

# Sistemas de Filtración como Mezcladores Estáticos en el Procesamiento de los Fundidos de Plásticos

Tiempo de lectura: 24 min.

Dr.-Ing. Axel Hannemann  
Gneuß Kunststofftechnik GmbH

## 1. Función de los filtros en el procesamiento de plásticos

Los fundidos y soluciones de polímeros contienen partículas extrañas de diferentes tamaños y formas, producidas por rupturas catalíticas, contaminación, abrasión de piezas móviles, delaminación de depósitos quemados entre el tornillo y el cilindro de la extrusora, acción corrosiva, materiales reciclados contaminados, etc. [1,2] además de éstas, se pueden encontrar partículas sumamente grandes y aglomerados en aditivos y sustancias de refuerzo, pellets que no están completamente fundidos así como faltas de homogeneidad en el fundido bajo la forma de geles viscosos. Estas sustancias extrañas y problemáticas deberían filtrarse del polímero o ser desmenuzadas, dado que las mismas:

- reducen la estabilidad, no sólo de fibras y filmes, sino también de otras piezas moldeadas;
- tienen un impacto negativo sobre la densidad de los filmes;
- reducen la conductividad de piezas moldeadas eléctricamente aisladas;
- aumentan la rugosidad superficial de revestimientos y moldeados;
- pueden cambiar la impresión del color de moldeados;
- pueden acelerar el proceso de envejecimiento de una pieza moldeada en el caso de componentes reactivos;
- en general, tienen impacto sobre la calidad de un componente;
- pueden bloquear boquillas y potencialmente dañar las bombas de engranajes del fundido.

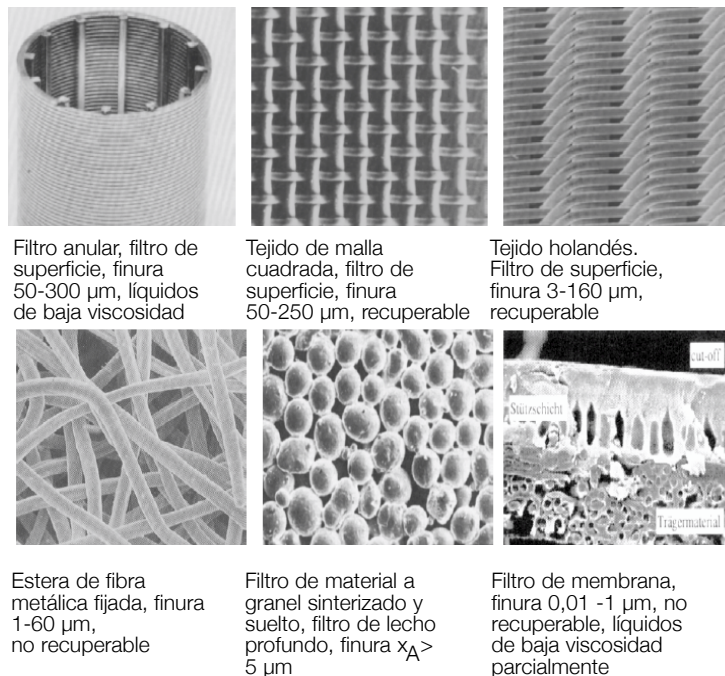
### Medios de filtración

En el campo de la ingeniería de proceso y procesamiento de plástico, la filtración se define como la remoción de partículas duras o líquidas de fluidos mediante el uso de medios de filtrado, estos medios son filtros con anillos espaciados, diferentes tipos de elementos de mallas de alambre tejido, fibras random, fibras de metal sinterizado, filtros de arena, filtros y membranas de grano (arena) sinterizado.

La Figura 1 muestra algunos ejemplos y áreas típicas de aplicación para la filtración de fundidos poliméricos. Debido a los requerimientos específicos respecto a la

temperatura, corrosión y resistencia, la mayoría de los elementos filtrantes están hechos en acero inoxidable.

En el caso de los filtros anulares (Fig. 1a) el filtrado generalmente fluye a través de un elemento filtrante anular desde el interior hacia afuera, mientras que las partículas se depositan sobre una pared interna suave y angosta. El canal se ensancha en la dirección de salida de la corriente, para evitar el empastamiento de las partículas. A medida que la contaminación crece, aumenta la presión. A una determinada presión diferencial ( $\Delta P$ ), puede iniciarse un proceso de retroceso desde el exterior al interior. Si varios elementos filtrantes anulares en forma de velas se agrupan en una carcasa, el flujo incluyendo descarga de suciedad puede desarrollarse secuencialmente a través de un tubo desplazable sin interrumpir la circulación del fundido. Sin embargo, en este caso similar al de todos los sistemas de cámara doble o de múltiples cámaras se encuentran variaciones de la presión diferencial entre los modos de trabajo de cambio y normal, ocasionando a menudo una interrupción en el proceso de manufactura o por lo menos pérdidas de calidad inaceptables.



Filtro anular, filtro de superficie, finura 50-300  $\mu\text{m}$ , líquidos de baja viscosidad

Tejido de malla cuadrada, filtro de superficie, finura 50-250  $\mu\text{m}$ , recuperable

Tejido holandés. Filtro de superficie, finura 3-160  $\mu\text{m}$ , recuperable

Estera de fibra metálica fijada, finura 1-60  $\mu\text{m}$ , no recuperable

Filtro de material a granel sinterizado y suelto, filtro de lecho profundo, finura  $x_A > 5 \mu\text{m}$

Filtro de membrana, finura 0,01 -1  $\mu\text{m}$ , no recuperable, líquidos de baja viscosidad parcialmente

Figura 1 - Ejemplos y áreas de aplicación de medios filtrantes

Hay diferentes métodos de tejido para la fabricación de elementos filtrantes en malla de alambre tejido.

