



Documentación

NTP 164: Colas y adhesivos. Tipos y riesgos higiénicos

Glues and adhesives. Types and health hazards
Coles et adhesifs. Classification et risques

Redactor:

M. José Berenguer Subils
Lda. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO - BARCELONA

Objetivo

Esta Nota Técnica de Prevención tiene por objeto dar una idea general, no exhaustiva, respecto a los distintos tipos de adhesivos que se encuentran en el mercado, así como de los principales riesgos que pueden derivarse de su utilización.

Introducción

Dentro de la terminología general de colas y adhesivos se incluyen aquellas sustancias capaces de mantener unidas las superficies en contacto que dos sólidos, ya sean del mismo material o de distinto material.

El uso de estos productos está aumentando rápidamente para todo tipo de aplicaciones, constituyendo una auténtica revolución de los métodos tradicionales para fijar y unir. Procesos clásicos tales como soldadura y remachado están siendo sustituidos por procesos de encolado, principalmente desde la aparición de los modernos adhesivos sintéticos de tipo polímero, cuya utilización es hoy en día totalmente general, ya que incluso objetos tan dispares como puentes, coches y aviones incorporan procesos de encolado en su fabricación, sin olvidar su presencia insustituible en industrias tales como calzado, madera y muebles, cartón, etc.

En estos productos intervienen sustancias que se sabe pueden tener efectos nocivos sobre la salud de los usuarios, por lo que su utilización puede implicar una serie de riesgos que estarán directamente relacionados con su composición y también con el modo de aplicación.

A continuación se revisa la clasificación de estos productos desde los dos puntos de vista anteriormente señalados por su participación en los posibles riesgos, seguida de una exposición de los riesgos higiénicos más importantes y de las medidas preventivas básicas.

Tipos de adhesivos

En las tablas siguientes se presentan en forma resumida las definiciones y características

de los distintos grupos generales de adhesivos en función de su forma de aplicación y de su composición, diferenciando el origen natural o sintético de las materias de base.

Tabla I: Tipos de adhesivos por su forma de aplicación

Termoplásticos	Pueden ablandarse y fundirse repetidamente por la acción del calor, volviendo a endurecerse al enfriar sin experimentar cambios químicos.
Termoestables	Por la acción de un agente externo, por ej. un catalizador, el calor o la luz UV, experimentan una reacción química que los lleva a un estado sólido permanente, resistente al calor.
De contacto	Se distribuyen sobre las dos superficies a unir, se deja un periodo para la evaporación parcial del disolvente que los acompaña y luego se enfrentan ambas partes. Forman un fuerte enlace con elevada resistencia al deslizamiento.
De fusión en caliente ("Hot-Melt")	Basados en compuestos a la vez fusibles y adherentes, se aplican derretidos formando al enfriar enlaces fuertes y rígidos.
Sensibles a la presión	Adhieren a temperatura ambiente por aplicación de una breve presión.
Rehumectables	Se aplican en solución y se dejan secar, reactivándose sus propiedades adherentes al volver a aplicar agua.

