foster+freeman

INFORME TÉCNICO

(0030-92-02) diciembre de 2011

EQUIPO PARA AHUMADO CON SUPERPEGANTE

Producción de cianuro de hidrógeno por el uso del polvo para huellas PolyCyano UV en gabinetes de ahumado MVC™/D de Foster + Freeman Ltd

Resumen

Foster + Freeman Ltd realizó una serie de pruebas con un monitor de gases tóxicos calibrado para determinar qué niveles de cianuro de hidrógeno (HCN) pueden generarse al usar PolyCyano UV en las cabinas de vaporización de cianoacrilato MVC™/D, siguiendo los procedimientos recomendados. Las pruebas mostraron que la mayor parte del tiempo no se detectó cianuro de hidrógeno y que el nivel máximo detectado en cualquiera de las pruebas fue de 0.1 ppm. En comparación, se detectó un nivel máximo de 7 ppm de HCN al quemar un cigarrillo en un espacio cerrado. Los niveles de HCN detectados durante las pruebas con PolyCyano UV estuvieron muy por debajo del límite vigente en el Reino Unido para exposición laboral de corta duración: 10 ppm (periodo de 15 minutos) [1]. Todas las pruebas se realizaron en Foster + Freeman Ltd, Evesham, Reino Unido.

Antecedentes

PolyCyano UV es un polvo nuevo que se usa en el proceso de vaporización de cianoacrilato (“superglue”) para revelar y/o realzar huellas dactilares latentes en superficies no porosas. El polvo es una mezcla de cianoacrilato polimerizado y un colorante fluorescente. Cuando se utiliza en las cabinas de vaporización de cianoacrilato MVC™/D actualizadas de Foster + Freeman, los distintos componentes se vaporizan en conjunto, ofreciendo un proceso de revelado y tinción en un solo paso que genera un ahorro de tiempo significativo para los usuarios, frente a los procesos convencionales de dos etapas.

PolyCyano UV se calienta a 230ºC para despolimerizar el polvo de policianoacrilato; un paso esencial para producir el monómero de cianoacrilato requerido para el revelado de huellas. Esta temperatura es considerablemente mayor que los 120ºC usados para vaporizar el monómero de etil 2-cianoacrilato en el proceso tradicional de vaporización con superglue .

Se ha reportado que calentar cianoacrilatos a altas temperaturas provoca degradación térmica, lo que resulta en la producción de cianuro de hidrógeno [2, 3]. Un estudio reciente sobre este tema informó que calentar 1 g de monómero a 200ºC podría generar alrededor de 10 µg de HCN y que se podrían generar más de 100 µg al calentar 1 g de monómero a 280ºC [3].

El trabajo que se presenta aquí detalla los resultados de las pruebas realizadas en Foster + Freeman Ltd, Evesham, Reino Unido, para determinar los niveles de HCN a los que podría estar expuesto un usuario al emplear PolyCyano UV en una cabina de vaporización de cianoacrilato MVC™/D, siguiendo los procedimientos recomendados.

Protocolo de pruebas

Materiales y equipos

En todas las pruebas realizadas se utilizó polvo PolyCyano UV (Lukia Ltd, Japón).

Las pruebas se realizaron con cabinas MVC™/D para vaporización con superpegante (MVC™1000/D, MVC™3000/D, MVC™5000/D) que fueron actualizadas para permitir que el polvo PolyCyano UV se calentara hasta la temperatura de 230ºC requerida para el nuevo proceso de tratamiento. Las cabinas tienen capacidades internas de 170, 650 y 2000 litros, y cuentan con sellos internos para evitar fugas de vapores de cianoacrilato durante el uso y filtros de carbón para retirar el exceso de vapores cuando se completa el ciclo de tratamiento.

