

Uso de disolventes orgánicos en la industria
Disolventes orgánicos en la limpieza y desengrase de piezas

Estefanía Blount
Directora de Medio Ambiente del ISTAS

¿QUÉ SON?

Los disolventes orgánicos son compuestos orgánicos volátiles que se utilizan solos o en combinación con otros agentes para disolver materias primas, productos o materiales residuales, utilizándose para la limpieza, para modificar la viscosidad, como agente tensoactivo, como plastificante, como conservante o como portador de otras sustancias que, una vez depositadas, quedan fijadas y el disolvente se evapora. Los disolventes orgánicos son de uso corriente en las industrias para pegar, desengrasar, limpiar, plastificar y flexibilizar, pintar y lubricar.

Los procesos de limpieza y desengrase de piezas y maquinaria constituye una de los principales aplicaciones. Entre los disolventes orgánicos que tradicionalmente más se utilizan para estas actividades son: 1,1,1-tricloroetano, queroseno, diclorometano, tetracloroetileno, tricloroetileno, tolueno, xileno, 2-propanol, na<fta, n-hexano, butiletilen glicol, CFC 113, white spirit (mezcla de hidrocarburos y parafinas).

RIESGOS PARA EL MEDIO AMBIENTE

El uso de disolvente libera a la atmósfera compuestos orgánicos volátiles (COVs), que tienen algunos problemas importantes para el entorno. Algunos COVs causan la degradación de la capa de ozono como es el caso de 1,1,1-tricloroetano, tetracloruro de carbono, CFCs, HCFCs.

De forma general también contribuyen a la formación de ozono ambiental o troposférico en presencia de la luz solar, causando efectos nocivos tanto para la salud humana (afecta a la capacidad respiratoria) como para el medio ambiente (interfiere en el crecimiento de la vegetación y cultivos y aumenta su sensibilidad a plagas, seguías y heladas). Existe una Directiva europea (92/72/CEE) que establece límites de protección frente al ozono y que fue traspuesta a la legislación española (R.D. 1494/95).

Los disolventes orgánicos, así como, sus envases vacíos, trapos o cualquier otro material que se haya utilizado para su aplicación, se consideran residuos peligrosos (Ley 10/98) y deben ser gestionados por un gestor autorizado.

RIESGOS PARA LA SALUD

El carácter *volátil* de los disolventes hace que éstos se evaporen rápidamente en el aire, alcanzando concentraciones importantes en espacios confinados. Los riesgos mayores para el ser humano se producen por la absorción de éstos a través de la piel y por inhalación. El contacto directo con la piel permite que el disolvente pase a la sangre, causando efectos inmediatos y a más largo plazo.

Algunos disolventes orgánicos como los clorados son *liposolubles*, es decir, que una vez que se introducen en el organismo tienen afinidad por los tejidos grasos. Con el paso del tiempo las concentraciones acumuladas pueden alcanzar niveles que representen un riesgo para la persona y, en particular, para un feto si asimila esta contaminación a través de su madre durante su desarrollo embrionario y el período de lactancia.

Muchos disolventes están asociados al aborto espontáneo, malformaciones congénitas, lesiones cerebrales, interfiere en la capacidad reproductiva del hombre o cáncer infantil. En algunos estudios de *toxicidad*, en los que se relacionan las lesiones neurológicas con la exposición crónica a disolventes, los investigadores hallaron un menor rendimiento en los trabajadores/as que estaban expuestos a niveles inferiores a los máximos legales fijados por las autoridades.

La mayoría de los disolventes son *inflamables* y *explosivos*, lo que representa otro tipo de riesgo diferente asociado a estas sustancias. Algunos no arden necesariamente con facilidad, pero sí tienden a descomponerse a altas temperaturas dando lugar otros compuestos altamente tóxicos, tal es el caso de los disolventes halogenados que se convierten en fosgeno, ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico, etc.

PREVENCIÓN

La línea prioritaria de intervención en la empresa frente a este problema viene definida en la Ley de prevención de riesgos laborales: *eliminación del riesgo*. La prevención, por tanto, en el caso de la utilización de disolventes orgánicos se lograría mediante la *sustitución de materias primas, de procesos o de productos*.

