

ADHESIVOS SINTETICOS: UTILIZACION Y MEDIDAS PREVENTIVAS

M^a Victoria Arriandiaga Abaroa
C.N.V.M. - Vizcaya. - I.N.S.H.T.

ASPECTOS GENERALES

Un adhesivo se puede definir como un producto capaz de unir dos superficies similares o distintas de tal manera que el conjunto tenga integridad única. Se forma una junta de unión delgada, semejante a un film o película, que puede tener varias misiones: a) estructural, cuando la junta de unión es resistente a la tracción mecánica b) de sujeción cuando su función no requiere especificaciones contra la acción de agentes externos c) de sellado, cuando es resistente a la humedad, sustancias químicas, luz solar, sin, necesariamente, ser dura y tenaz.

Un adhesivo no capaz origina una junta de unión endeble, que presenta fisuras, grietas y estigmas, con burbujas y rugosidades y que se descompone a temperatura ambiente, deteriorándose y envejeciendo en corto tiempo.

Los adhesivos que se encuentran en el mercado tienden a evitar estos defectos. Los fabricantes se esfuerzan en presentar productos cada vez más complejos, capaces de cumplir requisitos para todo propósito, conteniendo sustancias de síntesis, algunas novedosas y poco conocidas. Muchos de estos productos pueden ser incluidos en un apartado de nuevos materiales.

En la actualidad, el volumen de fabricación y de importación de productos adhesivos es del 7% del conjunto del sector químico. La utilización de adhesivos en la industria va en aumento, sustituyendo con ventaja a otros métodos de sujeción mecánica (9).

El componente básico de una mezcla adhesiva es una resina o polímero de origen natural o sintético, agrupándose, así, los adhesivos según una u otra procedencia. Los adhesivos de polímeros naturales son, en general, emulsiones acuosas de almidón, colágeno, dextrinas, caseína o látex, que pueden llevar algo de alcohol o disolvente orgánico para facilitar el secado. No ofrecen riesgos higiénicos de importancia, pero su escasa gama de prestaciones en la actividad industrial, favorece el que sean actualmente sustituidos por los adhesivos sintéticos.

LOS ADHESIVOS SINTETICOS. CLASIFICACION Y PROPIEDADES

La resina base de un adhesivo sintético es un polímero o macromolécula sintetizado industrialmente a partir de moléculas orgánicas sencillas, de bajo peso molecular. Por lo tanto, no se consideran sintéticos los polímeros de origen natural, que hayan sufrido tratamientos químicos posteriores. Sin embargo, es frecuente la presencia de un polímero natural como aditivo de un adhesivo sintético.

En general, un adhesivo sintético puede contener: (1)
— Una resina base sintética: Homopolímero, copolímero o mezcla de polímeros.

— Una o varias resinas secundarias destinadas a mejorar las características del adhesivo en su manipulación y aplicación.

— Aditivos: plastificantes, endurecedores y agentes de curado, antioxidantes, antiespumantes y bactericidas.

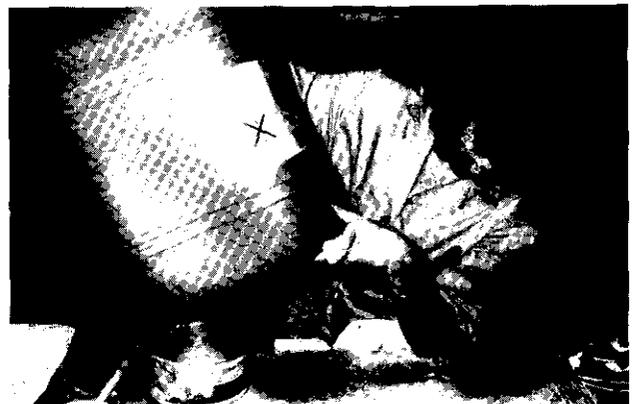
— Cargas, colorantes y pigmentos.

— El vehículo que contiene los ingredientes de la mezcla. Este puede ser el agua o bien un disolvente orgánico. Sin embargo, también existen mezclas adhesivas en las que son las propias resinas líquidas o en estado fundido las que proporcionan la fluidez necesaria para su manipulación.

