

UTILIZACION DE FILTROS DE PROTECCION PERSONAL FRENTE A VAPORES ORGANICOS

Autor: Fernando DEL PINO LAZARO
Centro Nacional de Medios de Protección.
Sevilla

INTRODUCCION

El vacío existente en la normativa nacional y las peculiaridades que presentan los filtros denominados contra vapores orgánicos respecto a su forma de utilización, según se verá con posterioridad, ha movido a la realización de la presente publicación.

El enfrentamiento de ambientes, contaminados con vapores orgánicos, mediante equipos dependientes del medio ambiente (adaptador facial y filtro), presenta dos características fundamentales que lo diferencian del tratamiento de otros ambientes, como pueden ser gases ácidos o amoníaco.

La primera diferenciación clara proviene de la variedad de contaminantes a la que puedan enfrentarse los filtros: los filtros contra cloro, sulfuroso, sulfuro de hidrógeno y amoníaco, hoy por hoy, en España son específicos y, por tanto, puede estudiarse perfectamente sus posibilidades para el contaminante de que se trate, siendo fundamentalmente, distinto el planteamiento de los "vapores orgánicos", término genérico que abarca un sin fin de contaminantes.

La segunda diferenciación es aún más importante y es la que, definitivamente, obliga a estudiar los equipos dependientes del medio ambiente contra vapores orgánicos, desde una perspectiva distinta a la planteada con otros tipos de ambientes. Esta segunda diferenciación estriba en la gran diferencia de la Concentración Promedio Permisible (C.P.P.) de los vapores orgánicos, respecto de los gases ácidos enunciados con anterioridad.

Así, mientras que el cloro posee una CPP de 1 ppm, los disolventes orgánicos más comunes poseen

CPP entre 50 y 500 ppm, lo que hace acortar notablemente la duración de los filtros de vapores orgánicos respecto de los gases ácidos, debido a que se permite enfrentar a los filtros a concentraciones más elevadas, como se demostrará con posterioridad.

Los filtros contra vapores orgánicos poseen un lecho de carbón activo en cuya superficie interna se adsorben los vapores de los disolventes orgánicos a que se enfrentan.

Aún cuando la duración de estos filtros depende en gran medida de las características del carbón activo y de la forma de relleno del filtro, la tecnología en la actualidad ha avanzado tanto que la mayoría de los fabricantes considerados de calidad consiguen filtros de muy similares características.

Los filtros de protección personal pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- Los **filtros clase I**, que se acoplan mediante tubo traqueal a un adaptador tipo máscara. Su volumen es grande, por lo que suelen estar metidos en una bolsa que lleva colgada el usuario. Estos filtros se utilizan muy escasamente y en situaciones tan especiales que, prácticamente, no se ven en la industria española.
- Los **filtros clase II** suelen poseer volúmenes comprendidos entre 250 y 500 centímetros cúbicos y, mediante rosca universal, se acoplan a las máscaras. Estos filtros pueden utilizarse en ambientes bastante contaminados y afectan a los órganos visuales.
- Los **filtros clase III**, que poseen volúmenes comprendidos entre 100 y 200 centímetros cúbicos, se acoplan en los adaptadores faciales tipo mascarilla, que no cubren los ojos, siendo los más utilizados en la industria nacional, tanto por su economía como por su comodidad.

Internacionalmente, se ha venido en considerar para los equipos de protección personal una constante de seguridad, denominada "factor de protección", que define la protección máxima que cabe esperar del equipo considerado.

Dicho factor de protección viene relacionado con la hermeticidad del adaptador facial con la cara del usuario, y es un número que multiplicado por la concentración promedio permisible (CPP) del contaminante, proporciona la concentración máxima a la que puede enfrentarse el equipo de protección personal considerado.

