 Alemania	71713	19,4%	
2 Italia	109176	17,3%		2 Portugal	59856	16,2%	
3 Alemania	89714	14,2%		3 Francia	52635	14,2%	
4 China	62840	10,0%		4 Italia	30559	8,3%	
5 Francia	55101	8,7%		5 Países Bajos	17594	4,8%	
6 Bélgica	50452	8,0%		6 Bélgica	17110	4,6%	
7 Portugal	21503	3,4%		7 Reino Unido	16746	4,5%	
8 Reino Unido	14994	2,4%		8 Marruecos	12406	3,4%	
9 Turquía	9596	1,5%		9 Grecia	6895	1,9%	
10 Brasil	6065	1,0%		10 Suiza	4807	1,3%	
SubTotal	585417	92,8%		SubTotal	290324	78,5%	
Total	630627	100%		Total	369712	100%	

Fuente: ESTACOM

El comercio internacional tiene lugar especialmente con el resto de países de la Unión Europea, puesto que en esta zona se concentra el 79% de las exportaciones y el 82% de las importaciones. Respecto a los países no pertenecientes a la Unión Europea, destaca la exportación del 5% al Norte de África, siendo Marruecos el receptor del 3,4% del valor de las exportaciones totales, y la importación de Asia que representa el 13% del total.

Dentro de Asia destacamos China como principal competidor en los productos nacionales. Origen de productos plásticos transformados con un valor cercano a 63 millones de euros, mientras que la producción exportada está valorada en sólo 4 millones de euros.

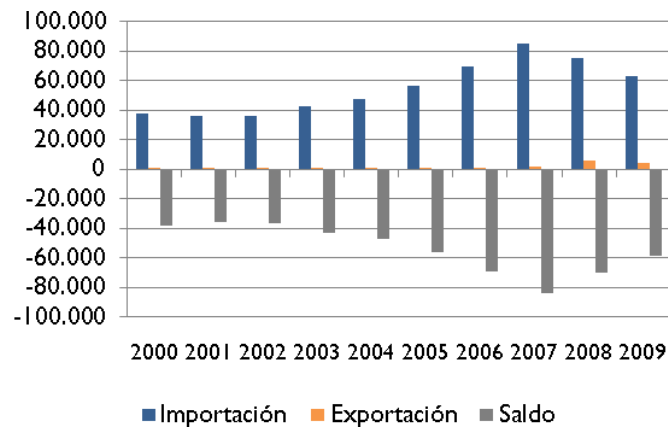


Gráfico 8. Balanza comercial de productos plásticos transformados
Fuente: EUROSTAT

EXTRUSIÓN EN ESPAÑA

A través de los últimos datos extraídos por el Observatorio de Mercado (AIMPLAS, 2009), podemos obtener ciertos datos de las empresas de extrusión que han participan en el mismo:

- Longevidad: Prácticamente el 50% de las empresas de este sector tienen más de 25 años, y el 32% entre 10 y 24 años.

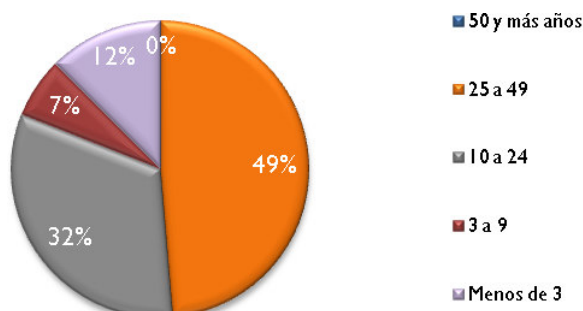


Gráfico 9. Distribución por años de antigüedad. Año 2009
Fuente: AIMPLAS Observatorio de Mercado

- Poca internacionalización: Las empresas destinan la producción en su mayoría al mercado nacional, representando las exportaciones sólo el 15% de la producción. Un análisis más pormenorizado desvela que el 47% de su producción está dirigida a clientes dentro de su comunidad autónoma.

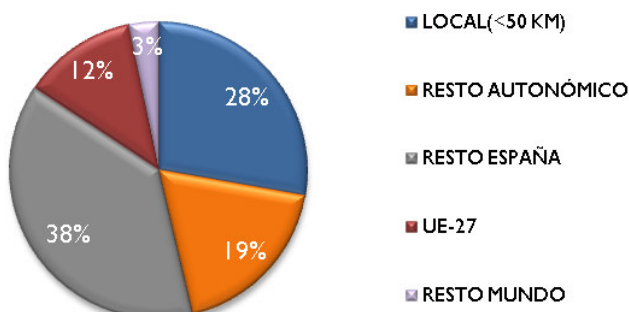


Gráfico 10. Porcentaje de ventas destinado a los distintos mercados geográficos. Año 2009
Fuente: AIMPLAS Observatorio de Mercado

- Alta concentración de los mercado finales: Los principales mercados de demanda del sector de la extrusión son; envase y embalaje, agricultura y construcción. Un dato revelador establece que estos tres mercados suponen tres cuartas partes de la producción de las empresas.

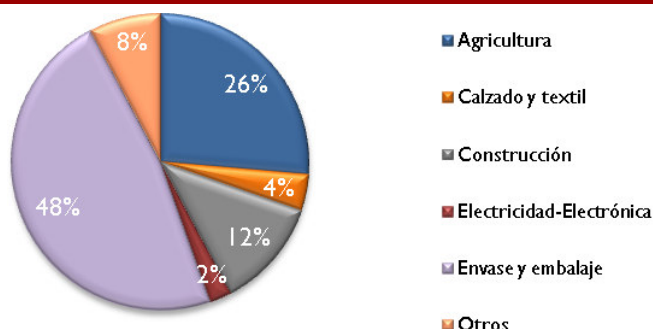


Gráfico 11. Porcentaje medio de ventas destinado a los distintos sectores. Año 2009
Fuente: AIMPLAS Observatorio de Mercado

EXTRUSIÓN EN LA COMUNITAT VALENCIANA

Analicemos ahora los datos del sector de la extrusión referidos a la Comunitat Valenciana. A modo de resumen pueden establecerse los siguiente enunciados:

- La extrusión es la segunda actividad por importancia dentro de la Comunitat Valenciana, al ser empleada por el 23% de las empresas para realizar los distintos productos en materiales plásticos (Datos estimados a partir del Observatorio de Mercado del Plástico. AIMPLAS).
- El 47% de las empresas dedicadas a la extrusión en la Comunitat Valenciana son microempresas y el 36% son pequeñas empresas, por lo que el 83% tiene menos de 50 trabajadores en su plantilla. Las grandes empresas sólo representan el 2% del total.
- En función de su tamaño y tomando como referencia la facturación, el 57% de las empresas facturó en 2008 menos de 2 millones de euros, el 25% entre 2 y 10 millones y el 18% restante entre 10 y 50 millones.
- Este pequeño tamaño de las empresas afecta a su capacidad exportadora, y sólo el 43% de las empresas realiza actividad fuera del territorio nacional.