Para todo el monitoreo durante el proceso de pruebas se utilizó un monitor de gases tóxicos QRAE Plus suministrado por Ribble Enviro Ltd (Gisburn, Lancashire, Reino Unido). El monitor declara un rango de detección de HCN de 0 a 100 ppm, una resolución de 1 ppm y venía con varios umbrales de alarma preconfigurados:

Alarma baja	4.7 ppm
Alarma alta	50 ppm
Límite de exposición de corta duración (STEL)	4.7 ppm
Promedio ponderado en el tiempo (TWA)	4.7 ppm

Aunque la resolución declarada es de 1 ppm, el monitor en realidad registra los niveles detectados de HCN hasta 0.1 ppm por cada minuto de operación. Esta información se puede descargar a un paquete de software dedicado que se entrega de forma estándar con el equipo. El aire ambiente se muestrea activamente al succionar aire hacia el monitor mediante una bomba interna. El QRAE Plus fue revisado y calibrado por Ribble Enviro Ltd antes del envío a Foster + Freeman Ltd, y se entregó una copia del certificado de calibración junto con el monitor suministrado

[Apéndice 1]. Ribble Enviro Ltd indica que la calibración del monitor está certificada por 6 meses a partir de la fecha de la prueba.

Proceso de vaporización PolyCyano UV

La cantidad de PolyCyano UV utilizada en cada proceso de tratamiento dependía del tipo de cabina de vaporización MVC™/D y se definió durante trabajos previos de desarrollo del método:

MVC™/D: ciclo de pegamento				
Reactivo de vaporización	Pegamento temperatura	Peso de referencia		
		MVC™1000/D	MVC™3000/D	MVC™5000/D
PolyCyano UV	230ºC	0.6 g = x1	1.2 g = x2	2.4 g = x4

El polvo se colocó en un recipiente de aluminio y se extendió de manera uniforme sobre la base. Luego, el recipiente se introdujo en el gabinete de vaporización junto con un recipiente con agua, para elevar la humedad del gabinete hasta los niveles necesarios e iniciar el proceso de vaporización, y se ejecutó el ciclo de tratamiento usando el programa PolyCyano preinstalado.

Proceso de muestreo de aire

Cada día de pruebas, el QRAE Plus se llevaba al exterior del edificio, se encendía y se obtenía un blanco de aire fresco. Luego se realizaron tres tipos de pruebas:

(a) Aire ambiente durante el tratamiento con PolyCyano UV

El monitor se ubicó en la sala donde estaba el gabinete en evaluación. En los gabinetes más pequeños MVC™1000/D y 3000/D, el monitor se colocó encima, con la boquilla de entrada de aire ubicada justo sobre la puerta. Para el gabinete más grande MVC™5000/D, el monitor se puso en una silla, inmediatamente al lado y al frente del gabinete, con la boquilla de entrada dirigida hacia la puerta. El monitor tomó muestras del aire del recinto durante al menos 30 minutos antes de iniciar el tratamiento con PolyCyano UV, para establecer posibles niveles de fondo de HCN presentes en el área de prueba. El muestreo continuó durante todo el tratamiento. Al finalizar, se abrió la puerta del gabinete por aproximadamente 2 minutos para permitir que cualquier gas presente saliera al recinto, y se siguió muestreando por al menos 30 minutos después de cerrar la puerta, para determinar si algún nivel de HCN se había dispersado en la sala.

(b) Aire del gabinete después del tratamiento con PolyCyano UV

No fue posible monitorear los niveles de HCN dentro de los gabinetes durante el tratamiento, porque la deposición de polímero de cianoacrilato sobre/en el monitor era muy probable que le causara daños considerables. Por lo tanto, para determinar los niveles de HCN dentro del gabinete inmediatamente después de completar un tratamiento con PolyCyano UV, se colocó el monitor en una repisa dentro de un gabinete MVC™1000/D y se tomaron muestras del aire durante aproximadamente 5 minutos, con la puerta del gabinete entreabierta. Como antes, se muestreó aire del recinto antes, durante y después del tratamiento.

(c) Humo de cigarrillo

Se ha reportado que en el humo de cigarrillo hay niveles significativos de HCN [4, 5]. Para comprobar que el monitor QRAE Plus estaba funcionando correctamente y para comparar con los niveles de HCN detectados durante las pruebas con PolyCyano UV, se midieron los niveles de HCN producidos al quemar un cigarrillo en un espacio cerrado.

Se fijó un solo cigarrillo en posición vertical a un soporte metálico, de modo que al encenderlo se consumiera hacia arriba. Se encendió el cigarrillo y se colocó encima una caja de cartón con un volumen interno de aproximadamente 44 litros (0.45 x 0.36 x 0.27 m). Luego se ubicó el monitor en una abertura hecha en uno de los extremos de la caja y se muestreó el aire encerrado durante aproximadamente 15 minutos. Como esta prueba se realizó al aire libre, fuera del edificio, el aire ambiente solo se muestreó durante unos 5 minutos antes y después de muestrear el aire de la caja, ya que se consideró muy poco probable detectar HCN.