Para determinar la mejor alternativa debe tenerse en cuenta criterios como: tipo de superficie o pieza a limpiar, grado de limpieza, tipo de suciedad, efectos sobre la salud, efectos sobre el medio ambiente, entre otros. En el caso de no poder utilizar un proceso totalmente inocuo, siempre existe una jerarquía en las actividades de limpieza que tiende de menos a más riesgos: agua o aire > agentes de base vegetal > medio abrasivo con agua o aire como soporte > disoluciones acuosas de detergentes > disoluciones alcalinas > ácidos > disolventes.

BUENAS PRÁCTICAS

Hasta que se logre eliminar o reducir los riesgos, y en cualquiera de los casos siempre se deben incorporar mejoras en los hábitos y en la organización del trabajo que permitan reducir los riesgos innecesarios. A estos cambios los llamamos *buenas prácticas*.

Algunos ejemplos en los procesos de limpieza son:

1. Evitar la necesidad de limpieza, disminuyendo la causa de la suciedad.
2. Elegir los disolventes orgánicos que sean menos peligrosos.
3. Maximizar la eficacia de la operación de limpieza.
4. Estandarizar el uso de los disolventes.
5. Extraer frecuentemente los fangos y residuos de los tanques de disolventes.
6. Aumentar el grado de agitación en los baños.
7. Controlar las pérdidas por evaporación.
8. Reducir la velocidad de extracción de la pieza y permitir un amplio tiempo de drenaje.
9. Conseguir una posición adecuada de la pieza en el soporte.
10. Instalar bandejas o cubetas de drenaje entre dos tanques.
11. Mantener los disolventes segregados con el fin de optimizar su reciclaje y/o tratamiento.
12. Mantener los residuos de disolventes lo menos contaminados posible para facilitar su reciclaje.

ANEXO 1

Limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones (Directiva 1999/13/CE del 11 de marzo de 1999)

OBJETIVOS

Prevenir o reducir los efectos directos o indirectos de las emisiones de COVs al medio ambiente, principalmente a la atmósfera, y los riesgos potenciales para la salud humana, por medio de medidas y procedimientos que deben aplicarse en las actividades contempladas en la Directiva, en la medida que superen los umbrales de consumo de disolventes definidos en la misma.

REQUISITOS

Las instalaciones deberán observar:

- a) bien los valores límite de emisión en los gases residuales y los valores de emisión fugaz o bien los valores límite de emisión total, y demás requisitos establecidos en el anexo IIA; o
- b) los requisitos del sistema de reducción que se describe en el anexo II B, y que tienen como objetivo dar al operador la oportunidad de lograr, utilizando otros medios, reducciones de emisión equivalentes a las logradas si se aplican los valores límite de emisión.

Las sustancias o preparados que, debido a su contenido en COV clasificados como carcinógenos, mutágenos o tóxicos para la reproducción, deberán ser sustituidos en la medida de lo posible.

PLANES NACIONALES

Los Estados miembros podrán definir y aplicar planes nacionales para reducir las emisiones procedentes de las actividades e instalaciones industriales. El plan deberá conducir a una reducción de las emisiones anuales de COV de las instalaciones existentes contempladas en la Directiva en una cantidad al menos equivalente y en el mismo período de tiempo a la que se conseguiría aplicando los límites de emisión previstos en la misma. El plan incluirá una lista de las medidas adoptadas o por adoptar, los instrumentos mediante los cuales se cumplirán los requisitos, datos sobre el mecanismo propuesto para la supervisión del plan, así como objetivos intermedios de reducción vinculantes.

SUSTITUCIÓN

La Comisión velará por que se efectúe un intercambio de información entre los Estados miembros y las actividades interesadas sobre el uso de sustancias orgánicas y alternativas. La Comisión publicará orientaciones para cada actividad.

SUPERVISIÓN

Una vez al año o por petición expresa, el operador de toda instalación contemplada por la Directiva enviará a las autoridades competentes los datos necesarios que permitan comprobar su cumplimiento.

INCUMPLIMIENTO

Los Estados miembros adoptarán las medidas adecuadas para que en caso de infracción comprobada: el operador informe a la autoridad competente y tome medidas para volver a asegurar el cumplimiento lo antes posible; en caso de incumplimiento que origine un peligro inminente para la salud humana y en tanto no pueda volver a asegurarse el cumplimiento en breve, la explotación de la actividad quede suspendida.

