

Adhesivos hot melt funcionalizados para los sectores textil, calzado y mueble

Adhesivos hot melt funcionalizados para los sectores textil, calzado y mueble

E. Orgilés⁽¹⁾, F. Arán⁽¹⁾, C. Orgilés⁽¹⁾, R. M. Pérez⁽²⁾, O. Calvo⁽³⁾

(1) INESCOP. Instituto Tecnológico del Calzado. Elda. Alicante.

(2) AIDIMME. Instituto Tecnológico Metalmecánico, Mueble, Madera, Embalaje y afines. Paterna. Valencia.

(3) AITEX. Instituto Tecnológico Textil. Alcoy. Alicante.

eorgiles@inescop.es

Resumen

Los adhesivos hotmelt o termofusibles son 100% sólidos y están basados en polímeros termoplásticos. No contienen agua ni disolventes. Se funden por acción de calor, aplicándose en estado líquido en una de las superficies. Tras unir las dos superficies y aplicar presión sobre ambas, el calor acumulado va disminuyendo con el tiempo, el adhesivo se enfría y comienza a solidificar. Es entonces cuando se produce la adhesión mediante hot melt. Destacan por su extraordinaria adhesión a multitud de sustratos, teniendo aplicación en sectores tan diversos como la industria textil, calzado, automovilística, mueble, construcción, embalaje, artes gráficas, etc.

Este trabajo resume los resultados obtenidos en el proyecto FUNTEXCAL, financiado por IVACE (Instituto Valenciano de la Competitividad Empresarial), en el que pretende obtener estructuras adhesivadas con propiedades funcionales, tales como resistencia a la hidrólisis, retardancia de llama, propiedades antiestáticas/conductoras, mayor resistencia mecánica, propiedades antimicrobianas, etc. Se trata de funcionalidades enfocadas hacia una mejora en salud, confort, seguridad y bienestar, en beneficio del usuario final.

Palabras clave: adhesivo hot melt reactivo de poliuretano (HMPUR), funcionalización.

Adhesivos hot melt funcionalizados para los sectores textil, calzado y mueble

1. INTRODUCCIÓN

No cabe duda de la importancia y del fuerte crecimiento de los adhesivos hot melt en el mercado actual, cuyas ventajas representan una alternativa a los adhesivos en base disolvente, cada vez más restringidos por la legislación. Su rápido procesamiento, versatilidad, no toxicidad, respeto al medio ambiente, su alto rendimiento en aplicaciones avanzadas y su facilidad de uso, hacen que los adhesivos hot melt se consoliden cada vez on gran facilidad en más sectores industriales.

Los adhesivos hotmelt o termofusibles son 100% sólidos y están basados en polímeros termoplásticos. No contienen agua ni disolventes. Se funden por acción de calor, aplicándose en estado líquido en una de las superficies. Tras unir las dos superficies y aplicar presión sobre ambas, el calor acumulado va disminuyendo con el tiempo, el adhesivo se enfría y comienza a solidificar. Es entonces cuando se produce la adhesión mediante hot melt. Destacan por su extraordinaria adhesión a multitud de sustratos, teniendo aplicación en sectores tan diversos como la industria textil, calzado, automovilística, mueble, construcción, embalaje, artes gráficas, etc.

La tecnología hot melt dentro del sector textil puede considerarse como madura, tras un periodo de penetración y consolidación de cerca de 10 años, desde el año 2000 aproximadamente. La variedad en sistemas aplicadores de los adhesivos, la posibilidad de trabajar con termoplásticos o reactivos y el amplio rango de aplicaciones técnicas y usos finales que pueden desarrollarse hace que la tecnología hot melt sea muy adecuada para desarrollar textiles multicapa destinados a usos altamente técnicos. El sistema de aplicación 'gravure roller' (cilindro grabado, por puntos) es de los más empleados en textil (Figura 1).