Tabla II: Tipos de adhesivos por su origen y composición

A. ADHESIVOS NATURALES	
Colas animales	Preparadas a partir de colágeno de mamíferos, principal proteína del cuero, huesos y tendones.
Cola de pescado	Naturaleza similar a la anterior. Se obtiene por extracción de pieles de pescado.
Cola de caseína	Obtenida a partir de caseína, proteína procedente de la leche.
Cola de albumina de sangre	Se prepara a partir de sangre fresca de matadero o de polvo seco de sangre soluble y agua.
Cola de soja	Tiene también naturaleza proteínica y se obtiene a partir de harina de soja en solución alcalina.
Dextrinas	Obtenidas por hidrólisis a partir del almidón.
Latex	Nombre que se daba al producto natural obtenido del árbol del caucho. Actualmente se aplica a los cauchos, tanto naturales como sintéticos, no curados.
Goma arábiga	Obtenida por exudación del tronco y ramas de árboles de acacia.
B. ADHESIVOS SINTÉTICOS	
Resinas de urea-Formaldehído	Resultado de la condensación de urea no sustituida y formaldehído.
Resinas de melamina-formaldehído	Formadas por condensación de melamina no sustituida y formaldehído.
Resinas de fenol-formaldehído	Constituidas por condensación de formaldehído y un fenol monohídrico (fenol, cresoles, o xilenoles).
Resinas de resorcina-formaldehído	Resultan por condensación de resorcina y formaldehído
Resinas epoxi	Adhesivos que se presentan en dos partes; una resina conteniendo un grupo epoxi y un catalizador tipo amina u otro compuesto que actúa como agente de curado. Se mezclan en el momento de usar
Poliisocianatos	Se obtienen a partir de isocianatos alifáticos o aromáticos con dos o más grupos isocianato en su molécula. Reaccionan con compuestos conteniendo hidrógenos activos. Cuando la reacción se produce con un poliol se forman los poliuretanos.
Resinas de políester	Son polímeros cuyas moléculas contienen varios grupos ester.
Resinas vinílicas	Contienen en su molécula el grupo vinilo. Destacan entre ellas las de: <ul style="list-style-type: none"> - Acetato de polivinilo - Polivinil acetales - Alcohol polivinílico - Polivinil éteres - Poliestireno - Resinas acrílicas <ul style="list-style-type: none"> - Derivadas del ácido acrílico (ésteres acrílicos y cianoacrilatos). - Derivadas del acrilonitrilo - Derivadas de la acrilamida
Cauchos sintéticos	Polímeros obtenidos a partir del isobutileno, del butadieno-acrilonitrilo, del estireno-butadieno y del neopreno.
Derivados de celulosa	Con un origen vegetal, se obtienen por tratamiento químico de la celulosa. Destacan la nitrocelulosa y el acetato de celulosa.

Riesgos higiénicos

Como se deduce de la clasificación de los distintos adhesivos, los productos de base que pueden encontrarse en su composición son muy variados, aumentando además la complejidad como consecuencia de las posibles combinaciones entre los distintos tipos y los aditivos necesarios para lograr las propiedades adecuadas. Por otra parte, en bastantes casos estos productos de base van acompañados de disolventes necesarios para su aplicación.

Por ello, al considerar los posibles riesgos higiénicos debidos a la utilización de adhesivos

habrá que diferenciar entre los riesgos originados por los disolventes que incorporan y los riesgos derivados de los compuestos de base.

La mayoría de los adhesivos en cuya composición entran disolventes orgánicos son de naturaleza elastómera. Estos productos originalmente tenían como base el caucho natural pero en la actualidad incluyen una amplia gama de polímeros, tal como se ha indicado en la clasificación anterior. En muchos casos la cantidad de disolvente o disolventes en un preparado adhesivo representa entre el 60 y el 80% de la composición del producto. La evaporación de esta fracción durante el proceso de utilización y de secado puede representar, por tanto, una serie de riesgos importantes, ya que la mayoría de disolventes son productos volátiles que penetran fácilmente en el organismo por inhalación de sus vapores y que en general:

- A elevadas concentraciones, deprimen el sistema nervioso central (acción anestésica).
- Algunos autores opinan que la exposición crónica a los vapores de ciertos disolventes puede generar un síndrome cerebral caracterizado por un déficit intelectual y problemas emocionales conducentes a una demencia presenil debido a un proceso progresivo de atrofia cerebral.

Consideramos a continuación en la tabla III la acción tóxica principal de los disolventes que se encuentran más frecuentemente en los productos adhesivos:

