



NUEVOS MATERIALES DE POLIETILENO DAN ESTANDARES DE DESEMPEÑO MAS ALTOS

David Walton PhD. ,
Market Development Manager -
Gas & Water Systems
Borealis AB
SE-444 86 Stenungsund, Sweden
david.walton@borealisgroup.com

Christer Lind
Product Development Manager
Borealis AB
SE-444 86 Stenungsund, Sweden
Tel: +46 (303) 860 00
christer.lind@borealisgroup.com

Mats Bäckman
Product Development Engineer
Borealis AB
SE-444 86 Stenungsund, Sweden
Tel: +46 (303) 860 00
mats.backman@borealisgroup.com

Tomado de: 17 Simposio Internacional de Tubería Plástica para gas y combustibles celebrado en San Francisco – USA, Octubre 20-23 de 2002.

Traducido por: Ing. Javier Fernando Rojas – UIS
Revisado por: Ing. Jorge Castellanos – Extrucol S.A.

RESUMEN

Durante los pasados 30 años a través del mundo el polietileno (PE) se ha convertido en el material preferido de las tuberías para la distribución de gas, a bajas presiones de operación. Esto se ha debido a los beneficios significativos ofrecidos por las tuberías debido a su flexibilidad y dureza combinada con el impresionante récord de seguridad que ha construido durante este periodo.

Además el uso de las tuberías de polietileno ha permitido nuevas técnicas de instalación, las cuales han reducido significativamente el costo de la instalación de tuberías nuevas o el reemplazo de las viejas, tales como el zanjado, la perforación direccional e inserción de tubería.

Ahora las tecnologías bimodales permiten que el polietileno sea "dirigido" durante la producción y algunas propiedades específicas sean reforzadas en el material que pueden adicionalmente incrementar la seguridad y al mismo tiempo proveer un desempeño mejorado en la extrusión.

Este documento da ejemplos del desempeño mejorado de extrusión y las propiedades mecánicas reforzadas de los materiales bimodales que a su turno proveen beneficios específicos a la industria del gas.

INTRODUCCION

Históricamente las tuberías metálicas fueron usadas para la distribución de gas pero el reemplazo del gas manufacturado por gas natural y la preocupación por los escapes en las uniones y las fracturas de la tubería condujeron a la industria del gas a experimentar con plásticos en los años 60.



De los materiales ensayados, la mayoría de las compañías de gas seleccionaron el polietileno (PE) debido a su flexibilidad, dureza y capacidad de unión por fusión. Por su flexibilidad y dureza las tuberías podían ser enrolladas para su fácil transporte y almacenamiento y resistieron los rigores de la instalación sin fracturas. La unión por fusión reduce la posibilidad de fugas en la unión y esto significa que ellas pueden resistir cargas axiales. Este último punto también significa que el polietileno es apropiado para regiones donde son frecuentes grandes movimientos de tierra o es probable que ocurran terremotos. (1)

El buen récord de seguridad de los sistemas de distribución de gas en polietileno alrededor del mundo en los pasados treinta años ha justificado la selección original del polietileno y ha llevado a su conversión en el material preferido para tuberías para la distribución de gas, a bajas presiones de operación.

Recientemente nuevos materiales de polietileno han sido desarrollados para producir tuberías para distribución de gas a alta presión de 7 a 10 bar. Estos materiales combinan una mayor resistencia a largo plazo, con una gran resistencia a la propagación rápida de grietas, esencial para la operación a altas presiones.

Además la búsqueda continua de costos de instalación más efectivos ha llevado a mayores demandas en el desempeño de los materiales de polietileno. Este reto ha sido respondido por los crecientes estándares dentro de la industria de tuberías de polietileno y en particular por mayores avances en la producción de materiales.

DEFINIENDO EL RETO

Dentro de Europa muchas de las redes de gas dentro de las principales ciudades son viejas y necesitan de reemplazo o rehabilitación. Reemplazar estos sistemas en el modo tradicional con apertura de zanjas sería muy costoso y por esto se

incrementaron los recubrimientos de tubería o las llamadas soluciones sin zanja.



Figura 1 “Swagelining” de tubería para reemplazo

Un ejemplo es el sistema de gas del Reino Unido donde un número de recientes explosiones de tuberías de hierro fracturadas han llevado al Director de Salud y seguridad del Reino Unido a solicitar el reemplazo de todas las tuberías de hierro restantes en el sistema. Esto resultará en el reemplazo o recubrimiento de más de 120.000 km de tuberías en los próximos 30 años, muchos de los cuales serán realizados usando técnicas de reemplazo.

