

POLIURETANO RIGIDO: EL MEJOR SISTEMA DE ACONDICIONAR, REFRIGERAR Y CONGELAR ECONOMICAMENTE LOS ALIMENTOS

Rodrigo Calderón V.*

INTRODUCCION

El año 1987 se cumplieron 50 años del descubrimiento del poliuretano: en 1937 un grupo de investigadores dirigidos por el profesor Dr. Otto Bayer, después de arduas investigaciones, descubrió el tipo de reacción entre dos componentes básicos: *Poliol e Isocianato*, dando lugar a que a partir de esa fecha se abriera el mundo tan grande de posibilidades técnicas en el campo del poliuretano, *PU*.

Esta breve exposición tiene por objeto proporcionar una visión general sobre los *PU* y sus aplicaciones.

El *PU* juega una parte importante en nuestra vida diaria y se encuentra siempre alrededor de nosotros, desde los zapatos que usamos, las sillas y muebles donde nos sentamos, los automóviles que manejamos y hasta las casas donde vivimos.

Sus aplicaciones son varias: espumas flexibles para muebles, espumas rígidas para la construcción, y aislamiento térmico y elastómeros para la industria automotriz, entre algunos de sus usos.

* Asesor de Bayer AG, (RFA), de Industria Química W.A.M. (Argentina), y de E.R.S.A. (Ecuador).

La producción de los *PU* a escala industrial comienza en 1952, pues desafortunadamente la Segunda Guerra Mundial interrumpió el desarrollo de estos materiales tan prometedores.

Aproximadamente 100 toneladas de *PU* salieron de las fábricas de Alemania durante ese año. Actualmente son consumidas en todo el mundo cerca de 4 millones de toneladas de *PU*.

Para la fabricación de espumas de poliuretano se mezcla las materias primas (Componente A: *Poliol*, y Componente B: *Isocianato*) generalmente líquidas, formando la mezcla de reacción, en la que tiene lugar una serie de reacciones químicas; mientras que las moléculas se vuelven cada vez mayores por poliadición, trimerización o policondensación, la temperatura de la mezcla reactiva aumenta debido al calor que se produce durante las reacciones. La mezcla reactiva, se expande a causa de la formación o de la adición de agentes hinchantes.

La viscosidad de la mezcla reactiva aumenta cada vez más debido al incremento del tamaño molecular y a la reticulación, hasta que finalmente se forma una estructura celular resistente.

APLICACIONES

Si bien los *PU* tienen múltiples aplicaciones, las 3/4 partes del consumo mundial corresponden a 4 sectores:

- Industria del Frío,
- Industria de Muebles y Colchones,
- Industria Automotriz,
- Industria de la Construcción.

Con un 35%, la industria de muebles y colchones posee la cuota más alta. La industria automotriz es el segundo sector con 18%; la industria de la construcción es el tercer consumidor con el 13%.

Hablaremos brevemente acerca de estas aplicaciones:

La mayor parte de la espuma flexible del *PU* producida en todo el mundo se utiliza para la fabricación de colchones y muebles tapizados (asientos y cojines).

La industria automotriz es la que más está sacando provecho del *PU*.

La crisis del petróleo motivó a los ingenieros el deseo de ahorrar energía, pues si consideramos que para mover una masa de 100 kg. a una distancia de 100 km., se necesita un litro de combustible, para ahorrar peso se necesita buscar materiales ligeros y seguros, esto explica por qué, en los últimos 20 años, aumentó el consumo de plásticos en el auto de 20 hasta más de 70 kg. Se proyecta que para el año 2000, en este sector se utilice hasta un 50% del peso del automóvil en materiales plásticos.

Casi 1/3 de ellos son *PU*; tenemos así los asientos, el tablero, el timón, los apoya-cabezas, los parachoques, los apoya-brazos, etc. Inclusive, desde fines de 1983 circula en los Estados Unidos el "Pontiac Fiero" (la General Motor fabrica 110 mil coches al año); este coche tiene sólo un esqueleto de acero, al cual van entornilladas las piezas exteriores, las que están hechas de un *PU* especial reforzado con fibra de vidrio, de la firma BAYER U.S.A.

La industria de la construcción, que es la tercera consumidora de *PU*, también utiliza la espuma para ahorrar energía; el coeficiente de conductividad térmica del *PU* es 1000 veces más bajo que el de la piedra, por esto se ahorra gastos de calefacción del orden de 30 a 40%.