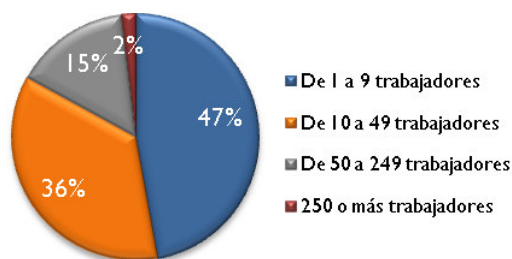


Gráfico 12. Distribución porcentual por rango de empleados. Año 2008
Fuente: SABI

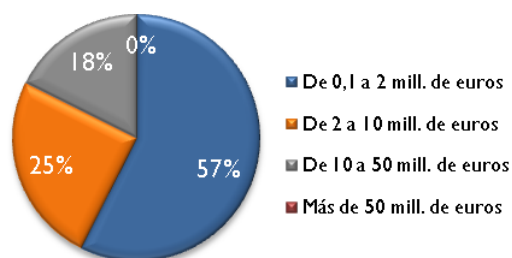


Gráfico 13. Distribución porcentual por rango de Facturación. Año 2008
Fuente: SABI



Gráfico 14. Porcentaje de empresas que actúan en mercados internacionales. Año 2008
Fuente: SABI

A continuación se muestra en la siguiente tabla muestra las principales empresas del sector de extrusión en la Comunitat Valenciana.

Tabla 4. Principales empresas extrusoras por volumen de facturación en la Comunitat Valenciana. Año 2008

EMPRESA	Facturación*	Empleados	Sector destino
AISCAN SL	48339,062	100	TUBERÍA
PLASTICOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES DE ALFARRASI SL	36031,469	106	ENVASE
THYSSENKRUPP PLASTIC IBERICA SL	32643,586	96	VARIOS
PLASTICOS VIDAL SOCIEDAD LIMITADA	29155,487	58	ENVASE
INVERSIONES PLASTICAS TPM INDUSTRIAL S.L.	28747,040	143	VARIOS
PERSIANAS PERSAX SA	28252,497	250	CONSTRUCCIÓN
DAUMAS S.L.	28235,833	45	ENVASE
BENIPLAST BENITEX S.A.	27622,171	310	AGRICULTURA
GRAHAM PACKAGING IBERICA S.L.	27328,290	55	ENVASE
POLIECO ESPANA SOCIEDAD ANONIMA.	21045,275	61	TUBERÍA

* Miles de euros

Fuente: SABI

4

CATÁLOGO DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES

Los desarrollos tecnológicos en extrusión están siempre sujetos a las influencias de diferentes sectores de mercado. Sin embargo, la preocupación por minimizar costes tanto de materia prima como de energía eléctrica durante el procesado, manteniendo las características y la calidad de los productos, parece general. Por esta razón, existe una creciente demanda de sistemas para la obtención de productos espumados, con menor peso y cantidad de material pero con buenas propiedades mecánicas. Otra forma de reducir costes de materiales y procesado es mediante tecnología de maquinaria en forma de diseños innovadores de cabezales y husillos o una mayor automatización.

Otro de los aspectos más demandados es el incremento de la versatilidad de la maquinaria tradicional de extrusión. La tendencia a la diversificación y a la fabricación de tiradas y lotes de menor tamaño, obliga a los productores a cambiar frecuentemente de producto o de material dentro de la misma línea. La aparición de nuevos materiales (biodegradables, nanocompuestos, etc.) y nuevas aplicaciones de alta tecnología (envase activo e inteligente) contribuyen también a esta diversificación. Por ello, los fabricantes de maquinaria invierten esfuerzos en aumentar la versatilidad de sus equipos mediante nuevos diseños de cabezales o mediante la oferta de soluciones personalizadas para un proceso concreto.

A continuación se detallan una serie de tecnologías innovadoras en los diferentes procesos de extrusión:

Código	Enunciado
TE-2009/0006	Obtención de láminas espumadas microcelulares con gases en estado supercrítico
TE-2009/0007	Obtención de espumas reticuladas
TE-2009/0008	Multiplicador de capas en lámina para la obtención de estructuras multicapa con propiedades mejoradas
TE-2009/0009	Diseño de husillos y cabezales para el procesado óptimo de materiales biodegradables
TE-2009/0010	Extrusión de film soplado vertical hacia abajo
TE-2009/0011	Extrusión de film soplado en horizontal para procesos de espumado
TE-2009/0012	Sistemas automáticos de precisión para el control de espesores para extrusión de lámina y film soplado

Título tecnología

TE-2009/0006: Obtención de láminas espumadas microcelulares con gases en estado supercrítico

Breve Resumen

La extrusión de estructuras espumadas mediante CO_2 difiere de la tradicional con isobutano en varios aspectos. Sobretudo, en el poder de mezclado. En la extrusión con CO_2 se requiere un mayor poder de mezclado puesto que la miscibilidad del CO_2 con los polímeros tradicionales (PS) es menor que la del isobutano.

Empresa/proveedor/dueño de la tecnología

	<i>Empresa</i>	<i>País</i>	<i>Nombre Tecnología</i>	<i>Observaciones</i>
1	TREXEL	EEUU	MuCell	

La empresa Trexel tiene la patente sobre la tecnología (MuCell) tanto para extrusión como para inyección. Consiguen tamaños de celda de 5-50 micras con una distribución uniforme, utilizando gases como el N_2 y el CO_2 en estado supercrítico como agentes espumantes físicos.

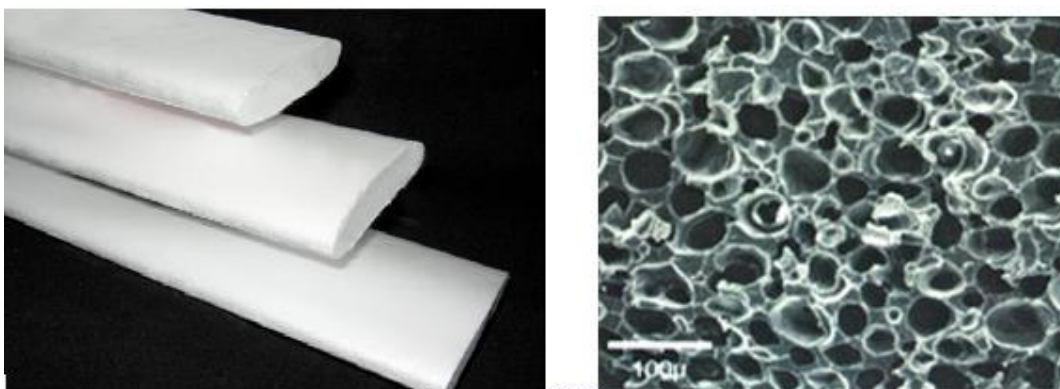


Ilustración 10. Izq., perfil de PS espumado con CO_2 mediante la tecnología MuCell. Der., estructura microscópica de una espuma MuCell

Descripción de los beneficios aportados por la tecnología

La tecnología de extrusión de Trexel está pensada para TPE (elastómeros termoplásticos) y TPV (vulcanizados termoplásticos).

La tecnología, aunque no esté desarrollada para un sector concreto, se utiliza mucho para el sector automoción y el sector eléctrico-electrónico. En ambos sectores se aprovechan las ventajas de los espumados en cuanto a reducción de peso y a propiedades de aislamiento térmico y acústico.

Rasgos diferenciadores y únicos de la tecnología

El CO₂ puede utilizarse, no sólo como agente espumante, sino también como agente para la ayuda en el procesado, reduciendo la viscosidad del plástico fundido.

Estado de desarrollo de la tecnología

- ☐ Investigación básica
- ☐ Investigación aplicada
- ☐ Tecnología validada como prototipo
- ☒ **Tecnología comercializada**

Descripción detallada

Existen cuatro pasos básicos en la extrusión de productos microcelulares:

1. El primer paso es alimentar, fundir y dosificar el polímero en el interior de la extrusora.
2. En el segundo paso, un agente espumante en forma de fluido supercrítico es introducido en la extrusora y debidamente mezclado con el polímero fundido para formar una solución de una sola fase. El fluido supercrítico es introducido en la extrusora a través de puntos de inyección especialmente diseñados para asegurar un mezclado uniforme y continuo.
3. El tercer paso es el enfriamiento de la mezcla polímero/fluido supercrítico hasta una temperatura de extrusión adecuada.
4. El paso final es la extrusión de la mezcla a través de una cabezal diseñado con un paso de fundido especial para permitir una caída de presión en el cabezal rápida, permitiendo la nucleación de un gran número de celdas y formando una espuma microcelular.