Una vez efectuada esta introducción, se pasan a

TABLE 1
 CUADRO RESUMEN ESTUDIO ESTADISTICO

COMPUESTO	FRECUENCIA (%)					TOTAL	CPP (p.p.m.)	INDICE: Frecuencia total/CPP
	BARCELONA	CANTABRIA	MADRID	MURCIA	VIZCAYA			
Tolueno	14'6	26'3	16'2	18'8		75'9	100	0'76
Xileno	6'0	13'2	7'2	15'8	7'8	50'0	100	0'50
Etil benceno	5'5		5'2	12'9		23'6	100	0'24
Tricloroetileno	9'2	5'3	2'8		4'5	21'8	50	0'44
Acetato de etilo	6'1	5'7	7'6	7'9	6'2	33'5	400	0'084
Percloroetileno	5'3	2'1				7'4	50	0'15
Metil etil cetona	5'3	8'5	9'1	7'9	6'5	37'3	200	0'19
N-Hexano	4'9	1'1	1'0	5'9		12'9	50	0'26
Hidrocarburos alifáticos C ₅ - C ₁₀	13'5	3'2	7'6	3'0	7'7	35'0	400 (600+200)	0'088
Acetato de N + isobutilo	6'1		10'8	12'8	10'9	40'6	200	0'20
Metil isobutil cetona	2'7	5'3	7'6	4'0	3'3	22'9	100	0'23
1, 1, 1 tricloroetano	2'7	1'4			2'1	6'2	350	0'018
Hidrocarburos aromáticos pesados	2'3	1'8				4'1		
Acetona	2'3	3'9	9'3		8'1	23'6	750	0'031
Benceno	2'3	7'8		3'0	2'7	15'8	10	1'58
Isobutanol	1'6	1'1	5'1		8'1	15'9	100	0'16
Acetato de cellosolve	1'5			4'0	2'7	8'2		
Isopropanol	1'0	2'1	5'2		6'3	14'6	400	0'037
Estireno		2'1	2'6	2'0	1'3	8'0		
Butadieno		1'1				1'1	1.000	0'0011
Ciclohexano		1'1				1'1	300	0'0037
Etanol			3'2		1'3	4'5	1.000	0'0045
N-Butanol			3'0	2'0	2'8	7'8	50	0'16
Diclorometano			1'8			1'8	100	0'018
Tetracloroetileno			1'3		3'0	4'3	100	0'043
Acetato de metilo					1'9	1'9	200	0'0095

* La frecuencia se considera como el porcentaje correspondiente a cada analito sobre la base del total de determinaciones.

considerar cada una de las clases de equipos de filtración contra vapores orgánicos, efectuándolo en orden inverso para claridad de la exposición.

LOS EQUIPOS FORMADOS POR MASCARILLAS Y FILTROS CLASE III

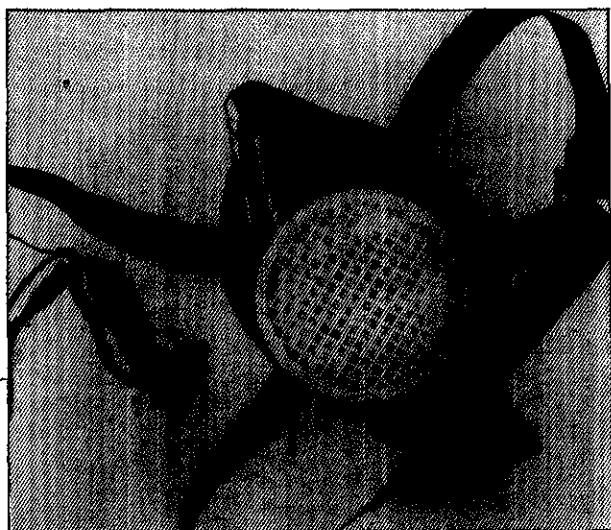
En la homologación de los adaptadores faciales tipo mascarilla, se exige que la hermeticidad con la cara del usuario sea al menos del 95%; esto indica que la concentración dentro de la mascarilla será como máximo el 5% de la concentración exterior, efectuando un cálculo simple, puede llegarse a la conclusión de que el usuario respirará la CPP cuando la concentración exterior sea 20 veces dicha CPP del contaminante de que se trate.

Aplicando un coeficiente de seguridad de dos, se llega a que el "factor de protección" de estos equipos posee el valor 10, lo que quiere decir que la concentración máxima a que puede enfrentarse el filtro será:

$$C_{\max} = 10 \times \text{CPP}$$

Por otra parte, la concentración de ensayo del filtro es de 1.000 ppm y su duración a dicha concentración, dependiendo del filtro y del disolvente orgánico de que se trate, oscila entre 30 y 60 minutos, por lo que dichos equipos no deberán enfrentarse nunca a concentraciones superiores a 1.000 ppm.

Estos equipos, tanto por su comodidad como por ser los más económicos, se emplean con gran profusión en la industria y, muy especialmente, en puestos de trabajo donde se utiliza la pintura al duco, de cuyo disolvente se trata de proteger al usuario.



Tras estudio de los disolventes y vapores orgánicos, en general, efectuados a través de los datos proporcionados por los CC.II.AA.TT y Gabinetes del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, se llegó a la conclusión de que los compuestos orgánicos más frecuentes en los ambientes de trabajo, según se muestra en la tabla n.º 1, son: tolueno, xilenos, acetatos de n+isobutilo, metil-etil-cetona, acetato de etilo, hidrocarburos alifáticos C₅ - C₁₀, etilbenceno, acetona, metil-isobutil cetona y tricloro etileno, tomando los diez más usuales, y todos ellos, a excepción del tricloro etileno, poseen CPP superior o igual a 100 ppm. Luego, para todos los casos, la concentración máxima de utilización serán 1.000 ppm, ya que nunca deben utilizarse filtros a concentraciones superiores a las de ensayo.