La mayor parte de este trabajo será realizado usando tuberías de PE 80 MDPE, el cual es preferido sobre el polietileno de alta densidad por su mayor flexibilidad y facilidad de unión.

En el pasado, el talón de Aquiles de los materiales de polietileno de media densidad ha sido su relativamente pobre resistencia a la propagación rápida de grietas (RCP), la cual ha limitado la presión máxima de operación de tuberías de grandes diámetros. Además mucha de esta tubería será instalada usando "recubrimientos" u otro método sin zanja, los cuales pueden crear defectos y rallas en la pared de la tubería, por lo tanto la resistencia al crecimiento lento de grietas será muy importante.

DIRIGIENDO LA SOLUCION

En el proceso bimodal el polímero es desarrollado en dos reactores operando en serie en la misma base catalítica (figura 2). En el primer reactor se desarrolla el material de mas bajo peso molecular, esencial para las buenas propiedades de procesamiento. En el segundo reactor los materiales de mas alto peso molecular son formados los cuales proveen las propiedades mecánicas al producto final.

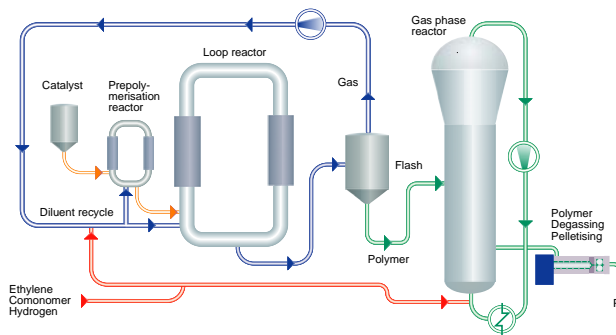


Figura 2 Proceso bimodal Borstar

De este modo se puede producir un material de peso molecular más ancho el cual combina desempeño mecánico mejorado con procesamiento mejorado.

Esta tecnología ha sido aplicada a un rango de materiales de polietileno de media densidad y polietileno de alta densidad para la fabricación de tuberías de gas y agua, permitiendo por lo tanto el alcance de mayores estándares de desempeño más alto, que lo previamente pensado. En relación con el sistema de distribución de gas en el Reino Unido los resultados en Polietileno de media densidad PE 80 son más relevantes.

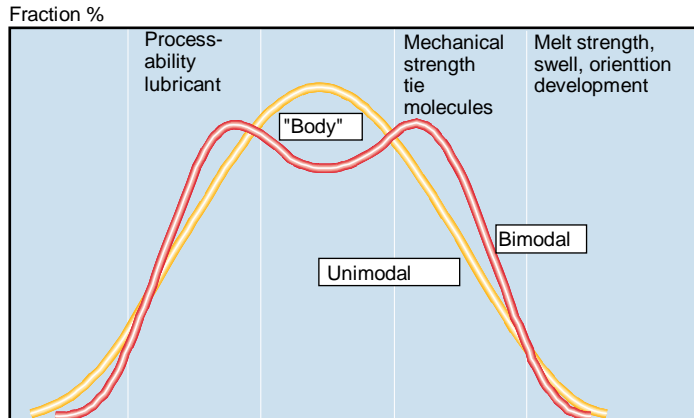


Figura 3 Distribución del peso molecular bimodal.

Peso Molecular = Longitud de la cadena del polímero

MEJORAS DE PROCESAMIENTO

Mientras las propiedades físicas características de los polietilenos de media densidad bimodales son similares a la de los materiales convencionales, la procesabilidad de los materiales ha mejorado mucho. En este ejercicio tuberías de 250 mm RDE 11 fueron extruidas al máximo de rpm en una extrusora Battenfel 90 mm 30 L/D con tornillo de barrera y una Krauss-Maffei 75 mm 30 L/D. El incremento de la velocidad de salida fue de aproximadamente 10% y coincide bien con la experiencia a partir de producción de tubería comercial.