La Fig 1b muestra un tejido cuadrado y la 1c un Tejido Holandés. Según el tipo de tejido, puede modificarse la resistencia y en alguna medida la capacidad de retener la suciedad. Para numerosas aplicaciones, es el medio filtrante de precio más económico y completamente adecuado. Pero en lo que concierne al elemento filtrante de tela metálica simple, las partículas largas y finas pueden atravesarlo, junto con los geles deformables.

La superficie libre efectiva de paso  $A_F$  es el resultado del diámetro de alambre  $d$  y del tamaño de malla  $w$ :

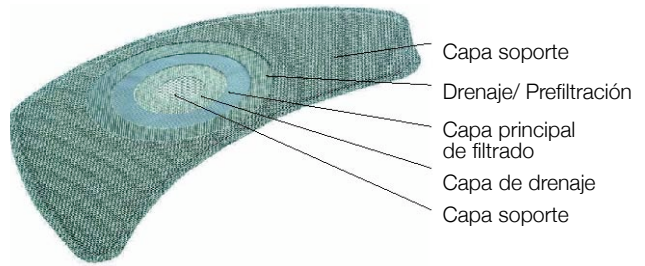
$$(w + d)^2 A_F = \frac{w^2}{\dots}$$

Dado que  $d$  está determinado por la resistencia requerida, la superficie libre  $A_F$  disminuye con la reducción de  $w$ . La pérdida de presión aumenta y la capacidad de retener suciedad disminuye. Esta es la razón por la cual las telas holandesas y telas especiales (malla ancha de tela holandesa cruzada o malla holandesa simple cruzada invertida) se usan si se precisan tamaños más finos y requisitos de más alta calidad. [3]

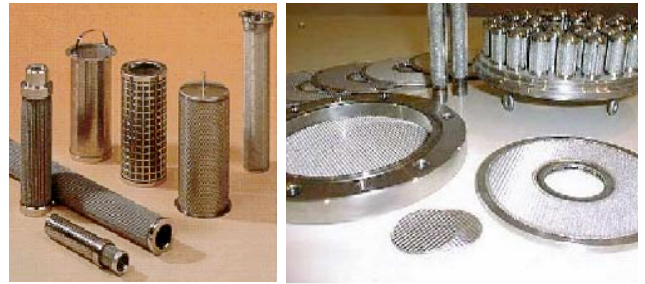
Los medios de filtro metálico sinterizado, como se muestra en la Fig. 1d se componen de una infinidad de fibras finas de acero inoxidable, las cuales para evitar desplazamiento y aumentar la estabilidad, están firmemente conectadas con los puntos de contacto mediante sinterizado. Un medio filtrante altamente poroso puede crearse, dando como resultado una alta capacidad para retener la contaminación. La mayoría de las partículas de contaminación no queda en la superficie sino en el área interior, por eso el proceso se denomina filtración profunda. Los vellones de metal sinterizado también pueden levemente ser plegados en la sección transversal de una estrella, así que en el caso de filtros vela, la superficie filtrante puede aumentarse. Sin embargo, el borde de plegado puede causar problemas, dado que con la tela de alambre, la finura del filtro en este punto no está asegurada y el borde puede hasta romperse o dañarse durante el plegado. Particularmente con respecto a las muy caras velas, las mismas a menudo se regeneran (limpieza térmica) para bajar costos, sin embargo, la resistencia mecánica de los elementos filtrantes se reduce por el proceso de calentamiento y el daño al tejido de alambre o filtro de fibra metálica sinterizada es frecuente.

Como para la filtración con tela de alambre y fieltro de metal sinterizado, se utiliza frecuentemente una estructura compuesta multicapa, que se muestra en la Figura 2. Estos sistemas están muy difundidos en los cambios de filtro utilizados corrientemente, en configuraciones especiales como en los filtros vela y disco según la figura 3. En lo que concierne a los denominados filtros hoja, de gran superficie, la velocidad de circulación del polímero es muy lenta y con presiones muy débiles, las partículas blandas, como por ejemplo los geles, pueden ser retenidas. Sin embargo, debido

al gran volumen del dispositivo de filtrado, el tiempo de residencia del polímero expuesto a la temperatura puede provocar un problema - ¡es una de las causas de formación de gel en primer lugar!



**Figura 2 - Ejemplo de paquete de tamiz con 5 capas**



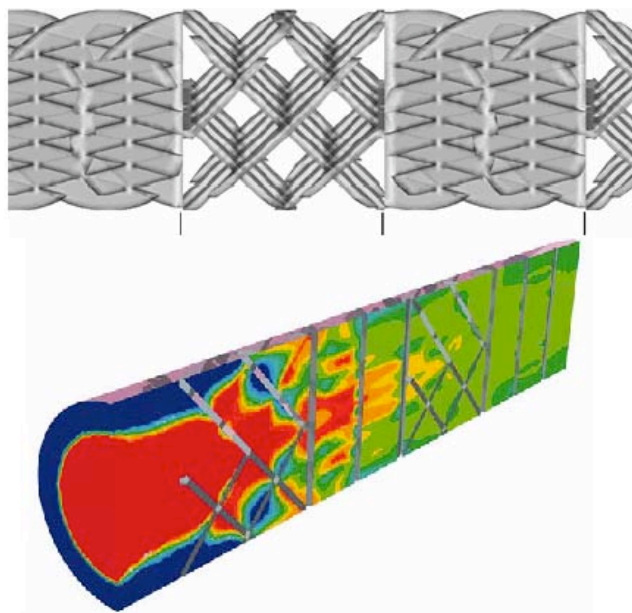
**Figura 3 - Filtros de gran superficie: filtros vela [4] y filtros disco de hoja [5] [6]**