En muchas ocasiones, la existencia y naturaleza del vehículo condiciona parámetros importantes como son la temperatura de aplicación y el tiempo necesario para el secado. Los disolventes orgánicos se evaporan rápidamente, y los adhesivos que los incorporan se pueden aplicar a temperatura ambiente. Sin embargo, las emulsiones y dispersiones acuosas tardan en secar y es necesario calentar para su endurecimiento. Y los adhesivos en estado de fusión se aplican a temperaturas altas sobre superficies a temperatura ambiente, siendo el endurecimiento casi inmediato.

De acuerdo con estas observaciones son muchos los fabricantes y usuarios que clasifican los adhesivos, según la naturaleza del vehículo presente en la mezcla, agrupando los adhesivos de la siguiente manera:

— Adhesivos en solución. Un disolvente orgánico o mezcla de disolventes forman una solución homogénea con el resto de componentes:

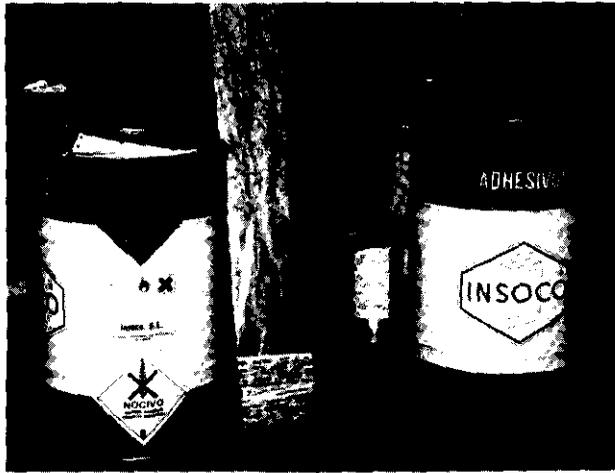


— Adhesivos en dispersión o emulsión. La mezcla es una dispersión acuosa, que puede tener propiedades de emulsión si las partículas de los solutos son suficientemente pequeñas.

— Adhesivos en fusión (termofusibles o «hot-melts»). La mezcla de resinas en estado de fusión forma una masa viscosa fluida. La junta de adhesión resultante se caracteriza por su firmeza y tenacidad.

Otros tipos de adhesivos formados por resinas líquidas, que incorporan disolventes o agua y que se aplican en una o dos etapas, ocupan espacios fronterizos entre los grupos anteriores.

La clasificación anterior no es rigurosa. Muchas dispersiones acuosas de adhesivos llevaban disolventes orgánicos como aditivo de coalescencia para mejorar las prestaciones y adelantar el endurecimiento, o bien, éstos son plastificantes que dan fluidez a la termofusión. Por lo



tanto, se sigue utilizando, la manera tradicional de clasificar los adhesivos según los materiales a que van destinados: adhesivos para metales, para plásticos, para papel y cartón, para madera, para piel y cuero, de cerámica, de textiles, etc. Sin olvidar, además, que los nombres genéricos de los adhesivos se adjetivizan con términos que indican su constitución física (adhesivo líquido, adhesivo en cinta) y los tipos de resina que llevan incorporados (vinílica, silicón, etc.).

COMPONENTES DE UN ADHESIVO SINTÉTICO

La resina base es el componente principal de los adhesivos sintéticos y es la responsable de muchas de sus propiedades. Es corta la lista de familias de polímeros sintéticos que se utilizan como resinas base en la fabricación de adhesivos. En general, y para facilitar la fluidez de la mezcla, son más utilizadas las resinas termoplásticas que las termorrígidas, las compatibles con el agua o disolventes orgánicos usuales, y las que admiten la presencia de otras resinas secundarias y auxiliares.

Son preferentes las vinílicas y acrílicas. Le siguen las epoxidicas, fenólicas y aminofenólicas. También son importantes poliolfinas, caucho y mezclas elastoméricas, y los poliuretanos.

Las resinas secundarias y auxiliares están presentes en menor cantidad. Pueden ser polímeros naturales, como el almidón y dextrinas, la caseína o el látex natural, o bien, polímeros y prepolímeros de origen sintético destinados, muchas veces, a modificar por entrecruzamiento la estructura de las resinas base y mejorar su tenacidad y resistencia.