La extrusión de estructuras espumadas mediante CO₂ difiere de la tradicional con isobutano en varios aspectos. Sobre todo, en el poder de mezclado. En la extrusión con CO₂ se requiere un mayor poder de mezclado puesto que la miscibilidad del CO₂ con los polímeros tradicionales (PS) es menor que la del isobutano.

Aplicaciones finales / mercados

Trexel comercializa su tecnología a compañías como Nypro, Avaplas Ltd., Valeo, Behr y Schröder. Éstas, a su vez, son proveedores de compañías importantes en los sectores de automoción y eléctrico-electrónico.

1	AUTOMOCIÓN: Porsche, BMW, Volkswagen, Hyundai, Chrysler y Ford
2	ELÉCTRICO / ELECTRONICO: Hewlett-Packard, Ricoh

Propiedad industrial (Patentes relacionadas)

	Número	Título	País	Fecha
1	WO2005021081A1	CONSTRUCTION OF MEDICAL COMPONENTS USING GAS ASSISTED MICROCELLULAR FOAMING	MUNDIAL	10/03/2005
2	WO2004035884A1	A MICROCELLULAR FOAMED FIBER, AND A PROCESS OF PREPARING FOR THE SAME	MUNDIAL	29/04/2004
3	WO0015701A1	PROCESS FOR PRODUCING EXTRUDED FOAM WITH CO2 AS A BLOWING AGENT	MUNDIAL	23/03/2000
4	WO9932544A1	MICROCELLULAR FOAM EXTRUSION/BLOW MOLDING PROCESS AND ARTICLE MADE THEREBY	MUNDIAL	01/07/1999

Observaciones (conclusiones, comentarios, etc.)

AIMPLAS tiene experiencia en el uso de CO₂ en el procesado de plásticos a través de los proyectos europeos ya concluidos EXTRU-CO₂ y FLOWFREE. En ambos proyectos el CO₂ se utilizaba, no como agente espumante, sino como ayuda de procesado, reduciendo la viscosidad del plástico fundido.

Además de estos proyectos, AIMPLAS participa en el proyecto SOST-CO₂, proyecto de tipo CENIT financiado por el CDTI. En este proyecto, cuyo objetivo es encontrar nuevas aplicaciones del CO₂ para su valorización, se pretende utilizar el CO₂ como agente espumante en el procesado de plásticos.

En esta línea, AIMPLAS tiene planificado, a corto plazo, la ampliación de su equipamiento en planta piloto con un sistema en tándem para la obtención de láminas espumadas con diferentes tipos de materiales.

Título tecnología

TE-2009/0007: Obtención de espumas reticuladas

Breve Resumen

Las espumas reticuladas de diferentes materiales poliolefinicos (PE, PP, EVA, etc.) se utilizan para una gran variedad de aplicaciones. Son espumas con un amplio rango de densidades y de celda cerrada. Actualmente existen diferentes variantes del proceso de obtención de láminas reticuladas.

Las poliolefinas son los materiales más utilizados para la obtención de espumas reticuladas, especialmente el PE tanto de alta como de baja densidad. Son también muy comunes las espumas de PP y EVA.

Empresa/proveedor/dueño de la tecnología

	<i>Empresa</i>	<i>País</i>	<i>Nombre Tecnología</i>	<i>Observaciones</i>
1	TROCELLEN	ALEMANIA	Láminas de PE reticuladas	www.trocellen.com
2	ZOTEFOAMS	REINO UNIDO	Espumas reticuladas basado N2	www.zotefoams.com
3	QYCELL	CANADA	Espumas reticuladas	www.qycell.com
4	SEKISUI VOLTEK	EEUU	Espumas reticuladas	www.sekisuivoltek.com

Descripción de los beneficios aportados por la tecnología

Las características de los productos espumados son principalmente:

- Bajo peso
- Buenas propiedades aislantes
- Buenas propiedades mecánicas

Estado de desarrollo de la tecnología

- ☐ Investigación básica
- ☐ Investigación aplicada
- ☐ Tecnología validada como prototipo
- ☒ **Tecnología comercializada**

Descripción detallada

Existen diferentes variantes del proceso de obtención de láminas reticuladas. Por ejemplo, la empresa Trocellen (www.trocellen.com) produce láminas de PE reticuladas mediante dos procesos diferentes. Ambos procesos están basados en una espumación química. En una primera etapa, los materiales (resina polimérica, espumante, agente de entrecruzamiento, etc.) son mezclados. Posteriormente, esta mezcla es extruída en un equipo de extrusión tradicional.

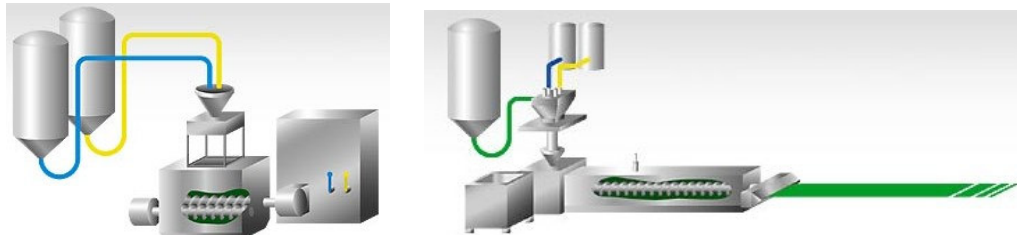


Ilustración 11. Izq. Etapa de mezclado. Der. Etapa de extrusión

A continuación, esta lámina puede ser espumada y reticulada, por dos procesos diferentes.

Uno de los procesos es el espumado horizontal. La lámina es reticulada al principio del proceso de espumado mediante agentes químicos. Ambos procesos tienen lugar en el interior de un horno horizontal. La ilustración 18 muestra un esquema del proceso horizontal.

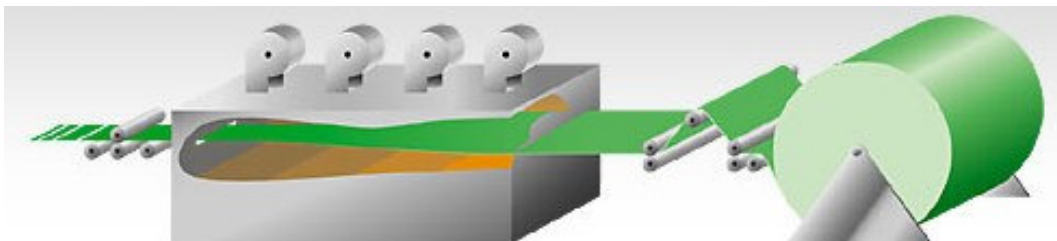


Ilustración 12. Espumado horizontal mediante reticulación química

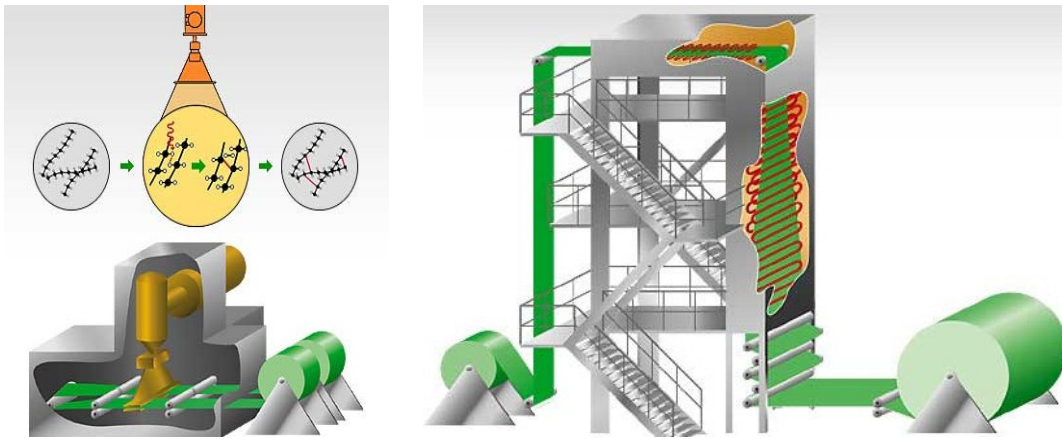


Ilustración 13. Espumado vertical mediante reticulación física previa.