Análisis de datos

Las cantidades de HCN detectadas fueron registradas por el QRAE Plus y, posteriormente, estos datos se descargaron al software ProRAE Suite (Versión 3.01 Beta Build 304 May 12 2004) suministrado con el monitor. El archivo de datos incluía: la fecha de muestreo; la cantidad promedio de HCN detectada por cada minuto de operación; los niveles de alarma preestablecidos; el número de serie del instrumento; y la fecha de la última calibración. Los datos se presentan en formato de texto y gráfico para cada punto de datos y como un resumen de los resultados en cada periodo de muestreo. Estos datos se exportaron a Microsoft Excel y las entradas con hora se contrastaron con las notas escritas tomadas durante las pruebas, donde se detallaban los horarios de actividades específicas como el blanco de aire fresco, el muestreo de aire ambiente, el inicio de un ciclo de tratamiento, etc. [Apéndice 2].

Resultados y discusión

(a) Aire ambiente durante el tratamiento PolyCyano UV

En ningún momento, durante las pruebas realizadas con las cabinas MVC™/D, se activaron alarmas en el monitor QRAE Plus. En tres de las cuatro pruebas no se detectó HCN en el aire del recinto durante ni después del ciclo de tratamiento PolyCyano. Estos experimentos se realizaron con las cabinas MVC™1000/D y 3000/D.

En la prueba con la cabina MVC™5000/D, se detectó HCN a un nivel de 0,1 ppm durante 10 de 94 minutos del proceso de tratamiento. No se detectó HCN cuando se abrió la puerta de la cabina ni en el aire del recinto después de finalizar el tratamiento.

En 2 de las 5 pruebas, se detectó HCN en el aire del recinto a un nivel de 0,1 ppm antes de iniciar el proceso de tratamiento. Por lo tanto, no es claro si la detección reportada de 0,1 ppm de HCN corresponde a un resultado positivo derivado del tratamiento PolyCyano UV o a alguna interferencia de fondo presente en el aire del recinto al momento de realizarse las pruebas. Aunque los espacios donde se realizaron las pruebas eran de tamaños significativamente distintos y, por ende, con diferente volumen de aire, esto no se consideró relevante, ya que el monitor se ubicó junto a la puerta de la cabina de vaporización para tomar muestras de aire en la zona donde la persona usuaria de la cabina tendría mayor exposición.

En la Tabla 1 se presenta un panorama general de los resultados obtenidos durante y después del proceso de tratamiento PolyCyano UV. Un resumen más detallado de los resultados se presenta en el Apéndice 3.

		Cianuro de hidrógeno detectado (ppm)		
		Máx.	Mín.	Promedio
Prueba de aire ambiente	MVC™1000/D	0.0	0.0	0.0
	MVC™3000/D	0.0	0.0	0.0
	MVC™5000/D	0.1	0.0	< 0.1
Prueba de aire en la cabina	MVC™1000/D	0.1	0.0	< 0.1
Prueba de cigarrillo	-	7.0	0.0	2.3

Tabla 1: Panorama general de los resultados obtenidos durante y después de los ciclos de tratamiento

(b) Aire del gabinete después del tratamiento PolyCyano UV

Se detectó cianuro de hidrógeno a 0.1 ppm en el aire de la sala durante 1 de 32 minutos del proceso de tratamiento y durante 1 de 48 minutos después de que el proceso de tratamiento se completó. No se detectó HCN dentro del gabinete MVC™000/D inmediatamente después de finalizar el ciclo de tratamiento ni en el aire de la sala antes de iniciar la prueba. Dado que no se detectó HCN dentro del gabinete de vaporización al final del proceso de tratamiento, cuando se esperaría que los niveles fueran los más altos si el gas se generara a partir del polvo PolyCyano UV, no es claro si los niveles de 0.1 ppm detectados se deben al proceso de tratamiento o a la presencia de interferencia de fondo.