Los aditivos son sustancias químicas presentes en concentración variable desde más de un 50% para los plastificantes hasta un 1% para antioxidantes y endurecedores. Son responsables de muchas de las cualidades que puede brindar una determinada mezcla, y sus identidades y concentración suelen estar resguardadas legalmente.

Plastificantes, emulsionantes y tensioactivos tienen por misión mejorar la consistencia y fluidez de la mezcla adhesiva facilitando su manipulación y diversificando la técnica de aplicación. Antioxidantes y bactericidas son responsables de garantizar la durabilidad de la junta de adhesión y protegerla en la exposición medioambiental. Catalizadores, endurecedores y agentes de curado agilizan la formación de la junta de unión, reduciendo tiempos de fijación. Y los antiespumantes son tensioactivos no iónicos destinados a impedir la formación de espuma que pueda convertirse en burbujas y abultamientos indeseables.

Las cargas, colorantes y pigmentos que llevan los adhesivos son sustancias similares a las presentes en otros tipos de recubrimientos. Las cargas y sustancias de relleno tienen propiedades no adhesivas, y sirven para fortalecer y dar cuerpo a las mezclas, mejorando sus cualidades de servicio. Los colorantes y pigmentos alteran el aspecto físico de estos productos así como el de los objetos a que son destinados. Muchas veces sirven para diferenciar la junta de unión de las superficies unidas por ella.

Los disolventes orgánicos que se utilizan en las mezclas adhesivas son hidrocarburos alifáticos y aromáticos, hidrocarburos clorados, alcoholes, cetonas y ésteres. La rápida evaporación del disolvente favorece el endurecimiento y reduce el tiempo de fijación. Sin embargo, es conocida la peligrosidad de estas sustancias como contaminantes químicos de la atmósfera de trabajo y del medio ambiente. En la actualidad, su uso es restringido y se tiende a sustituir los disolventes tóxicos por otros menos nocivos.

En la *Tabla 1* se exponen los componentes principales de las formulaciones adhesivas (3) (4).

USO INDUSTRIAL DE LOS ADHESIVOS SINTÉTICOS (11) (10)

El proceso de encolar transcurre en tres fases principales: 1) Aplicar el adhesivo uniforme y regularmente sobre las superficies. 2) Dejar impregnar y humectar. 3) Ensambiar y esperar la fijación y endurecimiento.

Muchas veces, las tres fases del proceso tiene lugar en dos etapas, cuando el endurecimiento y curado se realiza por la acción de otra sustancia que actúa como catalizador.

En general, se dice que el producto tiene buenas cualidades de adhesividad o «tack» cuando se aglutina inmediatamente sobre la superficie, y, bajo una ligera presión, tiende a formar una junta de unión de dureza medible. La junta de adhesión es durable si resiste, además, temperaturas de servicio y exposición ambiental, que pueden ir desde -57 hasta 316 °C, según los tipos de adhesivos.