Tabla III: Acción tóxica de los disolventes

Hidrocarburos aromáticos: Benceno, tolueno y xilenos	Son narcóticos e irritantes cutáneos y respiratorios. Se acepta que son tóxicos, para el sistema nervioso periférico y que algunos homólogos superiores del benceno son moderadamente hepatotóxicos. El benceno tiene una acción tóxica sobre la médula osea que puede manifestarse en forma de leucemia.
Hidrocarburos alifáticos: (Fracciones de petróleo) Petróleo, Bencina, Naftas.	Son narcóticos e irritantes. El n-hexano puede provocar polineuritis sensitivo-motrices.
Hidrocarburos clorados: Diclorometano, dicloroetano, tetracloruro de carbono, tricloroetileno, metilcloroformo, percloroetileno, tetracloroetano, clorobenceno	El más tóxico es el tetracloroetano que provoca necrosis hepática. El tetracloruro de carbono es un veneno hepático y renal. El resto, entre los que destacan el percloroetileno, el metilcloroformo y el diclorometano aunque algo menos tóxicos son esencialmente depresores del sistema nervioso central. El diclorometano metaboliza parcialmente a monóxido de carbono. Algunos hidrocarburos halogenados no saturados pueden dar lugar a la formación en el organismo de derivados tipo epoxi potencialmente mutágenos y cancerígenos.
Alcoholes: Metanol, etanol, isopropanol, butanol, diacetona alcohol	Tienen acción narcótica e irritante. El metanol además puede provocar ceguera y el butanol causar daños en la cornea.
Cetonas: Acetona, metiletilcetona, diisopropilcetona, metilisobutilcetona	Ejercen un ligero efecto narcótico. En conjunto son poco tóxicas.
Esteres: Acetato de metilo, acetato de etilo, acetato de isopropilo, acetato de butilo	Son irritantes y tiene poca toxicidad.
Eteres: Dioxano	Es un tóxico renal y además cancerígeno.
Derivados de Glicol: Metilcellosolve, acetato de metilcellosolve	La inhalación de metilcellosolve puede causar una encefalopatía tóxica.
Nitroalcanos: Nitrometano, nitroetano, 1-nitropropano	Son irritantes de las mucosas.
Amidas: Dimetilformamida	Es principalmente hepatotóxica.
Sulfuro de carbono	Es un tóxico del sistema nervioso central, responde de neuropatías periféricas.

En relación con los productos de base, se considera que, por su parte, los **adhesivos de origen natural** no presentan riesgos importantes, algunos incluso se consideran inocuos, aunque existe la posibilidad de que ocasionen algún efecto alérgico como es el caso de las dextrinas.

Los **adhesivos sintéticos**, en cambio, pueden ocasionar efectos biológicos sobre los trabajadores expuestos debido a la presencia de trazas residuales de monómeros en la formulación. En todos los casos es importante tener en cuenta los aditivos añadidos al adhesivo. El hecho de que su presencia en la formulación del adhesivo preparado sea muy pequeña, generalmente en el caso de aditivos activos menos del 1%, no elimina un posible riesgo debido a su presencia, especialmente como responsables de afecciones de tipo cutáneo que pueden ocasionar dermatitis ya sean por un proceso de tipo irritativo o de tipo alérgico.

En el caso de los **adhesivos termoendurecibles**, la reacción química que tiene lugar en el proceso de curado puede dar lugar a una elevación de la temperatura y facilitarse el correspondiente desprendimiento de vapores. Tal es el caso, por ejemplo, de resinas a base de formaldehido, epoxiresinas y poliuretanos

Las resinas obtenidas con formaldehido pueden presentar riesgos de exposición e intoxicación debidos a los monómeros, especialmente al fenol y al formaldehido, y a los aditivos, entre los que destacan algunas aminas como la hexametilentetramina. Por calentamiento pueden desprender además productos de descomposición, entre los que

destacan el monóxido de carbono y el amoníaco. El fenol y sus derivados penetran en el organismo tanto por vía respiratoria como a través de la piel intacta y pueden provocar problemas de todo tipo, incluidos digestivos, respiratorios, renales, hepáticos, así como dérmicos e irritación de mucosas. El formaldehído es un fuerte irritante de la piel, ojos y mucosas respiratorias así como un alergizante capaz de provocar ezcemas de contacto y asma, asignándosele además una posible actividad cancerígena. Por su parte el monóxido de carbono es un asfixiante químico y el amoníaco un irritante primario.

Las epoxiresinas se obtienen a partir de compuestos conteniendo un grupo epoxi, tal como epiciorhidrina, y polialcoholes que pueden estar presentes en el adhesivo en forma residual libre. En su formulación incluyen endurecedores que suelen ser aminas (hexametilendiamina, polietileno poliamida) y anhídridos (anhídrido del ácido maleico o ftálico). Se caracterizan estos compuestos por su rápido endurecimiento al aplicarlos y por desprender productos volátiles como epiciorhidrina y difenilpropano, entre otros. Desde el punto de vista de su toxicidad, la opiciorhidrina, al igual que la mayoría de compuestos epoxi, tiene una intensa acción irritante, es un depresor del sistema nervioso central, provoca alergias de contacto, y tiene atribuido un potencial cancerígeno y mutágeno. En la práctica el principal problema toxicológico que presentan los adhesivos de tipo epoxi es su acción cutánea, ya que tanto los compuestos epoxi como las aminas son causas importantes de irritación y sensibilización cutánea aunque estos compuestos también pueden ocasionar irritaciones de las vías respiratorias superiores. También hay que tener presente un posible riesgo cancerígeno por contacto con compuestos epoxi.