(c) Humo de cigarrillo

Esta prueba mostró que se produjo HCN en niveles detectables dentro de la caja a los cuatro minutos de encender el cigarrillo. Siete minutos después de encenderlo, se activó la alarma de nivel bajo del QRAE Plus, y los niveles detectados alcanzaron un pico de 7 ppm un minuto después.

Esta prueba confirmó que el monitor estaba detectando HCN cuando se esperaba que estuviera presente en el aire muestreado. También evidenció que la cantidad de HCN generada al quemar un solo cigarrillo es muy superior a los niveles que podrían producirse siguiendo los procedimientos recomendados para el tratamiento PolyCyano UV. Aunque el volumen interno de la caja de cartón, de aproximadamente 44 litros, corresponde a cerca de una cuarta parte del del gabinete más pequeño (MVC™1000/D = 170 litros), ese volumen equivale a alrededor de diez veces la capacidad pulmonar total de un adulto [6]. Por lo tanto, la comparación se considera válida, dado que las personas fumadoras inhalan el humo del cigarrillo directamente a sus pulmones, mientras que quienes usan los gabinetes MVC™/D respiran aire del ambiente.

La decisión de usar un monitor industrial de gases tóxicos, en lugar de una prueba de laboratorio más sensible, se tomó tras considerar el límite vigente en el Reino Unido de exposición a corto plazo en el lugar de trabajo (10 ppm) [1] y las condiciones en las que se prevé que se utilice PolyCyano UV. Aunque pruebas más sensibles, como el método de picrato de sodio, el método de picrato de resorcinol [3] o los tubos adsorbentes/cromatografía iónica (NIOSH 6017:2003) [7], podrían haber detectado la presencia de HCN a niveles inferiores a 0.1 ppm, actualmente esos niveles tan bajos no se consideran un riesgo para la salud humana y pueden encontrarse por exposición ambiental al humo de cigarrillo o a los gases de escape de vehículos [5].

El monitor de gases tóxicos QRAE Plus se usa de manera habitual en aplicaciones industriales donde la producción o el uso de cianuro de hidrógeno podría representar un riesgo para la salud humana. Se encontró que el monitor era un instrumento resistente y fácil de operar que, al usarse junto con el software ProRAE Suite, permitió obtener registros detallados de los niveles de cianuro de hidrógeno detectados durante las pruebas realizadas.

Los riesgos asociados a la exposición a vapores de cianoacrilato durante el proceso de vaporización con “superglue” son bien conocidos [8]. Por eso, las cabinas MVC™/D de Foster + Freeman se diseñan con sellos internos y filtros de carbón para reducir al mínimo el riesgo de exposición del usuario, y se ha establecido un procedimiento para detectar fugas de vapores de cianoacrilato. El Límite de Exposición de Corta Duración en el Trabajo (STEL, periodo de referencia de 15 minutos) vigente en el Reino Unido para el cianoacrilato de etilo, de 0,3 ppm, es considerablemente menor que las 10 ppm especificadas para el HCN [1]. Sin embargo, los posibles riesgos de generación de cianuro de hidrógeno por las temperaturas más altas requeridas en el proceso de tratamiento PolyCyano UV han suscitado comentarios, debido a un posible desenlace fatal si un usuario llegara a exponerse a altas concentraciones de este gas tóxico. Los resultados obtenidos aquí muestran que, cuando lo utilizan personas debidamente capacitadas, el uso del polvo PolyCyano UV en las cabinas de vaporización MVC™/D produce niveles de exposición ocupacional al HCN que cumplen con las directrices vigentes del Reino Unido en salud y seguridad.

Conclusión

Los resultados de las pruebas realizadas en Foster + Freeman Ltd durante junio de 2011 mostraron que el uso del polvo PolyCyano UV en modelos actualizados de las cabinas MVC™/D de vaporización con cianoacrilato, siguiendo el procedimiento recomendado, no generó niveles detectables de cianuro de hidrógeno superiores al 1% de los límites de exposición ocupacional vigentes en el Reino Unido. De hecho, el monitor QRAE Plus no detectó cianuro de hidrógeno durante la mayor parte del tiempo en los periodos de muestreo de aire. En comparación, la combustión de un solo cigarrillo en un espacio cerrado produjo niveles de cianuro de hidrógeno de hasta 7 ppm.