TABLA 1
ADHESIVOS SINTETICOS COMPONENTES PRINCIPALES

ADHESIVOS EN SOLUCION	
<p>Resina base</p> <p>Vinilicas: Cloruro polivinilo (PVC) Acetato polivinilo (PVAC) Cloruro polivinilidano Copolimero PVC/PVA c Copolimero polivinil propiona- to/PVAC</p> <p>Acrilicas: Acido poliacrílico, poliacrila- tos, poliacrilatoacrilatos Poliacrilonitrilo Polimetil-metacrilatos Copolimeros/ butil- acrilato/acrilonitrilo Copolimero acrilato/meta- acrilato</p> <p>Caucho y elastómeros: Polioropreno Polisopreno Copolimero policiclobuteni- lano/cloropreno Copolimero butadieno/acri- lonitrilo</p> <p>Fenólicas Poliuretánicas Poliésteres: Poliéster maleico Poliéster terftálico Copolimero poliéster/polis- tiro</p> <p>Celulósicas</p>	<p>Resinas secundarias</p> <p>Resorcino-formólicas Colofonia Poliéteras Poliésterinas</p> <p>Aditivos</p> <p>Disolventes Toluenos, xilanos y otros hidrocarburos aromáticos Diclorometano y otros hidrocarburos clorados Tetrahidrofurano Fracción ligera de la gasolina Metil-etil-cetona, metil-isobutil-cetona Isopropanol, isobutanol Acetato de etilo, acetato de isoamilo Etilenglicol y celosolvas</p> <p>Endurecedores Aminas y aminofenoles</p> <p>Plastificantes Fosfatos, ftalatos, benzoas, epoxiesteara- tos de alquil Aceite de trementina Alcohol bencílico</p> <p>Antioxidantes Sales minerales Sales orgánicas de estaño y otros metales Aminas y difenilaminas</p> <p>Cargas Arcilla, caolín, sílice Carbonato cálcico, carbon magnésico Magnesio Hidróxido cálcico y magnesio</p> <p>Pigmentos Aminas y compuestos orgánicos nitro- genados</p>
<p>ADHESIVOS EN DISPERSION ACUOSA</p>	
<p>Resina base</p> <p>Vinilicas: cloruro de polivinilo Acetato polivinilo Alcohol polivinilo Copolimero cloruro polivinili- deno/estireno Copolimero acetato polivini- lo/maleico</p> <p>Acrilicas: Poliacrilonitrilo Poliacrilatos y poliacri- nolatos</p> <p>Melamina-formaldehído</p> <p>Fenólicas Poliuretánicas Caucho y copolimero estireno-butadieno Epoxídicas</p>	<p>Resinas secundarias</p> <p>Alcohol polivinilo Urea-formólica Resorcino-formólica Látex, caseína y almidón</p> <p>Aditivos</p> <p>Emulsionantes Tensioactivos aniónicos y catiónicos Poliácidos</p> <p>Plastificantes Ftalato butílico Ftalato bencilbutilo Estearatos y oleatos Hidrocarburos aromáticos Dicloroetileno</p> <p>Antioxidantes Ester fenil-propionico Sales amónicas</p> <p>Endurecedores Aminoaminas alifáticas Trietanolamina Sulfuro benzotiazilo Azufre Difenil-guanidina</p> <p>Anti-espumantes Tensioactivos no iónicos</p> <p>Cargas Fosfatos alcalinos y alcalinotérreos Hidróxidos cálcico y magnésico Arcilla, caolín, carbonato. Oxido de cinc</p> <p>Colorantes y pigmentos Dióxido de titanio y blanquecino Colorantes de fibras y textiles</p>
<p>ADHESIVOS EN FUSION (HOT-MELTS)</p>	
<p>Resina base</p> <p>Caucho vulcanizado Copolimero polietileno/acetato vinilo</p> <p>Acrilicas: poliacrilatos y poliacri- nolatos Acido poliacrílico Poliamidas</p> <p>Resinas secundarias</p> <p>Poliétileno Poliétereno Poliviniléteras</p>	<p>Aditivos</p> <p>Plastificantes Ceras parafínicas Fosfato dioctilo Hidroxi-tolueno/butilado</p> <p>Antioxidantes Sales amónicas Benzofenonas, benzotriazoles</p> <p>Cargas Sílice fundida Oxido de cinc</p>

OTROS ADHESIVOS

Adhesivos de resinas líquidas		Sellantes	
Resina base	Catalizadores y endurecedores	Resina base	Aditivos
Epoxídica	Amino-tenoles	Polisulfuros: Polisulfuro acetal	Resinas modificadoras: Polisulfuros, polifenoles
Resinas secundarias y auxiliares	Aminas aromáticas y alifáticas	Polisulfona de difenileno	Agentes de vulcanizado: azufre, mercaptotiazoles, negro de humo
Resina bisfenol	Poliamidaminas	Poliarilsulfona	Antioxidantes: óxidos metálicos
Poliepictorhidrina	Anhidridos orgánicos	Siliconas: Polisiloxano	Lubricantes: ac. estéarico
Poliéteres	Otros aditivos	Polisiloxano caucho vulcanizado	Cargas: Alúmina, sílice, carbonato cálcico
	Plastificantes: Esteres ftálicos	Polidimetilsiloxano	
	Disolventes: Hidrocarburos y alcoholes		
	Cargas: Alúmina y otros		

Parámetros característicos de los adhesivos son la temperatura de utilización, también llamada temperatura de fijación o de secado, que puede ser distinta de la temperatura ambiente, y el tiempo que se requiere para el endurecimiento, llamado tiempo de fijación o tiempo de acondicionamiento que es el intervalo que transcurre desde la aplicación hasta que se alcanza una adhesión de fuerza adecuada. Estos parámetros están relacionados entre sí (5).