Los adhesivos de poliuretano pueden desprender isocianatos volátiles en el proceso de curado, por tanto mezclarlos con el endurecedor en el puesto de trabajo es un riesgo para la salud, ya que los vapores de isocianato son irritantes de las mucosas y además pueden provocar manifestaciones de tipo alérgico en forma de broncoespasmos y de crisis asmáticas graves. En la actualidad se intenta utilizar isocianatos lo menos volátiles posibles para paliar su peligrosidad. Señalemos también los posibles riesgos debidos a la presencia de catalizadores, en general de tipo aminas.

Los **adhesivos termoplásticos** pueden contener en sus preparados una cierta cantidad de monómero residual y desprender sustancias irritantes procedentes de la descomposición lenta de algunos de los productos que intervienen en su composición. Además de la toxicidad de los monómeros y de los productos de descomposición hay que destacar la peligrosidad de algunos plastificantes como es el caso de los ftalatos de dioctilo o dibutilo, y del triortocresilfosfato que pueden tener efectos neurotóxicos.

Los productos de tipo **"hot-melt"** incluyen compuestos de elevado peso molecular tales como poliamidas y poliésteres y se caracterizan por ser ventajosos desde el punto de vista higiénico por no contener disolventes, no precisar secado después de su aplicación y no contaminar las manos. Sin embargo, desprenden productos de termólisis al calentar, como por ejemplo ésteres de ácidos grasos no saturados, monóxido de carbono, amoníaco, etc., de los cuales pueden derivarse los correspondientes riesgos.

Medidas preventivas

Como hemos visto, muchos adhesivos contienen disolventes orgánicos, lo cual representa, en muchos casos, el principal riesgo y aconseja tomar medidas preventivas ya que la mayoría de disolventes orgánicos son inflamables y, aunque en distinto grado, nocivos para la salud. Debido a su inflamabilidad deben guardarse en recipientes adecuados y siguiendo las normas de almacenaje establecidas. Los frascos y potes para adhesivos utilizados en el puesto de trabajo deben poseer un diseño adecuado y tener aberturas lo

más pequeñas posibles para limitar la evaporación, debiendo prohibirse la presencia de frascos abiertos con adhesivos conteniendo disolventes orgánicos. Además la utilización de estos productos ha de estar prohibida en aquellos lugares con peligro de incendio.

Algunos países han limitado la utilización de algunos disolventes concretos, por ejemplo el benceno, en la fabricación de adhesivos debido a sus propiedades altamente tóxicas, pero existen otros disolventes tales como cloruro de carbono y el tetracloroetano, que también están desaconsejados por su toxicidad, siendo de desear su sustitución por otros menos perjudiciales, tales como acetona y otras cetonas, ésteres del ácido acético, percloroetileno y naftas conteniendo cantidades mínimas de hidrocarburos aromáticos.

Dado que en muchos procesos de encolado pueden desprenderse elevadas cantidades de vapores de disolventes, así como monómeros o productos de descomposición de los polímeros, siempre que sea posible, debe trabajarse en zonas bien delimitadas y con adecuados sistemas de ventilación tanto de tipo general como de extracción localizada.

Como al calentar algunos adhesivos se facilita la emanación de vapores tóxicos, siempre que sea posible, se utilizarán técnicas que permitan prescindir de los procesos de calentamiento.

En general, en un trabajo intensivo con adhesivos, contengan o no disolventes orgánicos, es conveniente usar algún tipo de protección de las manos, ya sean guantes o cremas protectoras; en cualquier caso dichas protecciones deberán elegirse en función de las características del adhesivo.

Como en cualquier otro trabajo susceptible de generar contaminación ambiental, en la manipulación de adhesivos es recomendable efectuar controles ambientales y médicos que permitan asegurar la inocuidad de la exposición para los trabajadores sometidos a ella.

Bibliografía

(1) LAUWERYS

Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles (Deuxième édition)

Masson, París, 1982

(2) R. HOUWINK y G. SALOMON

Adherencia y Adhesivos

Vol I y II, Bilbao. Ediciones URMO, 1973

(3) L. PARMEGGIANI, ED.

Encyclopaedia of Occupational Health and Safety

Vol. I (Third edition), 1983

(4) IRVING SKEIST, Ed.

Manual de adhesivos

Mexico. Compañía Editorial Continental, 1966