Los filtros con material granular como se muestran en la Fig. 1e están formados por partículas esféricas y a veces tienen partículas más gruesas en la parte superior, y más finas en el fondo. El canal poroso se forma alrededor de los cuerpos sólidos, tiene diferentes espesores y un tamaño de aproximadamente  $d_p \approx 0,1$  x. Las partículas extrañas finas se depositan en la superficie interna, por lo cual este proceso se llama a menudo "filtración de lecho profundo". Las partículas de suciedad mayores quedan depositadas como torta en la superficie. La regeneración mediante limpieza térmica es posible solamente en una cierta extensión en el caso de tejido de fibra, la arena suelta cubre un rango de tamaño de partículas entre 50 y 700  $\mu\text{m}$ , según las especificaciones, se usan alturas de lecho  $L$  entre 10-30 mm y porosidades con  $\epsilon \approx 0,4$ . Para crear una mayor porosidad con  $\epsilon \approx 0,6-0,7$  se usan también partículas de metal a granel [7]. Sin embargo, dado que un cambio de filtro significa una importante pérdida de producción, en este campo de aplicación el material a granel o filtro de arena no sirve actualmente como filtro, pero se lo usa principalmente como homogeneizador y para la distribución de presión en el caso de un filtro central aguas arriba.

Las membranas según la Fig. 1f requieren medios de viscosidad levemente baja, de manera que la restricción de la circulación en los poros pequeños y capas delgadas de filtro no sea demasiado alta. Las membranas se componen de varias capas que soportan a la capa de filtración efectiva. [8]

## 2. Mezcladores estáticos en el procesamiento de plásticos

El mezclado se define como la dispersión de un componente en por lo menos otro, para lo cual se requieren cambios de ubicación. El mezclado estático significa homogeneizar sin piezas móviles. El mezclador por sí mismo crea el efecto de mezclado mediante la disociación repetida y continua, expansión y reordenamiento de los componentes como se muestra en la Figura 4. [9]



**Figura 4 - Mezclador estático, configuración y efecto sobre el fundido**

El mezclador tiene canales de flujo de intersección abiertos. El polímero es cortado continuamente en capas por barras que forman un ángulo con el eje del tubo y dirección de flujo y atraviesa todo el canal de flujo. Cuanto mayor sea la cantidad de elementos mezcladores (los cuales están colocados a 90° entre sí) más se incrementa el número de capas y se reduce el espesor.

Debido a este diseño, la pérdida de presión a través del mezclador puede mantenerse relativamente baja, esta es la razón por la cual también puede ser usada para polímeros sensibles al corte.

Variaciones en la concentración, temperatura y velocidad se compensan sobre la sección transversal del tubo.

Mediante el uso de mezcladores estáticos correctamente elegidos y dimensionados puede lograrse un flujo del material más homogéneo en el molde o matriz así como una tolerancia más estrecha de los extruidos. Esta homogeneización permite la estabilización del proceso y producción incrementada.

Entonces se crea un flujo consistente del polímero

que puede ser manejado más fácilmente y con mayor seguridad en un proceso subsiguiente, como la fabricación de film soplado, cast film, películas mono y biaxialmente orientadas, fibras y piezas moldeadas por inyección. Debido a esta igualización, los costos pueden reducirse a menudo mediante una mayor productividad y/o reducción del material desechado.

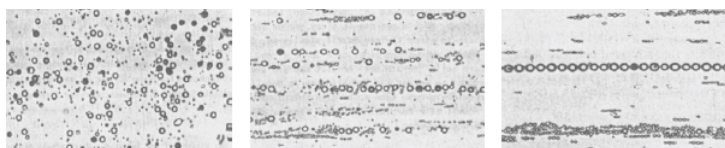
## 3. Homogeneización con elementos de malla

### a) Efecto de mezcla de los elementos de malla

En este contexto, la pregunta que se formula es si el medio filtrante puede ser útil por lo menos para mejorar la microdispersión.

Si un fluido circula a través de un canal de sección transversal constante, este es un flujo con cizallamiento. La ubicación del Filterpack es tal que el área superficial está cambiando constantemente. Esto significa que, además del flujo con corte, tiene lugar un flujo por estiramiento, el cual lleva a una orientación de las partículas. Si hay áreas donde se reduce el flujo, puede generarse un flujo no homogéneo.

Un efecto de segregación especial puede observarse en los fluidos viscoelásticos. Si uno de estos fluidos con partículas isométricas de diferentes tamaños regularmente distribuidas se vierte entre dos pistas microscópicas (Fig. 5) se generan cadenas características luego de una agitación repetida, donde las fracciones de partículas están casi completamente aisladas [10]. La conclusión básica para el procesamiento del polímero es por consiguiente que los sistemas bien mezclados pueden ser segregados en cambiadores de filtros reológicamente diseñados de manera deficiente o en matrices con zonas muertas o áreas de baja agitación.



**Figura 5 - Efectos sobre la estructura de un fluido viscoelástico con un cizallamiento periódico**

Para decidir cuándo en un paquete filtrante con partículas de, por ejemplo,  $\bar{X} = 240 \text{ mm}$  y una altura de  $L = 24 \text{ mm}$ , la condición de flujo es (a) o (b) según la Figura 6.