La empresa Zotefoams (www.zotefoams.com) utiliza un método particular para la obtención de espumas reticuladas basado en una espumación física con N₂. El proceso se basa en tres etapas principales:

- Extrusión y reticulado de la lámina.
- Impregnación de la lámina extruída con N₂ a alta temperatura y presión.
- Expansión final (espumado) de la lámina impregnada en autoclave de baja presión.

El hecho de que cada etapa se realiza por separado permite un control más exhaustivo de los parámetros críticos para la obtención de espumas de alta calidad.

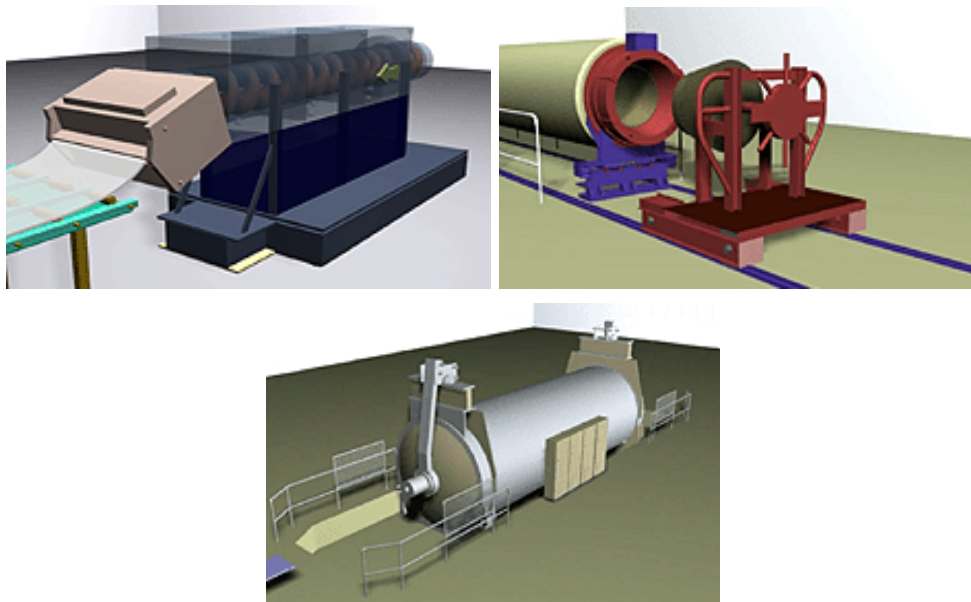


Ilustración 14. Vista esquemática de las tres etapas del proceso de fabricación de Zotefoams.

Mediante este proceso se obtienen espumas químicamente inertes, sin residuos de agente espumante, con una estructura de celda regular y con paredes de celda regulares.

Otras empresas como Qycell (www.qycell.com) y Sekisui Voltek (www.sekisuivoltek.com) también ofrecen una gran variedad de espumas con un amplio rango de propiedades obtenidas mediante diferentes procesos de reticulación: reticulación química y reticulación física mediante radiación.

Aplicaciones finales / mercados

1	Construcción
2	Automoción
3	Calzado
4	Dispositivos médicos

Propiedad industrial (Patentes relacionadas)

	Número	Título	País	Fecha
1	EP1820818A1	PROCESS FOR MANUFACTURING AN OPEN CELLED AND CROSS-LINKED POLYOLEFINE FOAM	EUROPEA	22/08/2007
2	DE102007008061A1	PRODUCING AN OPEN-CELL CROSSLINKED POLYOLEFIN FOAM COMPRISES COOLING A CLOSED-CELL CROSSLINKED POLYOLEFIN FOAM BELOW THE EMBRITTLEMENT TEMPERATURE OF THE POLYOLEFIN AND MECHANICALLY STRESSING THE FOAM	ALEMANIA	16/08/2007
3	WO2006024658A1	OPEN-CELLED CROSS-LINKED POLYMER FOAM MADE FROM POLYOLEFINS AND POLYSTYROL	MUNDIAL	09/03/2006
4	WO0212379A1	PROCESS FOR THE PREPARATION OF CROSS LINKED POLYMER FOAM	MUNDIAL	14/02/2002
5	WO9939892A1	PROCESS AND DEVICE FOR PRODUCING CROSS-LINKED POLYOLEFIN FOAMS	MUNDIAL	12/08/1999

Título tecnología

TE-2009/0008: Multiplicador de capas en lámina para la obtención de estructuras multicapa con propiedades mejoradas

Breve Resumen

Una de las tendencias en extrusión de lámina plana es aumentar el número de capas en láminas plásticas para la mejora de diferentes propiedades. Los sistemas tradicionales de coextrusión mediante bloques de reparto pueden llegar hasta las 7 y las 9 capas. Incluso Windmüller & Hölscher han introducido líneas de 11 capas. Un aumento aún mayor del número de capas puede conseguirse mediante el empleo de bloques de reparto con tecnología de microcapas. En este sentido, existen un par de fabricantes con diseños patentados para la multiplicación de capas.

Empresa/proveedor/dueño de la tecnología

	Empresa	País	Nombre Tecnología	Observaciones
1	EDI, Extrusion Dies Inc.	EEUU	Multiplicador de capas	
2	DOW Chemical	EEUU		Poseedor de la patente cedida a EDI.
3	Cloeren	EEUU	Bloques de reparto	

Descripción de los beneficios aportados por la tecnología

Permite multiplicar el número de capas reduciendo su espesor (se pueden llegar a conseguir hasta 96 capas).

Rasgos diferenciadores y únicos de la tecnología

Interesante para la mejora de propiedades barrera ya que las interfases suponen un obstáculo para el paso de pequeñas moléculas (tortuous pathway).

Estado de desarrollo de la tecnología

- ☐ Investigación básica
- ☐ Investigación aplicada
- ☐ Tecnología validada como prototipo
- ☒ **Tecnología comercializada**

Descripción detallada

El multiplicador de capas es una tecnología desarrollada por EDI, Extrusion Dies Inc. (www.extrusiondies.com). Permite multiplicar el número de capas reduciendo su espesor (se pueden llegar a conseguir hasta 96 capas). Es sobretodo interesante para la mejora de propiedades barrera ya que las interfases suponen un obstáculo para el paso de pequeñas moléculas (tortuous pathway). La tecnología en realidad no pertenece a EDI sino que es una licencia de una patente de Dow.