Siempre que quienes usen el nuevo polvo PolyCyano UV sigan el procedimiento recomendado y las directrices vigentes para el proceso de revelado por vaporización de cianoacrilato usando la línea de cabinas MVC™/D, cualquier posible exposición del usuario al cianuro de hidrógeno cumple con las directrices actuales de Salud y Seguridad del Reino Unido.

Referencias

1. www.hse.gov.uk/coshh/table1 EH40/2005 Límites de Exposición en el Lugar de Trabajo. Tabla 1: Lista de límites de exposición ocupacional aprobados (consolidada con enmiendas de octubre de 2007). Consultado en junio de 2011.
2. Stokes, M y Brennan J; Un gabinete independiente para vaporización de cianoacrilato. Forensic Science International, 71 (1995) 181 -190.
3. T.C. Fung, et al., Investigación sobre la generación de cianuro de hidrógeno a partir del proceso de vaporización de cianoacrilato usado para la detección de huellas dactilares latentes, Forensic Sci. Int. (2011), doi:10.1016/j.forsciint.2011.06.004.
4. www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1202487077231 Health Protection Agency HPA Compendio de Riesgos Químicos: Cianuro de hidrógeno. Versión 3, 2011. Pritchard, J D. Consultado en junio de 2011
5. www.hc-sc.gc.ca/hc-ps/tobac-tabac/legislation/label-etiquette/graph/cyan15-eng Donde hay humo, hay cianuro de hidrógeno, Health Canada. Consultado en junio de 2011
6. Manual de Primeros Auxilios (9a edición), ISBN 978 1 4053 3537 9 Dorling Kindersley Ltd, 2009
7. NIOSH 6017:2003 Forder, J, Health and Safety Laboratory, Buxton, Reino Unido. Comunicación personal
8. Equipo de vaporización con superpegante: Cianoacrilato de etilo (Notas de cumplimiento 030-51-13) marzo de 2011, Foster & Freeman Ltd, Evesham, Reino Unido.

Apéndice 1: Certificado de calibración para el monitor QRAE Plus



Certificate of Calibration

Customer:	**Ribble Enviro Hire Fleet**
Instrument:	QRAE PLUS
Job:	Test and Recalibration
Serial number:	152-402525
Fleet Number:	R32004
Certificate no:	402525/130611
Tested on:	13/06/2011
Next calibration due:	Dec/2011
Calibration:	HCN

Applied Gas Concentration:	*Cylinder Reference:*	*Initial Sensor Reading*	*Final Sensor Reading*	*Accuracy Limits*
HCN 10ppm	2476/0211	9.0ppm	10ppm	+/- 3%

The Instrument has been calibrated after Re-Zeroing & Introducing Span Calibration Gas, using gas that is traceable to national standards and has been prepared in accordance with BS4559.

Calibration Engineer: Paul Lonsdale .....

Tel: 01200 445 804 **Fax:** 01200 445 809 **Email:** info@ribble-enviro.co.uk
Ribble Enviro Ltd., Unit 4, Gisburn Business Park, Gisburn, Nr Clitheroe, BB7 4JP, UK
Company Registered in England: 06140589 **VAT No.:** GB 906 6241 34

Anexo 2: Ejemplo de registro de actividad de prueba

Monitoreo de cianuro de hidrógeno en el aire

Detector: QRAE Plus **N.º de serie:** 152-402525
Sensor instalado: H C N **N.º de flota:** R32004

Fecha de la prueba: 17/06/11 **Operador(es):** Nicky Freeman

A n d r e w
C o x

Hora	Actividad	Alarma (S/N)	Comentarios
8:18	Monitor encendido	N	Calibración en aire fresco – Sí
8:20	Monitor ubicado junto al MVC™5000/D	N	Se dejó para obtener lectura de fondo
8:50	Ejecución de PolyCyano UV en el MVC™5000/D	N	
10:25	Se abrió la puerta al finalizar el ciclo	N	
10:27	Puerta cerrada	N	
11:00	Se retiró el monitor de la sala del MVC™5000/D	N	
11:01	Se trasladó el monitor al área de oficinas	N	
11:13	Monitor apagado	-	