Adhesivos hot melt funcionalizados para los sectores textil, calzado y mueble

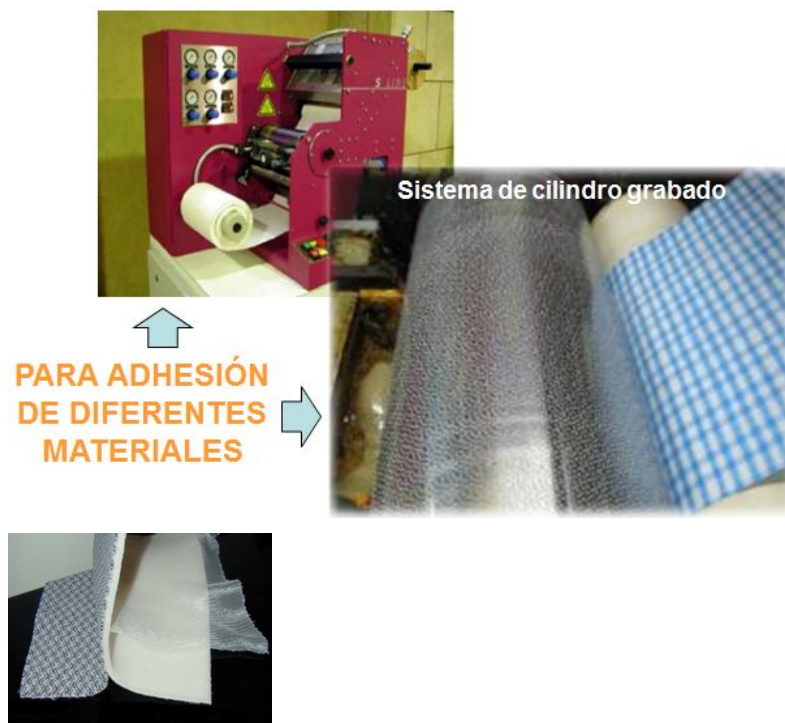


Figura 1. Tecnología hot melt en aplicaciones textiles.

En la industria del calzado, se utilizan adhesivos hot melt en operaciones auxiliares; sin embargo, la operación de pegado del piso al corte es una de las más importantes y más críticas en lo que se refiere a la exigencia de la unión, influyendo notablemente en la calidad del producto final. Los adhesivos utilizados en esta operación deben cumplir diversos requisitos, tales como, versatilidad, por la amplia diversidad actual de materiales empleados en la fabricación de calzado; alta velocidad de cristalización y alta cohesión inicial, con el fin de que el zapato no se despegue al salir de la prensa y pueda reutilizarse la misma horma en el menor tiempo posible; y por último, los adhesivos deben presentar una viscosidad adecuada, para facilitar su aplicación.

Adhesivos hot melt funcionalizados para los sectores textil, calzado y mueble

Hoy en día es posible fabricar adhesivos a la carta, con nuevas funcionalidades y propiedades mejoradas, incluso medioambientalmente sostenibles, sin depender del petróleo. En este sentido, INESCOP (Instituto Tecnológico de Calzado) participa en el proyecto FUNTEXCAL II (IMDECA/2016/28. www.funtexcal.es) titulado “Funcionalización de estructuras textiles adhesivadas para los sectores textil, calzado y mueble”, en colaboración con AITEX (Instituto Tecnológico Textil) y el Centro Tecnológico Metalmecánico, Mueble, Madera, Embalaje y Afines, (AIDIMME). Dicho proyecto está financiado por el IVACE-Instituto Valenciano de la Competitividad Empresarial.

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de materiales para la industria textil y el sector calzado y mueble con funcionalidades enfocadas hacia una mejora en salud, confort, seguridad y bienestar, en beneficio del usuario final. Concretamente, se pretende desarrollar nuevos adhesivos funcionales hot melt de poliuretano reactivo (HMPUR) con propiedades mejoradas y nuevas funcionalidades, tales como: retardancia de llama, efecto antiestático/conductor o antimicrobiano, para los sectores textil, calzado y mueble.