En teoría, si la concentración de un ambiente de trabajo fuese precisamente la CPP, puede considerarse que en dicho puesto no existe riesgo higiénico; pero, considerando que debe utilizarse equipo de protección personal aún para este caso límite, aplicando la fórmula obtenida por Nelson y contrastada en el Laboratorio de Protección Respiratoria del Centro Nacional de Medios de Protección:

$$T \cdot C^{0.7} = k$$

donde: T = tiempo de duración del filtro

C = concentración a que se enfrenta

K = constante del filtro,

la duración del filtro ensayado a 100 ppm, sería del orden de 150 a 300 minutos. Dicho de otra forma; aún cuando los filtros clase III contra vapores orgánicos se enfrenten a la concentración mínima de utilización (CPP) de los disolventes más comunes, su duración es inferior a una jornada laboral.

Esto pone en duda la rentabilidad de los filtros estudiados, siempre que se utilicen en las condiciones adecuadas, por lo que de la valoración precio-duración del equipo se desprende que sólo deberán utilizarse en situaciones eventuales o trabajos de corta duración y para puestos de trabajo de excesiva movilidad, pues en puestos de trabajo de gran duración y escasa movilidad será mucho más rentable el equipo con suministro de aire, bien sea comprimido o fresco de un recinto no contaminado cercano.

LOS EQUIPOS FORMADOS POR MASCARAS Y FILTRO CLASE II

En la homologación de los adaptadores faciales tipo máscara, se exige una hermeticidad con la cara del 99,5% y, efectuando un cálculo similar al desarro-

llado para los filtros clase III, se llega a la conclusión de que el "factor de protección" para estos equipos es de 100, esto es, la concentración máxima de uso será:

$$C_{\max} = 100 \times \text{CPP}$$

Dado, además, que la concentración de ensayo es de 5.000 ppm, estos filtros no podrán utilizarse a más de dicha concentración, teniendo una duración comprendida entre 30 y 60 minutos.

Si se realiza un cálculo similar al efectuado en el estudio de los filtros clase II, para concentraciones de 100 ppm se obtienen tiempos de duración comprendidos entre 450 y 900 minutos, lo que oscila entre una y dos jornadas laborales.

No obstante, y debido a las molestias ocasionadas por este equipo, nunca deberá utilizarse en trabajos continuados; sin embargo, pueden ser muy útiles en trabajos eventuales en los que la concentración del contaminante sea elevada pero siempre inferior a 5.000 ppm.

LOS EQUIPOS FORMADOS POR MASCARAS, TUBO TRAQUEAL Y FILTRO CLASE I

Estos equipos, dadas sus características de peso y precio, frente a validez de utilización, son muy escasamente utilizados en la industria.

Poseen un volumen aproximado de 1.500 a 2.000 centímetros cúbicos, lo que les proporciona una capacidad de retención mucho mayor.

La hermeticidad con la cara de la máscara es la misma que en el caso anterior y, por lo tanto, el factor de protección es el mismo también (100).

Sin embargo, la concentración de ensayo es de 20.000 ppm y la duración de los filtros a dicha concentración es de 40 minutos aproximadamente; luego a 1.000 ppm que sería la concentración máxima de uso para un contaminante cuya CPP fuera de 100 ppm, caso común entre los disolventes orgánicos, según se ha discutido, la duración del filtro será aproximadamente 330 minutos, que puede llegar a ser una jornada laboral.

Aún cuando las prestaciones de retención de estos filtros son superiores a los de clase II enunciados con anterioridad, debido a la hermeticidad con la cara del usuario de las máscaras, la concentración máxima de uso es la misma en función de la CPP y, por tanto, no presenta grandes ventajas respecto al filtro II. Esto, unido a la gran diferencia en precio, hace que los equipos con filtro clase I no posean interés práctico salvo en muy contadas excepciones.

TABLA 2

CPP/CLASE	I	II	III
50 - 200	20 a 40 h.	10 a 20 h.	3 a 10 h.
200 - 500	10 a 20 h.	5 a 10 h.	2 a 3 h.
500 - 2000	3 a 9 h.	2 a 5 h.	-
2000 - 5000	2 a 3 h.	1 a 2 h.	-
5000 - 20000	40 min. a 2 h.	-	-

Siempre estos equipos podrán sustituirse por los semiautónomos de aire fresco, de similares prestaciones e incomodidad, pero de mucha mayor rentabilidad por la gran duración de estos últimos equipos.

CONCLUSIONES

Como guía de utilización se presenta la Tabla 2, donde se relacionan los ambientes contaminados con disolventes orgánicos cuyas CC.PP.PP. no sean inferiores a las 5 ppm, lo que es normal según el cuadro de la Tabla 1, y la duración aproximada de los filtros contra vapores orgánicos según la clasificación de las Normas Técnicas Reglamentarias MT.

Del estudio del tipo de puesta de trabajo, su movilidad, su frecuencia, la concentración presente y la clase de contaminante, el higienista podrá deducir el equipo que puede utilizarse y si es rentable económicamente o no, frente a otras clases de equipos y, fundamentalmente, los independientes del medio ambiente, que, aún cuando el desembolso inicial al comprarlos es elevado, su mantenimiento y reposición de piezas suele ser económico y, por lo tanto, siempre rentable a largo plazo.