Monitor QRAE Plus suministrado por Ribble Enviro Ltd - 14/06/2011 Monitor calibrado por Ribble Enviro Ltd - 13/6/2011 [Certificado n.º: 402525/130611 Alarma baja 4.7 ppm / Alarma alta 50 ppm / Alarma STEL 4.7 ppm / Alarma TWA 4.7 ppm

Apéndice 3: Resultados de detección de cianuro de hidrógeno

MVC™1000/D

Fecha	Aire muestreado	Máx.	Mín.	Promedio
15/06/2011	Sala antes del tratamiento	0.1 (9 de 75)[1]	0.0	< 0.1
	Habitación durante el tratamiento	0.0	0.0	0.0
	Habitación - Puerta del gabinete abierta	0.0	0.0	0.0
	Habitación después del tratamiento [2]	0.0	0.0	0.0
16/06/2011	Sala antes del tratamiento	0.0	0.0	0.0
	Habitación durante el tratamiento	0.0	0.0	0.0
	Habitación – Puerta del gabinete abierta	0.0	0.0	0.0
	Habitación después del tratamiento	0.0	0.0	0.0
23/06/2011	Sala antes del tratamiento	0.0	0.0	0.0
	Habitación durante el tratamiento	0.1 (1 de 32) [1]	0.0	< 0.1
	Aire dentro del gabinete	0.0	0.0	0.0
	Habitación después del tratamiento	0.1 (1 de 48) [1]	0.0	0.0

[1] Número de puntos de datos en el nivel indicado, del total de puntos de datos del periodo de muestreo; cada punto de datos = nivel detectado promediado de 1 minuto.

[2] Se abrió la puerta durante 5 minutos después del tratamiento y el aire de la sala se muestreó solo por 17 minutos posteriores

MVC™3000/D

Fecha	Aire muestreado	Máx.	Mín.	Promedio
16/06/2011	Sala antes del tratamiento	0.0	0.0	0.0
	Habitación durante el tratamiento	0.0	0.0	0.0
	Habitación - Puerta del gabinete abierta	0.0	0.0	0.0
	Habitación después del tratamiento	0.0	0.0	0.0

MVC™5000/D

Fecha	Aire muestreado	Máx.	Mín.	Promedio
17/06/2011	Sala antes del tratamiento	0.1 (2 de 30) [1]	0.0	< 0.1
	Habitación durante el tratamiento	0.1 (10 de 94) [1]	0.0	< 0.1
	Habitación - Puerta del gabinete abierta	0.0	0.0	0.0
	Habitación después del tratamiento	0.0	0.0	0.0

[1] Número de puntos de datos en el nivel indicado, del total de puntos de datos del periodo de muestreo; cada punto de datos = nivel detectado promediado de 1 minuto.

Humo de cigarrillo

Fecha	Aire muestreado	Máx.	Mín.	Promedio
16/06/2011	Aire fresco antes del experimento	0.0	0.0	0.0
	Aire dentro de la caja – Cigarrillo encendido	7.0 (1 de 15) [1, 2]	0.0	2.1
	Habitación después del tratamiento	0.0	0.0	0.0

[1] Número de puntos de datos en el nivel indicado, del total de puntos de datos del periodo de muestreo; cada punto de datos = nivel detectado promediado de 1 minuto.

[2] 12 de los 15 puntos de datos registraron valores de HCN superiores a 0.0 ppm

FOSTER + FREEMAN LTD
Vale Business Park
Evesham, Worcestershire
WR11 1TD, Reino Unido
sales@fosterfreeman.com
www.fosterfreeman.com

Oficina principal y oficina de ventas del Reino Unido

Foster + Freeman agradece los comentarios de sus clientes sobre este producto. Foster + Freeman con gusto brinda asesoría, instalación, capacitación y mantenimiento en sitio en todo el mundo para todos sus productos.

Foster + Freeman se reserva el derecho de modificar las especificaciones de este producto, sus accesorios y consumibles sin previo aviso. Este documento contiene información propietaria protegida por derechos de autor. Todos los derechos reservados.

Derechos de autor © Foster + Freeman Ltd

FOSTER + FREEMAN USA INC
46030 Manekin Plaza
Sterling
Virginia 20166, EE. UU.
usoffice@fosterfreeman.com
www.fosterfreeman.com

Oficina de ventas en EE. UU.