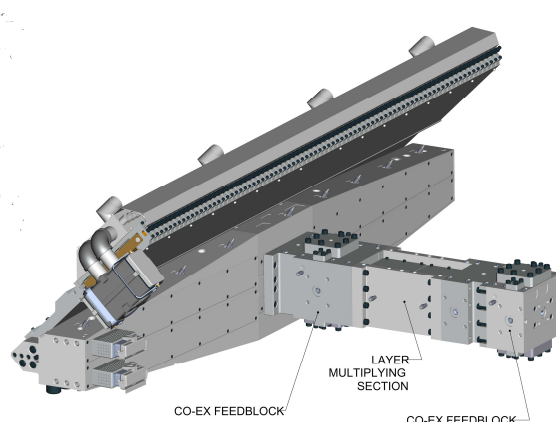


Ilustración 15. Imagen en CAD de un cabezal de lámina plana adaptado a un bloque de coextrusión con multiplicador de capas.

Al igual que en la coextrusión estándar, varios flujos de polímero fundido entran en el sistema multiplicador de capas a través de un bloque de alimentación, que produce un "sándwich" de un tamaño determinado de tres, cinco o siete capas. Los materiales de esta estructura se multiplican a continuación en los módulos multiplicadores. Finalmente, el producto de microcapas resultante entra en un segundo bloque de alimentación, que produce otro sándwich de dimensiones convencionales que pasa al manifold de un cabezal plano, donde la estructura se amplía al ancho del producto deseado. El producto terminado tiene un espesor estándar, pero su estructura interna puede consistir de muchas microcapas, incluso de centenares de ellas.

El sistema se puede usar para multiplicar los flujos de material fundido seleccionados o todos los flujos que entran al sistema.

La empresa Cloeren (www.cloeren.com) posee también unos diseños de bloques de reparto denominados InfiNano™ y NanoLayer™. Su uso está pensado en diferentes aplicaciones como son los films flexibles de alta barrera, films ópticos, films estirables y films para envase alimentario de alta barrera.

Estos bloques de reparto permiten la obtención de un número infinito de capas con espesores de cada capa individual de tamaño nanométrico. De esta forma, se consiguen mejorar ciertas propiedades del film: propiedades barrera, tenacidad, robustez, módulo, conformabilidad y/o propiedades ópticas.

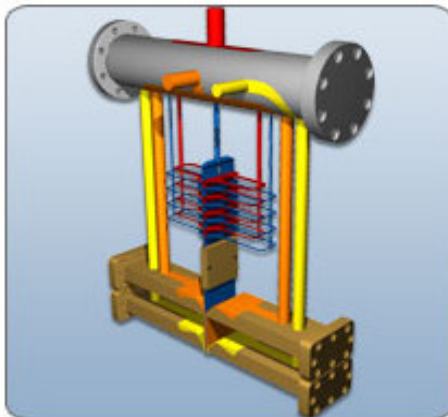


Ilustración 16. Esquema de la distribución interna del bloque de reparto InfiNano™ de Cloeren

Aplicaciones finales / mercados

1	ENVASE: Films flexibles de alta barrera, films estirables y films para envase alimentario de alta barrera.
2	ÓPTICA: Films ópticos
3	Cualquier línea de CO-EXTRUSIÓN

Propiedad industrial (Patentes relacionadas)

	Número	Título	País	Solicitante
1	WO9109719A1	PROCESSES AND APPARATUS FOR MAKING MULTILAYER PLASTIC ARTICLES	MUNDIAL	Dow Chemical

Título tecnología

TE-2009/0009: Diseño de husillos y cabezales para el procesado óptimo de materiales biodegradables

Breve Resumen

El diseño de cabezales y husillos es de gran importancia a la hora de obtener una buena calidad en el producto extruído. Ahora además, se valora la importancia del diseño de husillos y cabezales en otros aspectos como la eficiencia energética del proceso.

En el caso de cabezales, los cabezales de extrusión y coextrusión con mandril de distribución en espiral son los preferidos para asegurar una distribución uniforme del material. Además, estos cabezales se caracterizan por un tiempo de residencia corto y por reducir los tiempos de cambio de material.

Los cabezales de coextrusión de film de tipo 'pancake' con diferentes secciones para cada capa apilables en altura posee varias ventajas: bajas pérdidas de presión, posibilidad de controlar la temperatura de cada capa individualmente y versatilidad a la hora de variar la estructura de las capas.

Windmöller & Hölscher (www.wuh-lengerich.de) ofrecen líneas de extrusión de film soplado adaptadas a los requerimientos de los materiales biodegradables.

Empresa/proveedor/dueño de la tecnología

	Empresa	País	Nombre Tecnología	Observaciones
1	Windmöller & Hölscher	Alemania	Líneas de extrusión de film soplado biodegradable	www.wuh-lengerich.de

Descripción de los beneficios aportados por la tecnología

Los materiales biodegradables se están introduciendo cada vez en un mayor número de sectores donde la biodegradabilidad se considere un valor añadido.

Uno de los sectores más interesantes es el de la agricultura, para la obtención de productos tales como el film para acolchado y tunelillo. Otro sector de gran importancia es el sector de envase y embalaje, para la obtención de envases para diferentes aplicaciones y con diferentes requerimientos.

Rasgos diferenciadores y únicos de la tecnología

Con todas estas modificaciones consiguen optimizar el proceso y aumentar las producciones, obteniendo rendimientos industriales similares al procesado de PE.

Actualmente, los fabricantes de film soplado están introduciendo los materiales biodegradables en su portfolio debido a la creciente demanda de este tipo de materiales para diferentes aplicaciones.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, no se realizan modificaciones de máquina para optimizar el procesado de estos nuevos materiales, sino que se siguen utilizando los sistemas tradicionales diseñados para la transformación del LDPE.

Estado de desarrollo de la tecnología

- ☐ Investigación básica
- ☐ Investigación aplicada
- ☐ Tecnología validada como prototipo
- ☒ **Tecnología comercializada**

Descripción detallada

Windmöller & Hölscher (www.wuh-lengerich.de) ofrecen líneas de extrusión de film soplado adaptadas a los requerimientos de los materiales biodegradables. Se parte de un husillo especial para procesar materiales que requieren bajas temperaturas (LT de low temperature) que permite la homogeneización del material a pesar de las bajas temperaturas. A continuación, se dispone de un cabezal de globo con un diseño adecuado para materiales biodegradables, caracterizado por una baja caída de presión. Para el enfriamiento del globo se utiliza un sistema IBC (internal bubble cooling) de enfriamiento interno. El control de espesores se realiza de forma automática y se dispone de un sistema de retroalimentación. El cabezal se calienta por segmentos, siendo posible aumentar ligeramente la temperatura de aquellos segmentos en los que el espesor sea mayor para igualar los espesores. En cuanto a la torre de soplado, se recomienda un marco guía más largo de lo habitual para evitar tensiones en el plegado del film.



Ilustración 17. Vista de cabezal con sistema de control de espesores Optifil (Windmüller & Hölscher).

Con todas estas modificaciones consiguen optimizar el proceso y aumentar las producciones, obteniendo rendimientos industriales similares al procesado de PE.

Aplicaciones finales / mercados

1	Envase y embalaje: film, botellas, bolsas, etc.
2	Agricultura: film acolchado, tunelillo, etc.

Propiedad industrial (Patentes relacionadas)

	Número	Título	País	Fecha
1	WO2005084919A1	BLOWN FILM EXTRUSION SYSTEM	Mundial	15/09/2005

Observaciones (conclusiones, comentarios, etc.)

AIMPLAS tiene una amplia experiencia en el desarrollo y el procesado de materiales biodegradables para diferentes aplicaciones. Proyectos como Trigger y Biobag se han basado en el desarrollo de materiales biodegradables para film soplado.