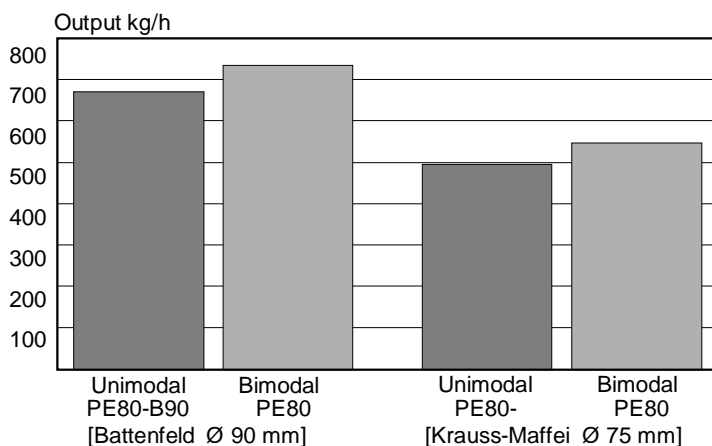


Figura 4 Extrusión de tubos de MDPE bimodal

También han sido demostradas las propiedades de flujo mejoradas a altas condiciones de cizalla en el proceso de moldeo por

inyección. En ensayos de flujo en espiral a dos presiones diferentes de inyección, 1000 bar y 1500 bar, el polietileno de media densidad bimodal mostró un incremento de la capacidad de flujo por moldeado de cerca del 10% comparado con los materiales unimodales estándar.

MEJORAS DE DESEMPEÑO

La gran predisposición de materiales de más alto peso molecular en el polietileno de media densidad creado por la tecnología bimodal produce un importante paso adelante en la resistencia al crecimiento lento de grietas.

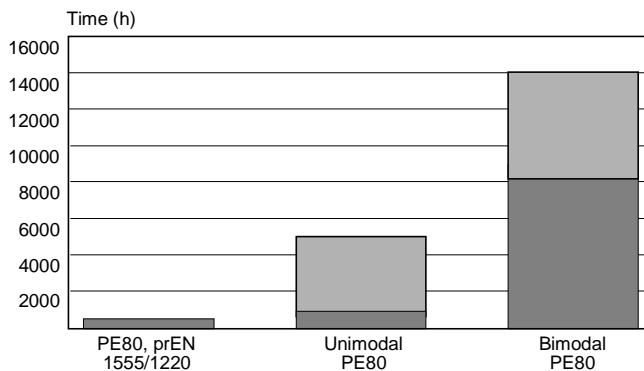


Figura 5 Ensayo de tubo muescado de MDPE bimodal

En ensayos de tubos muescados (NPT) los tiempos de falla se han incrementado de 3 a 5 veces comparados con los resultados obtenidos de tuberías hechas con materiales unimodales. Como se muestra en la figura 5 comparando los actuales estándares CEN e ISO la vida útil es de al menos 50 veces el mínimo requerido.

El desempeño ante la propagación rápida de grietas también es incrementado drásticamente comparado con los materiales de polietileno de media densidad unimodales. Un ensayo de escala total de Crecimiento rápido de grietas, en tubos de 500 mm RDE 11 ha demostrado que la presión crítica es superior a 10 bar. Esto significa que aun los tubos de gran diámetro pueden ser operados a la máxima presión permisible sin temer fallas por crecimiento rápido de grietas.

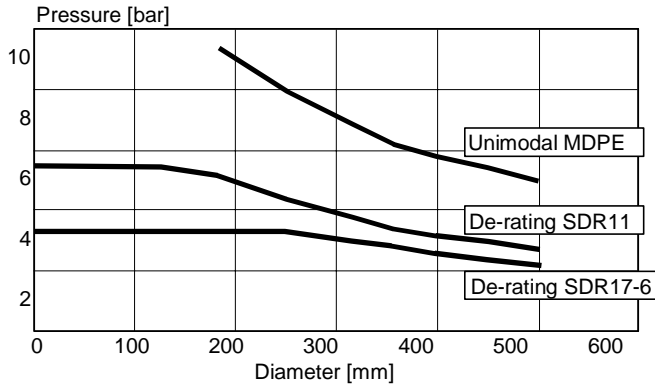


Figura 6 Clasificación de tubos de MDPE de diámetros grandes

Una manera alternativa de comparar el desempeño del crecimiento rápido de grietas de diferentes materiales es medir la temperatura crítica en el ensayo de laboratorio S4. Para materiales de polietileno de media densidad bimodales, la temperatura crítica está siempre por debajo de cero, comparada con el +10°C de materiales unimodales. Esto indica que las fallas por crecimiento rápido de grietas son mucho menos probables que ocurran a temperaturas normales de operación.