2. EXPERIMENTAL

Síntesis de adhesivos hot melt reactivos de poliuretano (HMPUR)

En el caso de los adhesivos HMPUR, existen una serie de parámetros relacionados con el curado, tales como el tiempo abierto, tiempo de fraguado, tiempo de curado, adhesión inicial y final, que dependen de la formulación inicial de los adhesivos y son factores críticos en la formación de uniones adhesivas. En general, se emplean mezclas de polioles, donde el poliéster confiere CRISTALINIDAD y el poliéter FLEXIBILIDAD.

- Poliéster polioles cristalinos con temperatura de fusión $>40^{\circ}\text{C}$. Acortan el tiempo abierto y aumentan la adhesión inicial de los HMPUR.
- Poliéster polioles amorfos con $T_g > 20^{\circ}\text{C}$. Mejoran el “tack” o pegajosidad y la adhesión a determinados sustratos.
- Polilester o poliéter líquidos con $T_g < -30^{\circ}\text{C}$. Disminuyen la viscosidad en fundido y alargan el tiempo abierto.

Adhesivos hot melt funcionalizados para los sectores textil, calzado y mueble

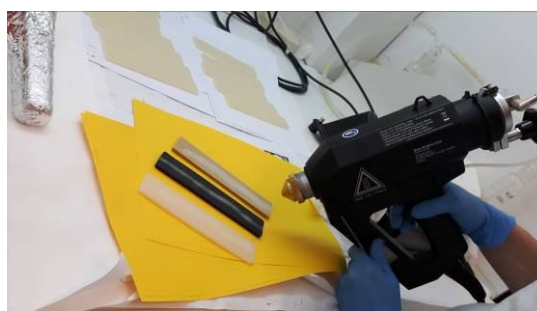
Se sintetizaron adhesivos hot melt de poliuretano reactivos en base a estudios previos realizados. Para ello se tuvieron en cuenta la influencia de diversas variables sobre el proceso de síntesis de poliuretanos, tales como:

- Funcionalidad del poliol e isocianato =2
- Peso molecular de los polioles = 500-3000 g/mol
- La relación estequiométrica de isocianato/poliol (NCO/OH)=1.5

Los adhesivos hot melt reactivos de poliuretano se sintetizaron a partir de mezclas de poliadipato de 1,4-butanodiol con peso molecular $M_w=2826$ Da y un poliéter PPG (polipropilenglicol) cuyo peso molecular es $M_w=425$ Da. Como isocianato, se utilizó 4,4'-difenilmetano diisocianato. A una temperatura de reacción de 90°C en un reactor sumergido en un baño de aceite mediante agitación mecánica a 250 rpm. Cuando se alcanza el porcentaje deseado de isocianato libre en el prepolímero, determinado por el método de valoración con dibutilamina, el poliuretano sintetizado se extiende sobre un molde de teflón y se aísla herméticamente, para evitar su contacto con la humedad. Tras 18 h, el HMPUR se corta en pellets para aplicarlo mediante pistola (Figura 2). Se trata de una pistola manual, eléctrica y neumática con boquillas para aplicaciones en cordón o spray.



a)



b)

Figura 2. a) Síntesis de adhesivos HMPUR. b) Aplicación del HMPUR sintetizado mediante pistola.

Adhesivos hot melt funcionalizados para los sectores textil, calzado y mueble

Para llevar a cabo este estudio se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

- Cantidad de adhesivo.
- Temperatura de reactivación.
- Efecto de la Humedad Relativa en el curado.
- Naturaleza de los sustratos.