Los adhesivos en solución se utilizan a temperatura estándar y requieren un tiempo de endurecimiento que puede alcanzar una o dos horas. Los adhesivos en dispersión y emulsión se aplican a temperaturas intermedias (80 a 150 °C) y necesitan desde unos minutos hasta media hora para endurecer. Los adhesivos en fusión se aplican a

temperaturas que pueden alcanzar los 300 °C sobre superficies a temperatura ambiente y su endurecimiento es inmediato.

La *Tabla 2* recoge los datos característicos de utilización de cada grupo de adhesivos.

Sin embargo, son los fabricantes de adhesivos los que señalan junto con los requisitos que aseguran la calidad y eficacia del producto (si es necesario la preparación de mezclas, cómo realizar éstas, número de capas de aplicar; si la aplicación se realiza sobre una única superficie o sobre ambas; condiciones de temperatura ambiente para una aplicación adecuada), especificaciones e información necesarias para una utilización industrial exenta de riesgo. Para ambos fines los productos cumplen recomendaciones de pruebas y exámenes.

TABLA 2
UTILIZACION INDUSTRIAL DE ADHESIVOS SINTETICOS

	Temperatura fijación	Intervalo acondicionamiento	Técnica de aplicación
ADHESIVO EN SOLUCION:			
Papel y cartón, cerámica, plásticos, piel y cuero, vidrio y uso doméstico (Tendencia a ser retirados del mercado)	Ambiente (25°C) Desde 40 hasta 60°C	Desde 20 minutos hasta dos horas. A veces se utilizan hornos de secado.	Pinceles y brochas, pulverización con pistolas manuales o automáticas. Aplicación en cortina continua. Dosificadores.
ADHESIVO EN DISPERSION:			
Plásticos, madera, textiles, papel y cartón	Ambiente (25°C) Desde 80 hasta 150°C	Desde unos minutos hasta media hora.	Brochas y rodillos. Pulverización con pistola. Dosificación automática.
ADHESIVO EN FUSION (HOT-MELTS):			
Todo propósito: metal, plástico, madera, cuero y textiles, papel y cerámica (Adhesivos de utilización creciente y fabricación en aumento).	Hasta 350°C	Inmediato sobre superficie ambiente.	Espátulas, brochas y rodillos, aplicación con cuchillas. Pistolas a chorro. Termofusión a distancia.
ADHESIVOS EPOXIDIOS:			
General y para todo propósito: metal, plástico, cerámica, piel y cuero, madera y textiles, papel, cartón y consumo doméstico.	Ambiente (catalizador) Hasta 250°C	Unos minutos hasta media hora	Espátulas y rodillos. Cilindros automáticos. Aplicación en dos etapas y bajo presión.
SELLANTES (SILICONAS Y SULFONAS)			
Metal, plásticos, madera, vidrio, cerámica. (Todo propósito de aislamiento y repulsión al agua)	Ambiente, pero resiste alta temperatura de servicio.	Desde unos minutos hasta horas.	Brochas, espátulas y aplicadores manuales. Pistolas con boquilla.