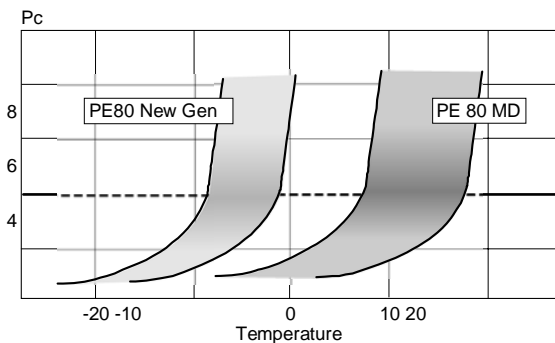


Figura 7 medida de las temperaturas críticas

BENEFICIOS PARA LA REHABILITACION DE SISTEMAS PARA GAS

La aplicación de tecnología bimodal para los “muy amados” materiales de polietileno de media densidad PE 80 y el resultante paso en el mejoramiento de las propiedades mecánicas ofrece ventajas reales en la rehabilitación de redes de distribución de gas.

El gran incremento en la resistencia al crecimiento lento de grietas es particularmente valioso donde sea realizada una cantidad significativa de reemplazo de tubería. Esto significa que aún si la tubería es rayada o dañada severamente durante la

instalación el defecto no parece desarrollarse en una grieta ni su crecimiento a través de la pared de la tubería hasta la falla.

La más alta resistencia al crecimiento rápido de grietas abre el cubrimiento de operación de tuberías de polietileno de media densidad PE 80 de grandes diámetros. Esto significa que están disponibles más opciones para el ingeniero de gas para reemplazar algunas de las tuberías de hierro de grandes diámetros en algunos de los centros de las principales ciudades en el mundo.

OTROS BENEFICIOS POTENCIALES DE LA TECNOLOGIA BIMODAL.

Como se dijo anteriormente los procesos bimodales se han aplicado a un rango de materiales de polietileno de media densidad y polietileno de alta densidad, con el propósito de solucionar problemas específicos para el productor de tuberías o el usuario final.

En la producción de tuberías de grandes diámetros de pared gruesa, una barrera ha sido la llamada depresión del material a la salida del equipo de extrusión. Esta depresión es el flujo del material aun fundido que bajo la acción de la gravedad forma una sección de pared más gruesa en la parte baja de la tubería. Esto puede algunas veces, pero no siempre, evitarse por el realce de la cabeza del dado pero esto siempre lleva a tiempos mayores de preparación, desperdicio extra y más altos costos de producción.



Figura 8 Producción de tuberías de PE100 de grandes diámetros



El problema con la depresión del material puede evitarse usando la flexibilidad del proceso bimodal. Esto se logra por el incremento de la viscosidad del material a bajas tasas de corte, mientras se mantienen las características reológicas a las altas tasas de corte asociadas con el procesamiento. De este modo es posible inhibir significativamente el flujo gravitacional del material hacia el fondo de la tubería inmediatamente después de la extrusión.

Estos llamados materiales de "depresión baja" permiten que las tuberías de grandes diámetros de pared gruesa sean producidas económicamente - por ejemplo la figura 8 muestra una tubería de 1600 x 100 mm producida con un material de PE 100 bimodal. Partiendo que las características reológicas son modificadas solo a bajas tasas de corte el mismo material puede ser usado para hacer tuberías de todos los tamaños.

OBSERVACIONES DE CONCLUSION

Claramente los materiales para tuberías de polietileno de media densidad bimodales proveen beneficios adicionales para el productor de tuberías, instaladores y operadores del sistema. En particular ellos pueden ofrecer gran seguridad y una operación mejorada, la cual es deseable en la rehabilitación de las redes de distribución de gas bajo grandes ciudades alrededor del mundo.

Usando el mismo proceso bimodal las barreras para la producción de tuberías de grandes diámetros de pared gruesa puede ser salvada, lo cual es particularmente importante en muchos esquemas de agua y alcantarillado.

La investigación actual y el desarrollo traerán mas beneficios a la industria del gas y como consecuencia reducirán los costos de instalación y además extenderán la vida útil y el cubrimiento operativo de las tuberías de polietileno.



REFERENCIAS

H. Ni shi mura, H. Maeba, T. Ishi kawa, H. Ueda. Plastic Deformation behavior of polyethylene pipes under displacement. Plastics Pipes X, Göteborg, 1998.

Bäckman, M & Lind, C. New generation bimodal PE80 and PE100 polymer design benefits pipe manufacture and end use. Plastics Pipes XI, Munich, 2001