ACCESO DEL PÚBLICO A LA INFORMACIÓN

Los Estados miembros pondrán a disposición del público las solicitudes de autorización de instalaciones nuevas o modificaciones sustanciales para que presenten los comentarios que sean oportunos. Se pondrán igualmente a disposición del público las normas generales obligatorias aplicables a las instalaciones y la lista de actividades registradas y autorizadas, así como el resultado de la supervisión de las emisiones.

Notas:

(i) Esta Directiva debería haberse transpuesto a la normativa estatal antes del 1 de abril de 2001.

(ii) Desde el sindicato se considera que frente a las nuevas restricciones que esta normativa implica, resultaría mucho más favorable y, en algunos casos, más rentable optar por la sustitución de disolventes orgánicos.

Descripción del caso práctico
Estudio de un caso de limpieza de superficie en laboratorio

A.W. Chesterton Company, Inc.
Groveland, MA (Massachusetts)

RESUMEN

La limpieza acuosa agitada combinada con el fregado manual ha demostrado ser efectiva para la limpieza de piezas de acero inoxidable y hierro fundido contaminadas con resina epoxi y agentes de curado o catalizadores. Las pruebas se realizaron para determinar una sustitución aceptable para el metanol, el xileno y el metil etil cetona (MEK) en operaciones de limpieza. Al sustituir los disolventes peligrosos por un proceso de limpieza acuosa, se eliminará la exposición potencial de los operarios y se reducirán los problemas relacionados con la eliminación de residuos. La empresa estima que habrá un considerable ahorro de costes respecto de la limpiezas con disolventes.

ENTORNO

El Departamento de Productos técnicos de la empresa A.W. Chesterton, Inc. opera una planta en Groveland, Massachusetts para la producción de agentes catalizadores y resinas para el mercado de adhesivos especiales. La planta emplea a 600 trabajadores.

En la fabricación de adhesivos altamente viscosos se utilizan diferentes componentes mecánicos como las hojas mezcladoras y los acoplamientos en las líneas de transferencia. La superficie de las herramientas se contamina con resina epoxi y agentes conservantes, lo cual requiere que sean limpiados al menos una vez al día. El proceso de limpieza incluía la inmersión de las piezas contaminadas en tanques de disolventes a temperatura ambiente utilizando el metanol para eliminar los catalizadores de base de aminas. (p.e. agente catalizador 27) y una mezcla de 50:50 de xileno y MEK para eliminar las resinas epoxi/bisfenol (p.e. Novolac).

La duración del ciclo de limpieza variaba y era directamente proporcional al tamaño de superficie contaminada y a la antigüedad de la aplicación de la resina o los catalizadores. El sustrato eran hojas mezcladoras de acero inoxidable 304 y acoplamientos de hierro fundido. Después del ablandamiento químico y de liberar los contaminantes con los disolventes, las piezas se limpiaban manualmente.

Sustrato: acero inoxidable y hierro fundido

Suciedad: resina epoxi y agentes catalizadores

Solución acuosa de laboratorio: alcalina, enjuague libre, contiene propilenglicol e inhibidores

Proceso acuoso: inmersión, limpieza, enjuague y secado

PLAN PARA LA REDUCCIÓN DEL USO DE AGENTES TÓXICOS

Los procesos de limpieza basados en disolventes eran efectivos, sin embargo, la exposición potencial de los operarios y el vertido al medio ambiente de los disolventes eran preocupantes para la dirección y el personal técnico especializado. Los costes de adquisición de los disolventes se consideraban estables, pero los costes de eliminación de los mismos una vez utilizados aumentaban. Se escogió la limpieza acuosa como alternativa factible.

A través de una referencia de la Oficina Técnica para la Reducción de Agentes Tóxicos de Massachusetts, la firma se puso en contacto con el *Surface Cleaning Laboratory* (SCL) del Instituto para la Reducción del Uso de Agentes Tóxicos (TURI) para obtener ayuda en la evaluación de compuestos químicos acuosos y las técnicas de limpieza.