Otra aplicación muy importante es la que se llama "Cadena de Refrigeración". Esta empezó hace apenas 20 años gracias al invento del *PU* rígido; consideremos un ejemplo práctico de lo que se llama cadena de refrigeración. En el mar, los pescadores a bordo de los barcos pesqueros, sacan la red repleta de peces, éstos caen a las bodegas donde después de 2 horas, el pescado es cortado en filetes y congelado a -30°C . Semanas más tarde, estos mismos filetes llegan al puerto donde son almacenados en edificios frigoríficos a temperaturas de -42°C . Luego, son transportados en un camión frigorífico hacia su destino, a la temperatura constante de -22°C , en el congelador del supermercado siguen aún a la misma temperatura, y luego el ama de casa lleva el pescado a su casa donde lo mantiene a -15°C ó -20°C . Todo esto es posible debido a la capacidad de aislamiento térmico del *PU* rígido. Asimismo, con un reducido espesor de *PU* rígido se puede mantener el refrigerador doméstico a temperaturas de 4 a 7°C , y así poder conservar los alimentos.

POLIURETANO EN AISLAMIENTO TERMICO

Hace aproximadamente 2 decenios que se emplea el *PU* rígido como material aislante. La sencilla tecnología de producción, el constante desarrollo de muchas materias primas y fórmulas, han hecho que, en la actualidad, el aislamiento térmico se realice en el mundo casi exclusivamente a base de esta espuma rígida de *PU*.

Las ventajas frente a los aislantes tradicionales pueden verse en la Tabla 1:

TABLA 1. Conductividad térmica de materiales utilizados como aislantes

<i>Material</i>	<i>Densidad Kg/m³</i>	<i>°C</i>	<i>Factor K'</i>
Asbesto	469	0	1.08
Aluminio en lámina	3	38	0.30
Corcho	160	33	0.30
Fibra de Vidrio	8	24	0.29
Poliestireno EXP.	28	4	0.25
PU Inicial	33	24	0.11
PU Final	33	24	0.16
Lana de Vidrio	150	33	0.27
Lana Animal	110	33	0.25

Principio Técnico de la Baja Temperatura

La técnica del frío significa sustraer sistemáticamente calor. La evaporación de líquidos de bajo punto de ebullición reviste particular importancia para toda la técnica de refrigeración. El principio técnico es sencillo.

Un líquido sometido a alta presión es conducido a un lugar de baja presión, donde se evapora. Ahora bien, este proceso de evaporación necesita calor, que es sustraído por el grupo frigorífico del ambiente, es decir, del lugar de refrigeración. Seguidamente, el vapor es densificado, licuado, y después vuelve a tener lugar la evaporación; con ello se cierra el circuito. Este ciclo se repite hasta que se alcance la temperatura deseada.

Este sistema generador de frío es el que más frecuentemente se aplica en cámaras y edificios frigoríficos, pero también en las refrigeradoras. Las temperaturas necesarias oscilan, según el producto, entre +12° y -35°C.

Estas temperaturas deben mantenerse por largos períodos de tiempo para impedir que se echen a perder los alimentos almacenados y garantizar la

* $\text{Factor K} = \text{BTU/h} \times \text{ft}^2 \text{ (}^\circ\text{F/in)}$

rentabilidad de las instalaciones frigoríficas, es decir, las cámaras frigoríficas tienen que ser aisladas contra la temperatura del ambiente externo. Con ello se impone, pues, altas exigencias del aislamiento térmico. Por consiguiente, la selección acertada del material aislante apropiado reviste una importancia especial. Este debe “conservar” muy bien el frío y ha de poder aplicarse con ahorro de espacio. El *PU* rígido satisface estas exigencias gracias a su muy baja conductividad térmica ($A=0,019\text{W/m.K}$); un material, pues que permite espesores mínimos de aislamiento a la vez que garantiza un óptimo efecto.

LA CADENA DE REFRIGERACION

Por *cadena de refrigeración* entendemos el transporte de productos fácilmente corruptibles desde el productor hasta el consumidor. La oferta abarca actualmente comestibles que se ofrecen atemperados, refrigerados o congelados, lo mismo que comidas completas también congeladas, o mariscos y pescado en general que son preparados y congelados muy frescos en los barcos pequeños de alta mar.

Los “eslabones” de la cadena de refrigeración

Cada producto impone exigencias muy específicas respecto a la calidad del almacén o del lugar de transporte. Así de variados son también los eslabones que fueron creados para poder satisfacer todas las exigencias de la cadena de refrigeración: contenedores para barcos, vehículos, vagones y camiones, cámaras frigoríficas, mostradores de venta y hasta la nevera en la vivienda.