Por experiencia propia, AIMPLAS conoce la importancia del diseño de husillos y cabezales para la extrusión de biodegradables. Ensayos con diferentes tipos de husillos se han realizado en los proyectos mencionados.

Esta línea de investigación es estratégica para AIMPLAS y se prevé continuar con la optimización del procesado de materiales biodegradables.

Título tecnología

TE-2009/0010: Extrusión de film soplado vertical hacia abajo

Breve Resumen

La fabricación de películas se realiza normalmente mediante el proceso de extrusión soplado vertical con soplado de aire hacia arriba. Sin embargo, cabe destacar que el desarrollo de nuevas tecnologías en este campo han sido necesarias por el interés en obtener tiempos más cortos de procesado, mayor producción, ahorro en costes, así como producción de nuevas estructuras con mejores propiedades finales. En general, el proceso de extrusión film soplado vertical hacia abajo se ha utilizado principalmente para PP, pero actualmente existen equipos que permiten procesar una gran variedad de materiales.

Empresa/proveedor/dueño de la tecnología

	Empresa	País	Nombre Tecnología	Observaciones
1	Brampton Engineering	Canadá	Aquafrost®	www.be-ca.com
2	Rajoo	India	Aquaflex®	www.rajoo.com
3	Guangdong Jinming Plastics Equipment	China		

Descripción de los beneficios aportados por la tecnología

Tiempos más cortos de procesado, mayor producción, ahorro en costes, así como producción de nuevas estructuras con mejores propiedades finales.

Films con una gran barrera, con más claridad y mayor flexibilidad para poder ser termoconformado en envases profundos.

El proceso de enfriamiento se acelera, se reduce la cristalización y se obtiene un film más amorfo, con mejores propiedades ópticas y mayor brillo.

Estas líneas fabrican películas de claridad excepcional con rendimientos que compiten con los de cast. El costo de fabricación es de 15-20% inferior al de película cast.

Rasgos diferenciadores y únicos de la tecnología

El proceso de extrusión film soplado vertical se realiza hacia abajo.

Esta tecnología utiliza agua como sistema de enfriamiento de la burbuja, en lugar de aire como se realiza en los procesos verticales hacia arriba.

Estado de desarrollo de la tecnología

- ☐ Investigación básica
- ☐ Investigación aplicada
- ☐ Tecnología validada como prototipo
- ☒ **Tecnología comercializada**

Descripción detallada

La fabricación de películas se realiza normalmente mediante el proceso de extrusión soplado vertical con soplado de aire hacia arriba. Sin embargo, cabe destacar que el desarrollo de nuevas tecnologías en este campo han sido necesarias por el interés en obtener tiempos más cortos de procesado, mayor producción, ahorro en costes, así como producción de nuevas estructuras con mejores propiedades finales. En general, el proceso de extrusión film soplado vertical hacia abajo se ha utilizado principalmente para PP, pero actualmente existen equipos que permiten procesar una gran variedad de materiales.

Aquafrost® es el nombre que recibió el proceso de soplado de película hacia abajo cuando fue introducido por Brampton Engineering (www.be-ca.com). Esta tecnología utiliza agua como sistema de enfriamiento de la burbuja, en lugar de aire como se realiza en los procesos verticales hacia arriba. Estas líneas fabrican películas de claridad excepcional con rendimientos que compiten con los de cast. El costo de fabricación es de 15-20% inferior al de película cast. Las aplicaciones de las películas obtenidas por este proceso son envoltorio/envase para alimentos y medicamentos.

Esta tecnología está siendo demandada por clientes que requieren de films con una gran barrera, con más claridad y mayor flexibilidad para poder ser termoconformado en envases profundos. Debido a que el enfriamiento de la burbuja se realiza con agua, el proceso de enfriamiento se acelera, se reduce la cristalización y se obtiene un film más amorfo, con mejores propiedades ópticas, más claridad y mayor brillo. En el sistema tradicional de soplado vertical hacia arriba, donde el enfriamiento se realiza con aire, se obtiene entre un 6 y 8% de turbiedad en un film de 150 micras, mientras que con el sistema Aquafrost esto puede reducirse hasta un 2%. Respecto al consumo energético, mientras que en una línea convencional con producción de 600kg/h consume 80.6kw/h, un equipo con la tecnología Aquafrost consumiría 8kw/h.

Las líneas de Aquafrost se caracterizan también por su capacidad para poder obtener films multicapas. El cabezal SCD®-3 ha sido diseñado para la obtención de películas multicapas de 7-10 capas. Estos cabezales se caracterizan por permitir un tiempo de residencia corto del material y un aislamiento efectivo de temperatura entre las capas del cabezal, además de ser adecuado para obtener estructuras diversas a partir de una gran variedad de polímeros.



Ilustración 18. Proceso de extrusión soplado hacia abajo. Sistema Aquafrost® (Brampton Engineering)

Rajoo (www.rajoo.com) ha fabricado también la serie de líneas Aquaflex® para la producción de film soplado vertical hacia abajo. Sus equipos incorporan husillos barrier y entradas de alimentación acanaladas para una mayor eficiencia energética y mayor rendimiento que permitan obtener producciones entre 45 y 180kg/h. Las líneas de Aquaflex son los equipos de mayor rendimiento a nivel mundial para la obtención de film mediante un proceso de extrusión de film soplado hacia abajo y enfriamiento mediante agua. En la ilustración 25 se muestra una foto de una línea de Aquaflex utilizada para la fabricación de film de PP.



Ilustración 19. Línea de extrusión de film soplado vertical hacia abajo (Rajoo-Aquaflex).

Otro importante fabricante y suministrador de líneas de soplado vertical hacia abajo con enfriamiento de agua o aire es Guangdong Jinming Plastics Equipment (China). Sus equipos han sido principalmente utilizados en China, pero actualmente se están conociendo por todo el mundo (Norteamérica, Europa del este, Asia). Esta empresa dispone de máquinas para la obtención de films soplados multicapa.

Aplicaciones finales / mercados

Entre las aplicaciones de este proceso podemos destacar: bolsas de pan, envoltorio para flores, film para laminado, film para metalizarlo, bolsas para sangre, film de envasado de alta transparencia en general, film para envasado de productos de confitería, fundas para ropa, etc. Además los sistemas multicapa (2 o 3 capas) son capaces de sustituir a los films de BOPP o de CPP.

Las líneas de Aquaflex® son capaces de procesar LDPE, LLDPE, HDPE, PP, nylon y EVA. Aquaflex dispone de máquinas con dos boquillas para producir bolsas de PP de pequeño ancho para envasado de ultramarinos así como otros alimentos. Estas líneas son bastante eficientes energéticamente y proporcionan velocidades de producción óptimas.

Las líneas del modelo JM (Guangdong Jinming Plastics) pueden procesar PP, mLLDPE, LLDPE, LDPE, PA, biopolímeros, terpolímeros para la fabricación de film para envasado en general, film para laminados con alta barrera, capacidad de sellado, transparencia, esterilizables, y con buena imprimibilidad. El film obtenido puede reemplazar también los films de CPP y BOPP y puede ser utilizado para almacenar alimentos, productos agrícolas, productos químicos, artículos de uso diario, etc.

1	Envase alimentario (bolsas, film, etc.)
2	Aplicaciones médicas (bolsas de sangre, etc.)
3	Fundas para ropa
4	Bolsas para flores
5	Agricultura
6	Almacenamiento de productos químicos

Propiedad industrial (Patentes relacionadas)

	Número	Título	País	Fecha
1	US6068462	Apparatus for continuously forming a blown film	Estados Unidos	30/05/2000

Observaciones (conclusiones, comentarios, etc.)