Ensayos de pelado en T en materiales para calzado

Para evaluar las propiedades adhesivas de los adhesivos HMPUR se realizaron ensayos de pelado en T según norma UNE EN 1392, en una máquina de ensayos universal INSTRON 1011. Previamente a la formación de las uniones, los materiales fueron tratados superficialmente según la naturaleza de cada material. Tras la aplicación de adhesivo mediante pistola, sin esperar tiempo de secado, se procedió a la reactivación mediante radiación infrarroja a 80°C y las uniones fueron prensadas a 1.8 bar kg/cm² durante 10 segundos. El pelado en T a 180° se llevó a cabo transcurridos 5 minutos, 24-72 h y 1 semana desde la formación de las uniones. Posteriormente, las uniones adhesivas fueron sometidas a condiciones de envejecimiento (3 días a 70 °C y 95% HR), realizando nuevamente el despegue tras acondicionar las probetas.

Medida de la resistencia a las cargas electrostáticas en asientos.

En determinadas industrias, como es la del mueble, es importante tener en cuenta la posibilidad de acumulación de cargas electrostáticas que pueden dar lugar a descargas desagradables en los usuarios, como mal menor, o, incluso, a problemas de salud, especialmente la enfermedad conocida como lipoatrofía. Estos casos se dan, principalmente, cuando existe concentración de aparataje eléctrico y electrónico, así como cuando hay una humedad relativa muy baja en el ambiente, propio de los recintos con aparatos de acondicionamiento. Por ello se trata de contar con productos (muebles, revestimientos de suelos, etc.), que tengan una buena conductividad superficial, y de esta forma, no acumular cargas electrostáticas.

Adhesivos hot melt funcionalizados para los sectores textil, calzado y mueble

Los adhesivos se pueden funcionalizar, por ejemplo, con la adición de determinados óxidos metálicos, como es el óxido de antimonio estaño, para lograr diferentes finalidades, entre ellas, el mejorar el comportamiento frente a las cargas electrostáticas del producto final.

A continuación se describe el método para su evaluación de la resistencia a las cargas electrostáticas en asientos:

Se colocan dos electrodos separados 300 mm entre sí, de forma que pase una corriente eléctrica de 10 V de tensión, midiendo la resistencia que se opone a esta circulación, de forma que, cuanto menor es esta resistencia, mejor es el comportamiento frente a la acumulación de cargas, ya que disminuye la probabilidad de que ésta tenga lugar. En el ensayo realizado sobre un asiento tipo, tejido y espuma se encontraban formulados con aditivos que mejoran la conductividad, estando pegados con dos tipos de adhesivos termofusible HMPUR, con el fin de observar diferencias al estar aditivados de diferente forma.



Figura 3. Medida de la resistencia a las cargas electrostáticas en asientos.

3. RESULTADOS

Los adhesivos **hot melt reactivos de poliuretano** (HMPUR) son una combinación de los adhesivos termofusibles con la química de los poliuretanos. Se obtienen mediante la reacción química de mezclas de polioles (-OH) con un exceso de diisocianato (-NCO). Son prepolímeros termoplásticos, sólidos a temperatura ambiente, que curan con la humedad (ambiental o del sustrato) en dos fases:

Adhesivos hot melt funcionalizados para los sectores textil, calzado y mueble

- En una primera fase, denominada reticulación **física**, se alcanza una fuerza inicial como resultado del enfriamiento del adhesivo (tal y como sucede en los hot melt convencionales) junto a la cristalización de los segmentos blandos procedentes del poliol.
- En la segunda fase, exclusiva de los HMPUR, denominada reticulación **química**, los grupos isocianato comienzan a reaccionar con la humedad ambiental o de los sustratos. Esta etapa es totalmente irreversible y dota a la unión adhesiva de excelentes prestaciones, tales como, resistencia al agua, al calor, a disolventes, etc.

Como resultado final, se produce un aumento en el peso molecular y un poliuretano totalmente reaccionado, con grupos uretano y urea alternativamente colocados en su estructura química, dando lugar a una unión adhesiva “rápida”, fuerte, duradera y resistente a altas temperaturas. Los HMPUR difieren significativamente de los sistemas hot melt convencionales por sus atractivas prestaciones y ventajas asociadas a su uso y aplicación.