Se han hecho estudios en un paquete hilado. El fluido usado era resina epoxi transparente y coloreada con endurecedores. Después que el lecho filtrante fue

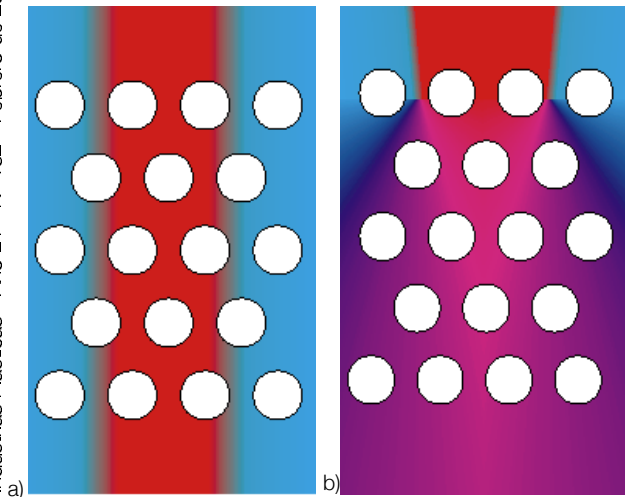


Figura 6 - Posibles condiciones de flujo en un paquete de partículas

abierto con sierra y la superficie pulida se volvió visible el comportamiento de los pigmentos.

La Figura 7 muestra los descubrimientos. No aparecen flujos cruzados, no hay divisiones y reordenamiento de flujos individuales y, por lo tanto, no se produce dispersión.

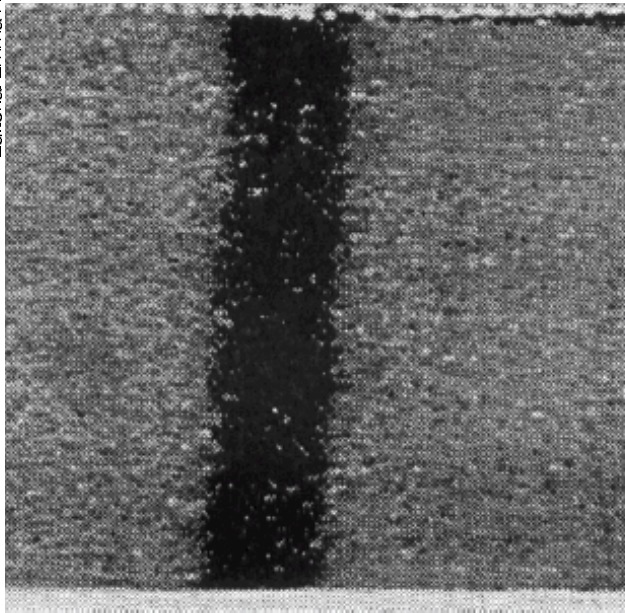


Figura 7 - Línea de flujo en un filtro de arena [7]

Ensayos en los cuales el flujo pasa a través de deflectores han mostrado que, con un flujo perpendicular, el ramal de flujo se cierra nuevamente luego de haber sorteado el obstáculo. (Figura 8). El ramal de flujo solamente se expande y se parte si se utiliza un deflector inclinado. Si estos descubrimientos se transfieren a los paquetes filtrantes, los filtros de tela deben tomar una mayor cantidad de espacio en la dirección del flujo.

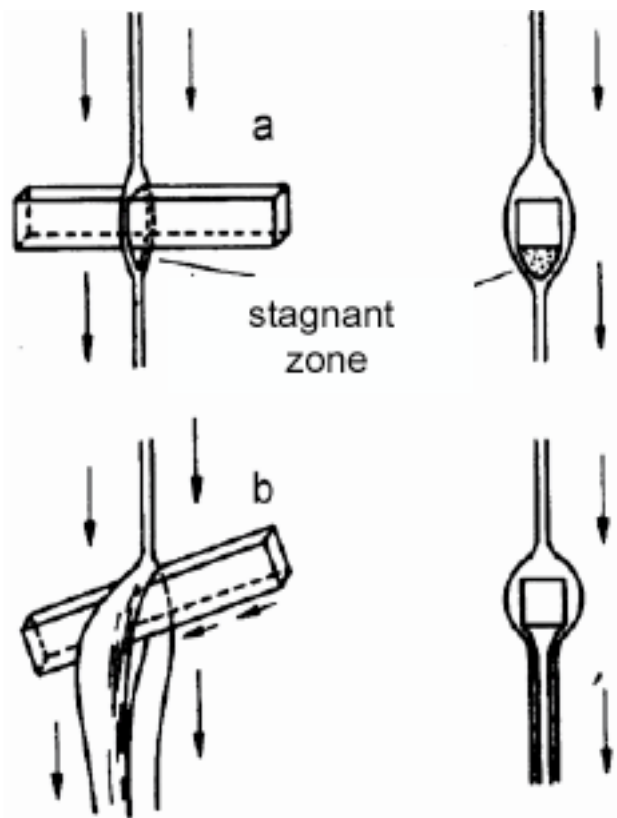


Figura 8 - Influencia de los deflectores sobre el flujo [11]

De estas consideraciones, podemos llegar a la conclusión de que la tela de alambre con mallas que están todas en ángulo recto al flujo del fundido, como se detalla en la Figura 9, pueden tener sólo un efecto de mezclado despreciable.

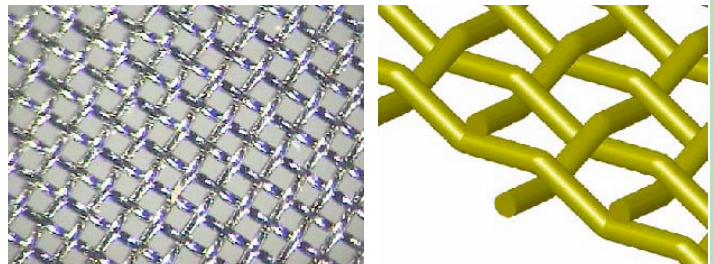
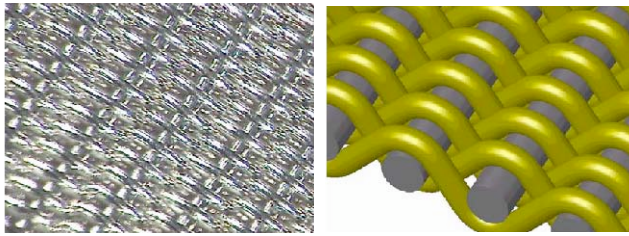


Figura 9 - Tela de alambre: "malla cuadrada"

Con este tipo de tela, el polímero fluye más o menos en ángulos rectos respecto a la urdimbre y los alambres de la trama dando como resultado la división y, aguas abajo, la reunificación de cada uno de los mismos ramales del flujo.