PRUEBAS EN EL LABORATORIO (SCL)

Se realizaron una serie de pruebas para determinar las condiciones óptimas de temperatura, concentración, agitación, concentración y tiempo de limpieza acuosa. Basándose en datos empíricos y otros suministrados por la empresa se seleccionaron tres limpiadores para los experimentos: *Mc Dermid ND Supreme*, *Sky Products Cleaner #10* y *Modern Chemical Blue Gold Cleaner*. Las concentraciones oscilaban entre un 10% y un 20% del volumen en agua corriente y las temperaturas entre 68° y 150°F (20 °C – 65°C). Los ciclos de limpieza variaban de 5 a 17 minutos.

Se realizó (1) la limpieza y secado de piezas lisas de acero inoxidable 304 de 2 x 4 pulgadas (50,8 mm X 102 mm) de acuerdo con los procedimientos habituales de laboratorio del *SCL*.

Se contaminaron (2) las superficies con resina *Novolac*, *Agente Preservante 27* u otros agentes de base de aminas, aplicándolos manualmente con una esponja, se dejaron (3) envejecer por un período de 24 horas, luego se realizó (4) una limpieza sumergiendo las placas en cubetas con agitación con removedor magnético, seguida de la limpieza manual con cepillos de nylon y en caso necesario (5) enjuague por 10 segundos en agua corriente o desionizada a 140°F-150°F (60°C – 65°C) y (6) se secaron a ambiente presurizado por 2 minutos. Se inspeccionaron las placas visualmente para determinar si tenían residuos de adhesivos.

RESULTADOS

Aunque los tres limpiadores alcanzaron unos resultados adecuados, *MC Dermid ND Supreme* realizó una limpieza entre aceptable y excelente en los niveles de concentración probados tanto a temperatura ambiente como elevada. La limpieza fue evaluada de manera subjetiva por la unidad de asistencia de laboratorio utilizando NVT (Sin Vestigios Visibles) en colaboración con el equipo técnico de A.W. Chesterton.

Esta información fue suficiente para los técnicos de A.W. Chesterton para iniciar la eliminación de la limpieza con disolventes. Se está instalando una estación de operación manual para la limpieza acuosa de las piezas. Como ninguno de los limpiadores disponibles eran ideales A.W. Chesterton decidió desarrollar sus propias soluciones acuosas y equipos. La formulación finalizará cuando se completen las pruebas internas en la empresa.

Reflexión sobre las posibilidades técnicas, económicas y sociales para la sustitución de disolventes orgánicos en el caso expuesto

MEDIDAS TÉCNICAS

- Sustituir por otros disolvente menos peligroso o totalmente inocuo (base acuoso, detergentes...)
- Hermetización del medio y aislamiento de los trabajadores/as. Si no es posible la hermetización absoluta instalar una extracción controlada
- Minimizar la cantidad de disolvente. Captación y reutilización de la porción residual.
- Sería necesario dotarse de algún tipo de asesoramiento externo si se producen cambios mayores.

MEDIDAS ECONÓMICAS

Se planteaban dos escenarios según las opciones técnicas que se adoptaran:

- a) *Medidas más parciales a corto plazo* como aumentar la ventilación más uso de equipos de protección individual (EPI): habría que cuantificar gasto incrementado de lo los disolventes, sistemas de evacuación y filtración, mayor consumo económico, adquisición de EPIs
- b) *Medidas integrales como la sustitución del disolvente*: podría salir más cara la inversión inicial aunque se reducen costes en la gestión de los residuos y consumo energético, protección y vigilancia de la salud laboral, menos absentismo...Podrían existir otras ventajas económicas y de imagen como la posibilidad de beneficiarse de las etiquetas ecológicas y Sistemas de Gestión Ambiental (ISO 14001, EMAS...), para las cuales pueden existir subvenciones.

MEDIDAS SOCIALES

Análisis de obstáculos y propuestas

- Resistencia al cambio: *Desarrollar programas de información, formación y participación*
- Problemas en los cambios de ritmos y condiciones: *Buscar acuerdos a través de la negociación sindical*
- Resistencia psico-social a nuevos riesgos: *Desarrollar programas de formación*
- Imposición de la empresa: *Crear espacios e instrumentos para la participación de los trabajadores/as desde las primeras fases (identificación de la necesidad del cambio; en la elección de alternativos...).*