Las primeras líneas comerciales de Aquafrost arrancaron a principios del 2005. Actualmente existen ocho líneas instaladas y operando alrededor del mundo (Norteamérica, Europa y Asia).

En cuanto a las líneas de soplado fabricadas por Rajoo, éstas han sido distribuidas por países de todo el mundo (Colombia, Ecuador, Méjico, África, Asia).

Título tecnología

TE-2009/0011: Extrusión de film soplado en horizontal para procesos de espumado.

Breve Resumen

Los procesos de obtención de láminas espumadas mediante espumación física (con hidrocarburos principalmente) son muy variados. Hay sistemas compuestos por una sola extrusora monohusillo de gran longitud. Sin embargo, los sistemas más extendidos son los sistemas tándem, que combinan dos extrusoras en paralelo. La extrusora primaria es la encargada de mezclar homogéneamente el polímero fundido con el gas. La extrusora secundaria es una extrusora de enfriamiento, para permitir que la mezcla se enfríe homogénea y paulatinamente para producir un espumado de celda uniforme y pequeña. Las extrusoras primarias pueden ser bien doble husillo o monohusillo, pero la extrusora secundaria siempre suele ser una extrusora monohusillo de un diámetro al menos 1,5 veces el de la extrusora primaria.

Lo más característico de estos sistemas, en cualquiera de sus variantes, es el cabezal. Estos sistemas suelen ir dotados con un cabezal de tipo film soplado, en el que se produce el espumado. Este globo espumado se estira en la dirección horizontal.

Empresa/proveedor/dueño de la tecnología

	Empresa	País	Observaciones
1	Battenfeld Gloucester	Estados Unidos	www.gloucesterengineering.com
2	KraussMaffei-Berstorff	Germany	www.berstorff.com
3	Foamtek	Estados Unidos	www.foamtekcorp.com

Descripción de los beneficios aportados por la tecnología

El diseño del cabezal en este tipo de procesos es muy importante. El cabezal anular debe asegurar un óptimo y consistente ajuste de espesores para asegurar la máxima calidad del producto. Por ello, los cabezales son ajustables sin necesidad de parar la producción.

Otro aspecto importante es el control de temperatura del cabezal. Un circuito cerrado de líquido permite un control de la temperatura preciso, que se traduce en la obtención de una espuma con una estructura controlada y consistente. Anillos de aire internos y externos permiten el enfriamiento de la burbuja por ambas caras y controlan la contracción manteniendo la textura superficial y mejorando la calidad del producto final.

Rasgos diferenciadores y únicos de la tecnología

No es necesario que el globo posea una gran longitud, ya que el material sale del cabezal a una temperatura bastante baja y la menor densidad del espumado hace que el enfriamiento sea rápido.

El hecho de tener el globo en posición horizontal facilita la formación de una burbuja de gran tamaño que a una corta distancia de la salida del cabezal, se corta para dar lugar a dos láminas separadas que se recogen en una unidad de bobinado doble.

Estado de desarrollo de la tecnología

- ☐ Investigación básica
- ☐ Investigación aplicada
- ☐ Tecnología validada como prototipo
- ☒ **Tecnología comercializada**

Descripción detallada

Los procesos de obtención de láminas espumadas mediante espumación física (con hidrocarburos principalmente) son muy variados. Hay sistemas compuestos por una sola extrusora monohusillo de gran longitud. Sin embargo, los sistemas más extendidos son los sistemas tándem, que combinan dos extrusoras en paralelo. La extrusora primaria es la encargada de mezclar homogéneamente el polímero fundido con el gas. La extrusora secundaria es una extrusora de enfriamiento, para permitir que la mezcla se enfríe homogénea y paulatinamente para producir un espumado de celda uniforme y pequeña. Las extrusoras primarias pueden ser bien doble husillo o monohusillo, pero la extrusora secundaria siempre suele ser una extrusora monohusillo de un diámetro al menos 1,5 veces el de la extrusora primaria.

Lo más característico de estos sistemas, en cualquiera de sus variantes, es el cabezal. Estos sistemas suelen ir dotados con un cabezal de tipo film soplado, en el que se produce el espumado. Este globo espumado se estira en la dirección horizontal.

No es necesario que el globo posea una gran longitud, ya que el material sale del cabezal a una temperatura bastante baja y la menor densidad del espumado hace que el enfriamiento sea rápido.



Ilustración 20. Vista del sistema tándem de extrusión de láminas espumadas

El hecho de tener el globo en posición horizontal facilita la formación de una burbuja de gran tamaño que a una corta distancia de la salida del cabezal, se corta para dar lugar a dos láminas separadas que se recogen en una unidad de bobinado doble.



Ilustración 21. Vista del sistema de corte, recogida y bobinado de lámina espumada.

Existen varios fabricantes de estos tipos de sistemas, como Battenfeld Gloucester (www.gloucesterengineering.com), KraussMaffei-Berstorff (www.berstorff.com) y Foamtek (www.foamtekcorp.com).

El diseño del cabezal en este tipo de procesos es muy importante. El cabezal anular debe asegurar un óptimo y consistente ajuste de espesores para asegurar la máxima calidad del producto. Por ello, los cabezales son ajustables sin necesidad de parar la producción.

Battenfeld Gloucester tiene patentado un cabezal, el Opticell, que permite un ajuste de espesores más preciso y sencillo. El cabezal utiliza un mecanismo similar a una caja de cambio que es mucho más estable mecánicamente y posee una mayor repetibilidad que los cabezales convencionales. A su vez, elimina las líneas de soldadura producidas en los cabezales de patas de araña y en los de pantalla.

Otro aspecto importante es el control de temperatura del cabezal. Un circuito cerrado de líquido permite un control de la temperatura preciso, que se traduce en la obtención de una espuma con una estructura controlada y consistente. Anillos de aire, internos y externos, permiten el enfriamiento de la burbuja por ambas caras y controlan la contracción manteniendo la textura superficial y mejorando la calidad del producto final.

Aplicaciones finales / mercados

1	Envase alimentario
2	Embalaje de muebles
3	Embalaje productos electrónicos

Estos sistemas se utilizan para la obtención de productos espumados con diferentes materiales: poliestireno, polipropileno y polietileno.

Además de estos, existe una creciente demanda de otro tipo de materiales, como puede ser el PET y el ácido poliláctico, PLA. Existen ya grados comerciales de estos materiales desarrollados específicamente para la obtención de productos espumados.

La aplicación más extendida es la de envase y embalaje, desde envase alimentario (bandejas de carne y productos frescos) hasta el embalaje de productos electrónicos y mobiliario.

Propiedad industrial (Patentes relacionadas)

	Número	Título	País	Fecha
1	US2004051204 (A1)	Cast film cooling method	Estados Unidos	18/03/2004
2	US 20050037220	Process for reducing surface aberrations	Estados Unidos	17/02/2005
3	DE19833316838	Process and tandem extruder system for producing a foamed material web of polystyrene or the like	Alemania	
4	US19790023009	Method and apparatus to control the density of products produced from an extrusion process	Estados Unidos	
5	US5064587	Method for extruding a thermoplastic plastics material foam	Estados Unidos	

Observaciones (conclusiones, comentarios, etc.)

El hecho de que grandes empresas fabricantes de maquinaria como Berstorff-Krauss Maffei o Battenfeld sean los principales vendedores de esta tecnología, hace que líneas como las descritas anteriormente se encuentren repartidas por todo el mundo.