Sin embargo, con telas que tengan alambres de urdimbre (deflectores) orientados angularmente, como por ejemplo en el caso del Tejido Holandés Simple mostrado en la Figura 10, es sorprendente su similitud con un

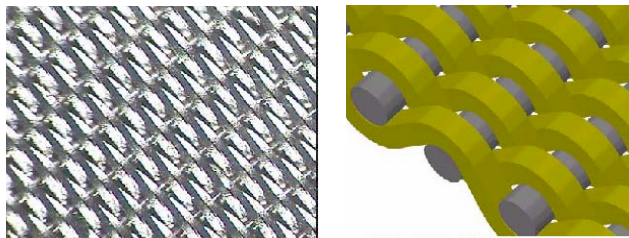
mezclador estático. En la parte ilustrada en gran escala y dibujo de CAD, esto queda bastante de manifiesto.



**Figura 10 - Tela de filtro en la versión “Tejido Holandés Simple”**

El polímero fundido circula a través del tejido y golpea contra los alambres de urdimbre según como los diámetros de alambre utilizados estén dispuestos en un cierto ángulo respecto a la dirección del flujo. Mientras fluye alrededor del alambre, el fundido tiene que reordenarse una vez más para pasar al alambre siguiente. Entonces, el flujo del fundido por lo menos se divide dos veces llevando luego a la consolidación de los diferentes ramales de flujo. Sin embargo, se observó que el efecto de mezclado de los alambres redondos simples no es muy eficiente.

Este efecto es mejorado si se usan alambres de urdimbre especiales. Para estos tejidos de alambre, se usan alambres de trama con sección transversal cuadrada. (Figura 11).



**Figura 11 - Tela de alambre patentada “Micromix” en versión de filtro “Tejido Holandés Simple”**

La sección transversal cuadrada mejora la división y subsiguiente fusión de los ramales del flujo. Por supuesto que el efecto mezclador de estas telas de alambre no puede compararse con el efecto de los mezcladores estáticos, dado que la longitud del flujo es mucho más corta. Entonces, solamente una o pocas instalaciones son usadas, en los mezcladores estáticos a menudo más de 5, las cuales además están escalonadas. También debe prestarse atención al hecho de que respecto a los mezcladores estáticos, la distancia entre los diferentes deflectores se mide en milímetros, con la finalidad de obtener un efecto de mezclado en el canal del fundido, el cual la mayoría de las veces tiene una dimensión mayor (centímetros). Sin embargo, como para los tejidos de alambre, la distancia entre los diferentes alambres de urdimbre, de unas

pocas décimas de milímetro, puede esperarse un efecto mezclador en un rango de escasos milímetros.

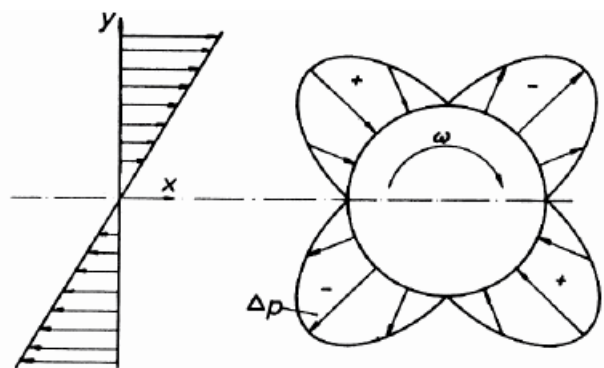
Una comparación entre las distintas clases de telas de alambre mediante el test arriba mencionado, usando endurecedor y resina epoxi parcialmente coloreada, no es aplicable dado que el rango en el cual puede esperarse el efecto mezclador es demasiado pequeño y se superponen demasiado pequeñas y potenciales dispersiones generadas por los procesos de difusión y gravitación durante el endurecimiento.

Sin embargo, básicamente puede suponerse que hay una dispersión de los diferentes flujos de material en el rango microscópico. Las variaciones de temperatura pueden homogeneizarse apenas las correctas condiciones periféricas se alcanzan. Esta evidencia fue proporcionada por Sebastian [7] en amplias series de ensayos.

**b) Efecto de dispersión en elementos filtrantes**

En los fundidos de plástico en los cuales se introducen aditivos, las partículas primarias frecuentemente se aglutinan formando aglomerados que son simples concentraciones de estas partículas. La dispersión se define como la parte del proceso en la cual los aglomerados se rompen en partículas primarias y se recubren completamente con el film polimérico.

El efecto de dispersión de filtros y otras insatallaciones depende de las tensiones a que están sometidas las diferentes partículas. Tensiones superficiales, esfuerzos de corte y rotaciones ejercen tensión sobre los aglomerados. Regiones de presión positiva y negativa se generan en la periferia de las partículas como se muestra en la Figura 12. El nivel de tensiones de corte normalmente no es suficiente para destruir las compactas partículas primarias, sin embargo, su efecto sobre los aglomerados es notable.