En cuanto a las necesidades identificadas en el sector textil respecto de prestaciones de interés en adhesivos hot melt, destacan:

- HMPURs con temperatura de aplicación lo más baja posible y/o curado rápido (menos 2-3 días).
- Adhesivos con funcionalidades especiales (FR, antimicrobiano, conductor eléctrico, que permitan laminar superficies textiles teflonadas repelentes a líquidos...).
- HMPURs con muy bajo/nulo contenido en isocianato libre y una mínima generación de COVs. Cumplimiento de estándares tipo Oekotex100.
- Imagen ‘green’ del adhesivo, con un % determinado de materia prima de origen natural/renovable (biopolioles, por ejemplo) en su composición química.

Adhesivos hot melt funcionalizados para los sectores textil, calzado y mueble

4. CONCLUSIONES

Los resultados del proyecto buscan cubrir funcionalidades técnicas de interés en los materiales actuales para fabricación de bienes de consumo tales como textiles, muebles o calzado (retardancia de llama, efecto antiestático/conductor, antimicrobiano, alta durabilidad de la junta adhesiva...), que mejoren las prestaciones en los adhesivos hot melt.

Así, y puesto que los sectores textil/calzado/mueble son afines a industrias tales como la de adhesivos o la de productos químicos, el proyecto supondrá un impacto en innovación y nuevo conocimiento generado para empresas de diferente actividad (proveedores de materias primas del sector químico, productores de adhesivos, fabricantes de tejidos/piel/similares, acabadores textiles/calzado, laminadores, fabricantes de artículos finales...), facilitando y promoviendo futuros desarrollos e inversiones en I+D de las empresas en los sectores involucrados.

La utilización de adhesivos hot melt reactivos de poliuretano representa una alternativa viable para las industrias textil, calzado y mueble, existiendo ventajas desde el punto de vista medioambiental así como de proceso. Por otro lado, cabe destacar la obtención de estructuras adhesivadas con propiedades funcionales, tales como resistencia a la hidrólisis, retardancia de llama, propiedades antiestáticas/conductoras, mayor resistencia mecánica, propiedades antimicrobianas, etc. Se trata de funcionalidades enfocadas hacia una mejora en salud, confort, seguridad y bienestar, en beneficio del usuario final.

5. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el Instituto Valenciano de la Competitividad Empresarial (IVACE) a través de su programa de I + D para Institutos Tecnológicos y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en el proyecto FUNTEXCAL II (Ref. IMDECA/2016/28). www.funtexcal.es

Adhesivos hot melt funcionalizados para los sectores textil, calzado y mueble

6. REFERENCIAS

- J.M. Martín, A.C. Orgilés. “Curso sobre Poliuretanos” Ed. INESCOP, Alicante, España, (1994). Adhesivos termofusibles hot melt: nuevos desarrollos y aplicaciones. 167-215.
- E.M. Petrie. “Reactive Hot-Melt Adhesives for Better Structural Bonding”. *Metalfinishing* (May 2008) 39-43.
- J.H. Saunders, K.C. Frisch. *Polyurethanes, Chemistry and Technology*, Chapter 16. K. C. Frisch. “Chemistry and technology of polyurethane adhesives”. Part 1 Chemistry, New York: Interscience, 1982.
- J. Comyn, F. Brady, R.A. Dust, M. Graham, A. Haward. “Mechanism of moisture-cure of isocyanate reactive hot melt adhesives”. *Int. J. of Adh. and Adhesives* 18 (1998) 51-60.
- EN1392: 2007. Adhesives for leather and footwear materials - Solvent-based and dispersion adhesives – Métodos de ensayo para medir la resistencia de la unión en condiciones específicas. European Standard EN, Brussels
- EN 15062:2006. Adhesives for leather and footwear materials - Solvent-based and dispersion adhesives - Testing ageing of bonds under specified conditions. European Standard EN, Brussels.
- EN 15307:2014. Adhesives for leather and footwear materials. Upper-sole joints. Minimum resistance. European Standard EN, Brussels.