TABLA 3
PRODUCTOS EMITIDOS EN LA DESCOMPOSICION PARCIAL DE RESINAS
Y SU ACCION SOBRE EL ORGANISMO

Resina tipo	Temperatura descomposición	Productos de descomposición	Acción sobre el organismo
Vinílica	Cercana a 100°C, para poliestireno: 200°C	Acido clorhídrico (vinílicos clorados) Acido acético, formaldehído, acetaldéhído. Olefinas cloradas. Estireno (monómero de poliestireno). Otros hidrocarburos.	Acidos irritantes y corrosivos. Compuestos clorados irritantes. Hidrocarburos tóxicos y narcóticos.
Acrílica	100-120°C	Acido acético y ácidos acrílicos. Nitrilos.	Acidos irritantes y sensibilizantes. Nitrilos tóxicos.
Poliuretánica	80°C	Alcoholes e isocianatos (monómeros y dímeros). Hidrocarburos.	Monómero tóxico y alergizante. Vapores tóxicos y narcóticos.
Fenólica-formaldehído	Cercana a 180°C	Fenol y compuestos fenólicos. Formaldehído e hidrocarburos	Fenol y fenoles corrosivos. Formaldehído irritante, narcótico.
Amino-formaldehído	Comienza a 150°C	Amoniaco, aminas y alcoholes. Formaldehído y comp. alifáticos	Amoniaco nocivo y asfixiante. Aminas irritantes y tóxicas.
Poliolefinas (polietileno, polibutadieno, politerpeno)	Comienza a 200°C	Olefinas monómeros y dímeros	Vapores tóxicos y narcóticos
Caucho vulcanizado	Comienza a 80°C	Acido clorhídrico y sulfhídrico. Monóxido de carbono, dióxido de carbono. Dióxido de azufre. Prepolímeros volátiles y humos vulcanizado.	Acidos irritantes y corrosivos. Gases nocivos y asfixiantes. Monóxido tóxico sanguíneo. Sustancias volátiles nocivas.
Epoxídica	Comienza a 100°C	Hidrocarburos, alcoholes y ácidos. Aminas y amoniaco. Eteres y acetales	Vapores narcóticos y tóxicos. Aminas irritantes y alergizantes. Acidos corrosivos.
Sulfonas. Siliconas	Comienza a > 200°C	Se aplican en frío o a temperaturas moderadas.	

NOTA: Los datos referentes a copolímeros se corresponden con las resinas consideradas individualmente.

La preparación y acondicionamiento previos de las superficies a encolar se realizan por tratamientos exhaustivos, mecánicos y químicos, ya que la presencia de residuos o trazas de sustancias ajenas puede debilitar la junta de adhesión o precipitar su envejecimiento. Estas operaciones previas de limpieza son similares a las necesarias para aplicar otro tipo de recubrimientos.

La aplicación del adhesivo sobre madera necesita un tratamiento superficial de secado y lijado de ésta. Las superficies metálicas y el vidrio se someten a desengrase con disolventes o soluciones deterativas. Los metales además necesitan decapado químico y lijado, y se debe aplicar el adhesivo de inmediato para evitar la oxidación. Las superficies plásticas se limpian por tratamientos químicos, térmicos y eléctricos, y la piel y el cuero necesitan una limpieza mecánica abrasiva de brochado y cardado. (6).

RIESGOS ESPECIFICOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Una utilización industrial tan extendida y diversificada, y el empleo de tan grande variedad de productos, como ocurre con los adhesivos, requiere un conocimiento de los riesgos que pueden presentarse durante su utilización y manipulación, y las medidas precautorias que deben adoptarse.

Riesgo por inhalación de vapores de disolventes y de gases y otras sustancias volátiles de descomposición

Los disolventes presentes en los adhesivos en solución son productos conocidos por provocar contaminación química nociva y tóxica. Son líquidos volátiles cuyos vapores pueden, además, tener efectos perjudiciales sobre el organismo humano. Así, los hidrocarburos aromáticos son narcóticos y depresores del sistema nervioso central. Los hidrocarburos alifáticos son narcóticos, y los clorados, además, pueden ser irritantes de mucosas y vías respiratorias. Alcoholes, ésteres y cetonas son nocivos, sensibilizantes, y, algunos, tóxicos. Muchos disolventes muestran, también actividad sinérgica sobre el organismo humano.

La aplicación de adhesivos a temperaturas superiores a los 80°C puede producir una descomposición parcial de las resinas, ya que muchos polímeros se degradan térmicamente a temperaturas cercanas a los 100°C. También, algunos aditivos muestran indicios de descomposición a esta temperatura. El resultado es el desprendimiento de un conjunto de contaminantes, que pasan al ambiente de trabajo, originándose un riesgo de inhalación importante. Además, muchas de estas sustancias son de naturaleza y acción sobre el organismo desconocidas, y no siempre son coincidentes en identidad y concentración, con las que

se emiten en una descomposición terminal como es una combustión (7).