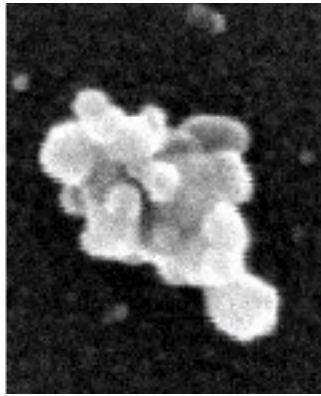


**Figura 12 - Distribución de la presión alrededor de una partícula expuesta a tensiones de corte [12]**

Para esto, se realizaron diferentes estudios con fundido de PET al cual se le agregaron partículas de TiO<sub>2</sub> en masterbatch [13]. Se escogió deliberadamen-

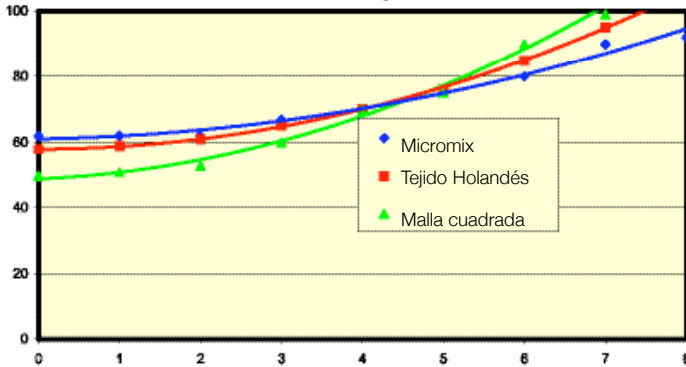
te un masterbatch de baja calidad a fin de que se pudieran encontrar muchos aglomerados en el polímero.

Una micrografía SEM del polímero con aglomerados de partículas de  $TiO_2$  se reproduce en la Figura 13.



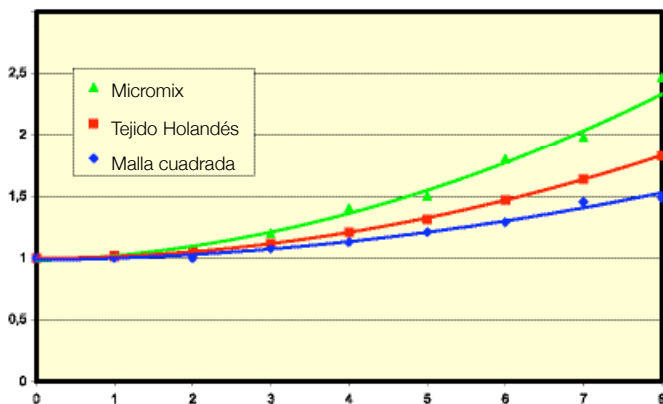
**Figura 13 - Micrografía SEM de un aglomerado de  $TiO_2$  en un fundido de PET**

Schröder [14] ha llevado a cabo series de ensayo bajo condiciones similares donde los filtros de tela de alambre arriba mostrados se usaron para el filtrado. Los mismos fueron construidos con packs filtrantes de 5 capas e insertados en el flujo del fundido. El resultado del ensayo aparece en la Figura 14.



**Figura 14 - Aumento del diferencial de presión en función del tiempo para diferentes telas de alambre**

En primer lugar es posible llegar a la conclusión que el diferencial de presión sin una torta de suciedad es más baja cuando se usa tela de malla cuadrada y mayor cuando se utiliza Micromix. Entre otras cosas, esto es debido al hecho de que la superficie para el pasaje libre



**Figura 15 - Aumento del diferencial de presión**

de la tela de malla cuadrada es mucho mayor que la superficie de un tejido con alambres de urdimbre redondos o cuadrados.

La Figura 15 muestra el mismo resultado de una forma diferente, aquí la presión relativa se indica en relación a la presión inicial en función del tiempo.

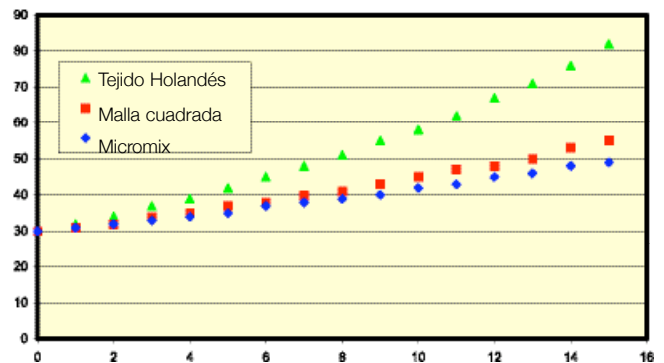
Resulta evidente que el aumento de presión es el menor para Micromix. Podrían existir dos razones para esto:

1. El tejido de alambre emite menos partículas, es decir que el tamaño de partícula marginal emitida es mayor pese a la misma finura del filtro que está siendo utilizado (finura de filtro absoluta).
2. Partículas y aglomerados están siendo destruidos o deformados en la tela del filtro y pueden pasar entonces a través de ésta sin atascarse.

Los Tejidos Holandeses Estándar con alambre de sección transversal cuadrada también muestran un leve aumento en la caída de presión.

Para verificar cuál de estas afirmaciones es la correcta, se realizaron posteriores ensayos de filtración con el material filtrado. En este caso, si el ensayo denominado filtro de presión en el cual el gradiente de la presión respecto al tiempo se registra para un filtro de ensayo definido.

El material ya prefiltrado que ha sido pelletizado previamente, fue replastificado y prensado a través del tejido de alambre para ensayo de filtro de presión. El resultado de esta serie de ensayos se muestra en la Figura 16.



**Figura 16 - Ensayo del filtro de presión, aumento del diferencial de presión en función del tiempo**

Este ensayo lleva a la conclusión de que la afirmación 2 es la correcta. Los aglomerados son cortados mediante el Tejido Holandés o el Micromix respectivamente y luego pasan a través del tejido de alambre del filtro de ensayo. Entonces, hay más partículas primarias que pueden pasar a través del filtro de ensayo fino. Como para el tejido de malla cuadrada solamente aglomerados de cierto tamaño son retenidos. Los aglomerados más pequeños continúan pasando a través y se acumulan durante el siguiente ensayo de filtro de presión; frente al filtro de ensayo generando de esta manera una mayor y/o más rápida elevación de la presión.