El sector más beneficiado por esta tecnología es, como ya se ha dicho, el del envase y embalaje, para la obtención de láminas que posteriormente son termoconformadas en bandejas y otro tipo de productos.

AIMPLAS tiene previsto, a corto plazo, la ampliación de su equipamiento en planta piloto con un sistema en tándem para la obtención de láminas espumadas con diferentes tipos de materiales. Sin embargo, la línea prevista para la planta piloto de AIMPLAS se basará en un cabezal de lámina plana y una unidad de calandrado, para obtener directamente una lámina espumada de las dimensiones deseadas.

Título tecnología

TE-2009/0012: Sistemas automáticos de precisión para el control de espesores para extrusión de lámina y film soplado

Breve Resumen

Una de las tendencias en extrusión de lámina y film es a la automatización extensiva de todos los sistemas. Para ello se requieren sistemas de alta precisión para el adecuado control de los parámetros que definen la calidad del proceso y del producto. En este sentido, el espesor del film es un parámetro cualitativo clave.

Empresa/proveedor/dueño de la tecnología

	Empresa	País	Nombre Tecnología	Observaciones
1	Plast-Control	Alemania	sistema "C-Scan"	www.plastcontrol.de
2	Isis Sentronics	Alemania	SCI (Spectral Coherence Interferometric)	www.isis-sentronics.de
3	Polytec	Alemania	PSS	www.polytec.com

Descripción de los beneficios aportados por la tecnología

- Se asegura una alta resolución y precisión en el proceso.
- Se pueden ajustar mejor las tolerancias y reducir así costes de material.
- Mayor capacidad de escaneo o rapidez en comparación con las otras técnicas de medición óptica existentes

Estado de desarrollo de la tecnología

- ☐ Investigación básica
- ☐ Investigación aplicada
- ☐ Tecnología validada como prototipo
- ☒ **Tecnología comercializada**

Descripción detallada

Una de las técnicas empleadas en los sistemas de control de espesores en línea es la medición capacitativa, la cual asegura una alta resolución y precisión.

El sensor capacitivo opera mediante un campo eléctrico, conocido como campo de dispersión de un condensador. El paso de la película sobre este campo provoca variaciones en su intensidad dependiendo de su espesor. Estas variaciones son calculadas, evaluadas y se reflejan como grosor. Para poder realizar este tipo de medición es necesario mantener un colchón de aire entre el film y el sensor de medición para poder medir la presión dinámica. Normalmente, la medición de espesores en el film se realiza en la propia burbuja o globo mediante sistemas circulares giratorios.

La empresa Plast-Control (www.plastcontrol.de) tiene el sistema "C-Scan" que puede determinar el espesor de films con capas barrera, como por ejemplo aquellas de EVOH. Esto no se podía hacer hasta ahora mediante medición capacitativa, debido a que las propiedades capacitativas de los materiales barrera muestran una gran dependencia de la temperatura de forma no lineal. Para minimizar esta influencia, el sistema se instala en líneas de film soplado en la zona de recogida y bobinado, cuando el film se encuentra ya plegado en forma doble y en horizontal. El sistema posee dos unidades de medición opuestas a cada lado del film que se deslizan a lo ancho del film sin que se produzca contacto gracias a los cojines de aire creados. La resolución del sistema es de $0.1 \mu\text{m}$, y el área de medida puede extenderse desde $18 \mu\text{m}$ hasta $400 \mu\text{m}$.



Ilustración 22. Vista en funcionamiento del sistema de control de espesores capacitivo C-Scan.

Otra manera de medir espesores de films multicapas son los sistemas de medición ópticos. Estos sistemas permiten medir espesores de cada capa individual en sistemas multicapa. Estos procesos son interesantes en el caso de que se utilicen materiales barrera de alto coste, ya que se pueden ajustar mejor las tolerancias y reducir así costes de material.

La empresa Isis Sentronics (www.isis-sentronics.de) utiliza la tecnología SCI (Spectral Coherence Interferometric) para medir espesores de capa individual hasta $4 \mu\text{m}$. Una de las ventajas de esta técnica es su mayor capacidad de escaneo o rapidez en comparación con las otras técnicas de medición óptica existentes hasta el momento. El sistema puede adaptarse a líneas con una tirada de

hasta 1000 m/min. La desventaja de los sistemas ópticos es que sólo funcionan para materiales transparentes o translúcidos.

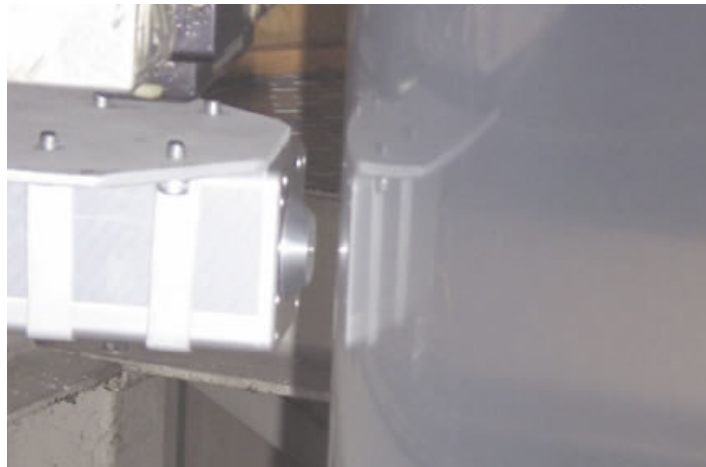


Ilustración 23. Imagen del sistema StraDex en funcionamiento en una línea de extrusión de film soplado.

Otra de las posibilidades para medición de espesores son aquellos métodos basados en espectrometría. La empresa Polytec (www.polytec.com) tiene el sistema "PSS" basado en espectrometría de infrarrojo cercano (NIR). El sistema se compone de un espectrómetro y un guía ondas óptico, que recorre el film como unidad de medición.

La tecnología NIR posee un amplio rango de aplicaciones y puede utilizarse, no sólo para la medición de espesores de capa individuales con gran precisión por debajo de $1\text{ }\mu\text{m}$, pero también para detectar diferentes tipos de plásticos.

Aplicaciones finales / mercados

Los sistemas de medición de espesores de gran precisión se utilizan sobretodo para aquellas aplicaciones en las que se utilicen una gran número de capas y, sobretodo, capas de materiales con un alto precio, y para grandes producciones. El ahorro económico derivado de la utilización de estos sistemas tiene que compensar la inversión del equipo.

El mercado potencial de este tipo de tecnologías es mundial, siempre teniendo como mercado más importante el del envase alimentario, donde es mayor la importancia del control de espesores.

1	Envase alimentario

Propiedad industrial (Patentes relacionadas)

	Número	Título	País	Fecha
1	US2002021134 (A1)	Method and apparatus for measuring film thicknesses	Estados Unidos	21/02/2002
2	CA2355459 (A1)	Sensor for the capacitive measurement of film with thicknesses	Canadá	24/02/2002
3	US2002057096 (A1)	Method for measuring the thickness of multi-layer films	Estados Unidos	16/05/2002
4	US2006152231 (A1)	Apparatus and method for capacitive measurement of materials	Estados Unidos	13/07/2006
5	WO2009027037 (A1)	Method for contactless capacitive thickness measurements	Mundial	30/08/2007
6	US2009299930 (A1)	Method of Measuring the Thickness Profile of a Film Tube	Estados Unidos	03/12/2009
7	WO2008098716 (A2)	Scanning sensor system for the non-contact optical scanning of object surfaces	Mundial	21/08/2008



ASOCIACION VALENCIANA DE EMPRESARIOS DE PLASTICOS

Informe realizado por:



Financia:



Una manera de hacer Europa