La *Tabla 3* recoge los productos de descomposición parcial de las resinas componentes de los adhesivos sintéticos y su acción sobre el organismo. No se incluyen referencias sobre las condiciones de volatilización de los disolventes orgánicos presentes en los adhesivos en solución, ni el efecto de estos vapores sobre el organismo, ya que son datos conocidos y divulgados, al ser la composición de disolventes común con la que aparece en otros tipos de materiales de recubrimiento. En general, existe la tendencia a sustituir estas sustancias por otras de menor riesgo, y que sean adecuadas para las mismas prestaciones. En la actualidad, los adhesivos en solución están siendo retirados del mercado, ocupando su lugar emulsiones adhesivas y mezclas termofusibles que reducen el tiempo de exposición, y se pueden utilizar industrialmente para los mismos propósitos.

Riesgo por contacto con sustancias sensibilizantes y alergizantes

Muchos componentes de los adhesivos sintéticos son sustancias irritantes de la piel y superficies del cuerpo humano expuestas. Otros son alergizantes, pero, incluso, productos inocuos, como son las dispersiones acuosas de algunos polímeros naturales, pueden producir un efecto abrasivo acumulativo, después de un contacto prolongado, debilitando la piel, y favoreciendo la acción de irritantes y sensibilizantes.

Las resinas epoxídicas, el caucho y los elastómeros son alérgenos. Otras como las fenólicas y algunos endurecedores y catalizadores (aminas alifáticas y aromáticas, aminoalcoholes y aminofenoles) son sensibilizantes. Finalmente, los disolventes clorados, alcoholes y plastificantes ácidos pueden ser irritantes primarios y potenciadores del ataque de otras sustancias sobre la piel (12).

Riesgo de incendio y proyección de partículas

El riesgo de explosión y de incendio es considerable en la utilización de adhesivos en solución, cuando la concentración de vapor de disolventes inflamables en la atmósfera de trabajo, alcanza la cantidad necesaria para su ignición. La temperatura de autoignición de los disolventes orgánicos usuales es superior a los 200 °C. Sin embargo, la proximidad de un foco de calor, como puede ser el rozamiento de partes móviles, golpes entre superficies, una instalación eléctrica cercana, o simplemente, el hábito de fumar, es suficiente para provocar un incendio o deflagración.

El riesgo es menor en resinas y en adhesivos que contienen poca cantidad de disolventes. La elaboración de resinas suele incorporar aditivos ignífugos y sustancias retardantes de la combustión. Los polímeros vinílicos clorados no son combustibles y pueden ser añadidos a otros como retardantes. Fenoles y aminofenoles bromados son ignífugos y pueden ser usados como endurecedores en muchas mezclas adhesivas. Aditivos retardantes son el óxido de aluminio y el antimonio, los boratos de sodio y el cinc, el fosfato amónico, y los hidrocarburos clorados, y su concentración en un polímero preparado puede llegar a ser del 25%.

Finalmente, la manipulación de adhesivos sólidos, en el mezclado previo a la termofusión, así como el empleo de técnicas de aplicación manuales y automáticas de utensi-



lios como pistolas de pulverización y dosificadores puede provocar un riesgo importante por la posible proyección e impacto de partículas.

Medidas de prevención frente a la aparición de riesgos en la atmósfera de trabajo (8)

La inhalación de vapores y gases irritantes y tóxicos se traduce en afecciones de las vías respiratorias como el asma bronquial y el asma alérgico, e irritaciones de mucosas, rinitis y conjuntivitis. Además, el contacto prolongado con irritantes de la piel y sensibilizantes puede llegar a producir enrojecimiento de zonas expuestas y dermatitis crónica, incluso con formación de eczemas.

Como medidas de prevención es necesario tomar las siguientes:

Una limpieza escrupulosa de mesas, herramientas, y utensilio de trabajo, separación de las ropas de trabajo y calle, no introducir comidas y bebidas en las zonas de trabajo de posible contaminación, y una higiene personal continuada, son buenas medidas de prevención.

Los locales de trabajo deben estar bien ventilados y las zonas donde la concentración de contaminantes puede ser importante deben estar provistas de dispositivos de extracción forzada.

El uso de lentes y oculares, así como de mascarillas faciales con filtros químicos es adecuado para la protección de ojos y vías respiratorias. El empleo de guantes y cremas protectoras para la piel puede prevenir del riesgo por contacto.

En aquellos locales y almacenes donde el riesgo de incendio sea importante, son necesarias señalizaciones, avisadores y vías de evacuación de fácil acceso. Las zonas de trabajo donde se manipulen adhesivos con alto contenido en disolventes inflamables se deben de proveer de extintores e hidratantes.