El efecto de dispersión es aún más alto, cuanto más delgada sea la torta de suciedad y podría observarse de una manera distinta cuando se usan las telas de alambre Micromix. Una razón para esto podría ser el momento de impacto. El "impacto" sobre el tejido de alambre es más intenso si la sección transversal de los alambres de urdimbre es cuadrada, si se lo compara con la sección redonda del Tejido Holandés normal. Si el tejido de alambre es más libre, el impacto es más intenso y lleva finalmente a la destrucción de los aglomerados.

Para asegurar esto, la superficie del filtro debe ser renovada constantemente dentro del flujo del fundido sin producir frecuentes perturbaciones en el proceso de manufactura para obtener alta eficiencia económica. Si el cambio de un elemento de filtro sólo puede efectuarse parando el equipo o solamente ser alcanzado con considerables fluctuaciones en el proceso, no se puede lograr producción económica.

#### 4. Dispositivo de filtración RSF para filtros de mezclador estático

El Sistema de Filtrado RSFgenius, totalmente automático de presión y proceso constantes, desarrollado por Gneuß Kunststofftechnik GmbH, ha demostrado su confiabilidad a través de los años.

El RSFgenius es una garantía para una consistentemente alta calidad de extrusión. [15]

Básicamente, el RSFgenius consta de tres partes: un bloque de entrada, otro de salida y un disco giratorio ubicado entre ambos bloques.

El sello entre el disco giratorio y los bloques tiene una separación sumamente delgada, siendo sus superficies muy duras y planas.

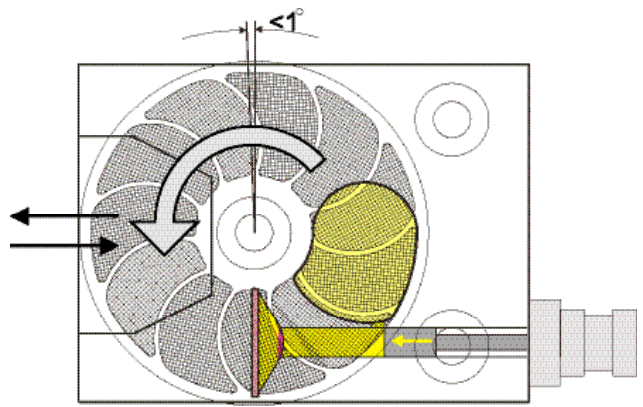


Figura 18 - Principio de funcionamiento del RSFgenius

Cuando el fundido polimérico fluye a través del medio filtrante, las partículas se acumulan sobre éste (torta de suciedad) provocando un leve aumento del diferencial de presión. El sistema de control responde a este aumento de presión e indexa al disco filtrante aproximadamente en 1°, como se ve en la Figura 18. Por lo tanto, el área de filtro contaminada se mueve continuamente fuera del canal del fundido y un área de filtro fresca y limpia se desplaza hacia el canal. Este sistema permite el trabajo del sistema de filtrado con un proceso y presión constantes. La máxima variación del diferencial de presión a través del filtro ( $\Delta p$ ) es de 2 bar.

El área de filtro contaminada se limpia automáticamente antes de volver a entrar en el canal del fundido. La torta sucia es retirada mediante un sistema segmentado a contracorriente de alta presión. Para esto, el fundido ya filtrado es retirado del lado de salida hacia una cámara a contracorriente accionada hidráulicamente y disparado a elevada presión (de 30 - 80 bar) a través del lado reverso de los elementos filtrantes. El material contaminado es descargado a continuación hacia el exterior. Esta presión de limpieza (que puede regularse de acuerdo a las exigencias del proceso) está controlada constantemente. Sólo un pequeño segmento (aprox. 1% de la cara del filtro) es limpiada cada vez, de manera que en cada limpieza hay un pulso altamente definido disponible. A través del control hidráulico, el recorrido del pistón de contracorriente (= cantidad de fundido a ser limpiada) así como la velocidad (= intensidad de la limpieza) se pueden ajustar libremente, así que para cada aplicación se usa para limpiar una pequeña cantidad óptima. Mediante este método operativo los filtros se limpian prácticamente en un 100% y según su finura de filtración pueden reusarse hasta 200 veces.

Debido a la presión constante, es posible asegurar un funcionamiento libre de fallas con 100% de disponibilidad del equipo.