Maduración, refrigeración y congelación

Las instalaciones técnicas de la cadena frigorífica —según la tarea impuesta— están en condiciones de atemperar, refrigerar o congelar el material deseado.

Atemperado

El templado entra en consideración principalmente para productos con estructura celular viva, o sea, alimentos vegetales. Dentro del margen de la cadena de refrigeración, nos referimos aquí, sobre todo, a la exigencia de inactivar o retardar el proceso de maduración.

Refrigeración y congelación

Los productos alimenticios refrigerados y congelados se diferencian muy fundamentalmente entre sí. Mientras que durante la refrigeración se retardan los procesos bioquímicos, éstos son bloqueados durante la congelación. Los alimentos se conservan durante meses enteros y su calidad corresponde a la de los productos recién cosechados, pescados o procedentes del matadero. La rapidez de afluencia del frío es de importancia decisiva para la conservación óptima de la calidad. Los cambios lentos de temperatura hacen que el agua del producto a congelar tenga tiempo suficiente para formar cristales de cantos vivos, que destruyen las membranas celulares, de forma que los productos se relajan y envejecen. A este respecto, la llamada “congelación de choque” (repentina) ha ampliado en forma impresionante las posibilidades técnicas.

La tarea del aislamiento dentro de la cadena de refrigeración

La moderna técnica de refrigeración y congelación garantiza temperaturas constantes a grandes distancias y por largos períodos de tiempo. Estas temperaturas constantes impiden que se echen a perder los alimentos sensibles, volviéndose inservibles. Aparte de la generación del frío, la constitución o calidad del material aislante es de importancia decisiva, pues, cuanto mejor estén aisladas las paredes de una cámara frigorífica, tanto “menos frío” deberá producirse. Así, pues, el material aislante representa un factor decisivo dentro de la cadena de refrigeración.

- La temperatura de refrigeración en los barcos frigoríficos es muy diferente, según el producto cargado, pudiendo variar entre -20°C en la carne congelada y $+12^{\circ}\text{C}$ en los plátanos. Los modernos pesqueros de caballas congelan aprox. a -35°C .
- El camión o vagón frigorífico es uno de los eslabones principales de la cadena de refrigeración, en lo que concierne al transporte de grandes unidades de carga por vía terrestre. Los productos transportados, tales como carne fresca, verduras y frutas, requieren diferentes temperaturas, que deben mantenerse independientemente de la temperatura exterior.
- Los camiones frigoríficos se utilizan como medio de distribución entre el comercio al por mayor y al por menor. Interesa construir vehículos que posean una gran capacidad de carga, pero que, al mismo tiempo, presenten pequeñas dimensiones exteriores.

- Los mostradores frigoríficos abiertos deben tener gran cabida sin ocupar, por su parte, mucho espacio en el local de venta; esto significa que las paredes deben ser lo más finas posible y su poder aislante lo más alto posible.
- Más del 95% de todos los muebles frigoríficos del hogar son aislados hoy en día con espuma rígida de poliuretano.
- Un producto alimenticio particularmente sensible es, por ejemplo, el pescado.

Dado que los peces, como animales de sangre fría, asumen la temperatura del agua, que por regla general es inferior a la del aire, al contacto con el aire exterior se produce una descomposición muy rápida de los tejidos. El pescado no congelado hay que protegerlo contra el aire exterior cubriéndolo con una capa de hielo. Sin embargo, la conservación por más de 10 días sólo puede alcanzarse congelándolo.

La rentabilidad de cada eslabón de la cadena de refrigeración depende de su producción racional y del aislamiento de las paredes.

El polímero técnico *PU* rígido muestra el mejor valor de aislamiento entre todos los materiales aislantes actualmente conocidos, y puede elaborarse fácilmente y sin problemas.

CONCLUSIONES

Tan sólo el transporte bien organizado, con frío producido artificialmente para conservar la calidad, permite la distribución universal de alimentos frescos. Pero no se trata, ni mucho menos, de transportar únicamente comestibles exquisitos, sino más bien el “pan diario” para muchos millones de personas. Ya sea pescado, carne, frutas o verduras, sin la moderna técnica del frío, el comerciante no podría vender sus productos, fácilmente corruptibles, mucho más allá de la próxima plaza del mercado. Y viceversa: ningún habitante del interior podría comer pescado fresco del mar, ni los habitantes de la selva aprovechar las vitaminas de la verdura fresca.

Por consiguiente, mientras no afrontemos el problema de la conservación de los alimentos por esta moderna técnica del frío, tendremos desabastecimiento y encarecimiento de nuestros alimentos.