Como complemento general de toda medida de prevención, se debe realizar un control riguroso y regular de la concentración de contaminantes en la atmósfera de trabajo, así como informar al trabajador de la naturaleza de los productos que manipula y de los riesgos que pueden presentarse.

OTROS ASPECTOS PREVENTIVOS DE LA UTILIZACION INDUSTRIAL DE ADHESIVOS EN RELACION CON EL MEDIO AMBIENTE

Los usuarios industriales de adhesivos sintéticos no deben ignorar la actividad de éstos como poderosos contaminantes medioambientales. La gran variedad de sectores en que se utilizan y la facilidad con que los adhesivos se eliminan en forma sólida y por vía acuosa hacen constante la presencia de sus desechos. Aunque su volumen en el total de residuos industriales no es importante, los residuos de los adhesivos sintéticos se procesan con dificultad, ya que, por una parte, se separan trabajosamente del resto de los residuos, y, por otra, sometidos a cualquier tratamiento se produce una degradación que si no es controlada, puede multiplicar y agravar la contaminación.

Los usuarios industriales deben vigilar sus desechos y vertidos industriales a fin de evitar al público ajeno al lugar de trabajo, riesgos sobre su salud y seguridad.

Las medidas de prevención adecuadas a estos fines serían:

— localización de las fuentes de vertido dentro de la propia industria.

— depósito de residuos sólidos en contenedores apropiados para su posterior traslado a incineradores o enterramientos en pozos adecuados. Cualquier medida de recuperación o reciclaje de adhesivos es peligrosa y no es rentable económicamente.

— purificación técnica del agua residual, previa a su vertido. Se realiza en dos etapas: tratamiento primario por filtración y paso a través de lechos de sustancias activadas, como el carbón activo, seguido de reacción química con sustancias como el sulfato de magnesio, que fuerzan la precipitación de coloides, geles y agregados en suspensión; y tratamiento secundario, bioquímico y de intercambio iónico (2).

Además fabricantes y usuarios industriales de adhesivos pueden verse afectados por la Ley Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos del 14 de mayo de 1986 (BOE del 20 de mayo), y por la posterior Resolución del 24 de julio de 1989 (BOE del 28 de julio) que aprueba el Plan Nacional de Residuos Industriales, constituyéndose la Comisión de Seguimiento del mismo.

BIBLIOGRAFIA

- (1) SKEIST, I. *Handbook of Adhesives*. Van Nostrand-Reinhold, New York, 1977.
- (2) BAILEY, R.H. *Chemistry of the Environment*. Academic Press, New York, 1978.
- (3) FLICK, E.W. *Adhesive and Sealant Compound Formulations*. Noyes Publications, New Jersey, 1978.
- (4) *HANDBOOK OF INDUSTRIAL MATERIALS*. Trade and Technical Press Ltd., England, 1979.
- (5) *ANUAL BOOK OF ASTM STANDARDS. Part 22*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1981.
- (6) *TÉCHNIQUES DE L'INGENIEUR. Vol A7*. Paris, 1982.
- (7) QUINTANA, M.J.. *Productos desprendidos en la combustión de materiales poliméricos sintéticos*. INSHT, Vizcaya, 1982.
- (8) *INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. Encyclopedia of Occupational Health and Safety*. Ginebra, 1983.
- (9) *MIN. INDUSTRIA Y ENERGIA. La industria química en España*. Madrid, 1986. 127 pag.
- (10) *ARRIANDIAGA, M.V. y col. Utilización industrial de adhesivos. Riesgo higiénico y prevención*. XI Congreso Nacional de Medicina, Higiene y Seguridad del Trabajo, Madrid, 1987. Comunicación.
- (11) *ARRIANDIAGA, M.V. y col. Uso industrial de adhesivos. Riesgo higiénico y prevención*. Jornada Técnica del C.N. de Verificación de Maquinaria del INSHT, Baracaldo, 1988. Ponencias.
- (12) *MARQUEZ, F. Resinas epoxi. Aplicaciones, toxicidad y medidas preventivas ante los riesgos derivados de su utilización*. INSHT, Vizcaya, 1989.