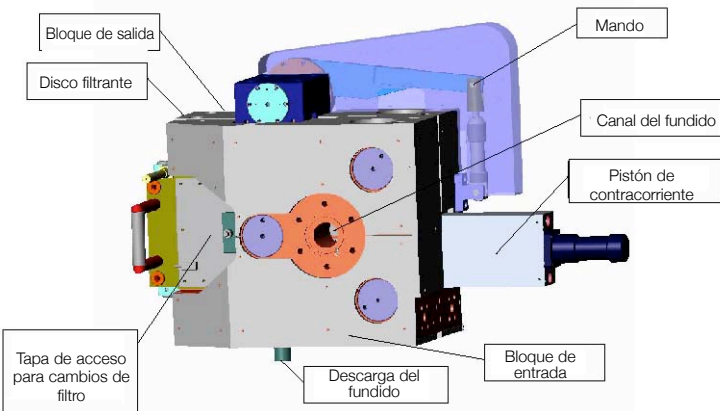


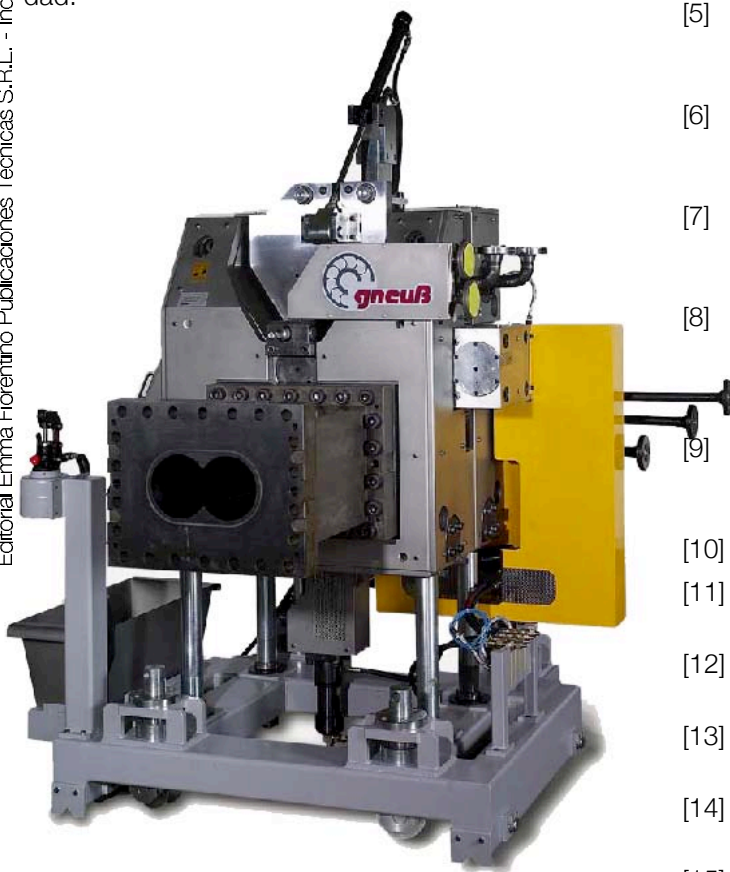
Figura 17 - Configuración del RSFgenius

Esta configuración asegura que todos los componentes estén completamente aislados de influencias ambientales, como por ejemplo oxígeno. En el disco hay varios elementos filtrantes dispuestos en forma de anillo, y los cuales se desplazan a través del canal del fundido

Por lo tanto, se garantiza una constante alta calidad del fundido en todo momento, más allá de que si el sistema de filtrado está en posición standby, si se cambian filtros, indexaciones, contracorrientes, el retorno de este sistema de filtración es menor a un año. [16]

## 5. Conclusión

Gracias al sistema totalmente automático de filtrado a presión constante RSFgenius, es posible por primera vez obtener una apreciable dispersión y efecto de homogeneización. Por lo cual este sistema es particularmente apropiado para fabricantes y procesadores de masterbatches y compounds de alta calidad.



**Figura 19 - Ejemplo de RSFgenius300L, diseñado especialmente para una extrusora de dos tornillos compoundadora**

## Referencias bibliográficas

- [1] Pahl, M.H., Auswirkungen der Feinfiltration auf die Homogenität von Polymerschmelzen sowie auf die Dispergierung von Zuschlagstoffen. F&S, Filtrieren und Separieren, volume 14 (2000) N° 6
- [2] Gneuß, D., Filtrieren von Kunststoffschmelzen, revista de la compañía Gneuß, 2a. edición 1998
- [3] Schönbauer, G. Wire mesh screens for filtering polymer melts, Filtration of Polymer melts, VDI Verlag, Düsseldorf, 1981
- [4] Sitio de la Web de South Screens & Filters, Sprimont, Bélgica (<http://www.swfilters.com/Pages/index.htm>)
- [5] Sitio de la Web de Roland Doering Industrieprodukte, 76646 Bruchsal (<http://www.doering-roland.de/filterbau.htm>)
- [6] Hannemann, A., Filtration bei der Herstellung von mono- und biaxialorientierten Folien, Gneuß Report N° 3, 2001
- [7] Sebastian, R., Analyse eines Spinnkopfes für das Schmelzspinnverfahren, GH University Paderborn, 1999
- [8] Oetjen, A., Trennverhalten der Querstrom Filtration bei Mehrkomponenten Dispersionen aus dem Offsetdruck, Conferencia en la GH University Paderborn, 1998
- [9] Schneider, G., Statische Mischer für homogene Schmelzen beim Extrudieren und Spritzgießen, Austrian Plastics Magazine 16 (1985) 5/6
- [10] Giesekus, H., ZAMM 58 (1978)
- [11] Pahl, H. M., Einsatz und Auslegung statischer Mischer, Chem.-Ing.-Tech 51 (1979) 5
- [12] Raasch, J., Disertación en Universidad de Karlsruhe, 1961
- [13] Krekel, J., Conferencia en la Universidad de Karlsruhe, 1964
- [14] Schröder, E., Filtrieren von Kunststoffschmelzen, Tesis GH University Paderborn, 1990
- [15] Hannemann, A., Qualität Konstanz von Folien und Bändchen durch vollautomatische Filtration, Gneuß Report N° 18, 2002
- [16] Schmidt, O., Spinnvlies - Herstellung. Gneuß Report N° 5, 2001

**MAYOR INFORMACION:** Gneuß Kunststofftechnik GMBH - Mönichhusen 42 - D-32549 Bad Oeynhaus, Alemania - Tel.: 05731 5307 0 - Fax: 05731 5307 77

Email: [gneuss@gneuss.com](mailto:gneuss@gneuss.com) - Web: [www.gneuss.com](http://www.gneuss.com)

Nueva subsidiaria de Gneuss en América del Sur:

Gneuss Rep. Coml. Ltda. - Al. Río Negro, 1084 cj 114 - 06454 000 Alphaville, Barueri, San Pablo, Brasil - Tel.: +55-11 41 91 14 49 - Fax: +55-11 41 91 14 49

E-mail: [gneuss@uol.com.br](mailto:gneuss@uol.com.br) - Web: [www.gneuss.com](http://www.gneuss.com)

