

# ACEITES Y FLUIDOS INDUSTRIALES

**M<sup>a</sup> Teresa URBIETA GARAGORRI**

Doctora en Ciencias Químicas.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

C.N.V.M. Vizcaya

**J. VELASCO**

Ingeniero Técnico

Jefe de Higiene Industrial - MAPFRE Zona Norte.

**J. LAUCIRICA**

Licenciado en Ciencias Químicas.

Jefe del Departamento de Tribología. Tekniker.

## INTRODUCCION

Desde los comienzos de la industrialización se han usado aceites para muchas operaciones industriales. Se utilizan como lubricantes, como refrigerantes, en operaciones de mecanizado de piezas como fluidos de corte, en operaciones de temple, como protectores metálicos, como aislantes eléctricos, etc.

A lo largo de los años, la variedad de procesos en los que pueden intervenir ha conducido al establecimiento de formulaciones muy variadas, las cuales se mantienen en secreto salvo raras excepciones.

Cuando a un laboratorio dedicado al análisis de contaminantes químicos ambientales, llega una muestra de "aceite" para ser analizada, es necesario realizar diversas consideraciones.

En la solicitud de análisis no figura, generalmente, la composición del "aceite", la primera suposición es considerarlo aceite mineral, es decir, una fracción de petróleo. Si la muestra real responde a este supuesto, su análisis no resulta problemático. Si la muestra real no responde a este supuesto, los problemas que surgen son de difícil solución, por la variedad y secreto en su formulación tal y como se indicaba al principio.



## OBJETO

En este artículo se pretende dar una visión de la variedad de compuestos en las distintas formulaciones según sean las características del aceite, o fluido industrial, sobre todo los utilizados para los procesos de mecanizado en los cuales se observa la mayor variedad y número. También se analizarán los riesgos potenciales o riesgos evidentes asociados a la utilización de los mismos.

Desde el punto de vista de la prevención de la salud, se expondrán algunos parámetros que pueden considerarse de interés para la evaluación de los aceites y fluidos industriales.

Por último, este trabajo se complementa con la exposición de algunos criterios técnicos generales para la selección de un fluido de aceite.

## ACEITES MINERALES

Los aceites minerales (aceites de base lubricante y derivados) se producen en grandes cantidades y entran en la composición de toda una gama de productos utilizados principalmente en la lubricación.

La composición de estos aceites varía según el petróleo bruto, el pro-

ceso de refinado, y los aditivos específicos para cada función.

Los petróleos que de origen, presentan una concentración elevada de hidrocarburos aromáticos y particularmente en hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH) dan origen en su destilación a una fracción de aceite mineral rico en estos compuestos. Algunos PAH son cancerígenos. En consecuencia, se hace imprescindible eliminar su presencia lo que se consigue en proporciones aceptables mediante tratamiento ácidos y de extracción con disolventes.

Los aceites minerales durante su uso y por la acción del calor experimentan un proceso de desnaturalización en el que se produce un aumento en la concentración de PAH. Se conocen casos de aceite de motor usados en que se ha producido un enriquecimiento en benzo (a) pireno, que es uno de los PAH cancerígenos, desde 26 g a 5800 g por litro de aceite.

Además, existen actualmente en el mercado fluidos sintéticos (aceites sintéticos) como polialfaolefinas y polibutenos que sustituyen a los anteriores evitando los problemas derivados de la utilización de diferentes petróleos y procesos de refinado. Ya que estos fluidos no contienen hidrocarburos aromáticos policíclicos no se espera que sean cancerígenos.

## OTROS FLUIDOS INDUSTRIALES

Sobre todo en los procesos de "corte", en los procesos de mecanizado de piezas en los que la refrigeración es un factor muy importante a tener en cuenta, se utilizan un conjunto de fluidos en los que hay una sustitución parcial o total de los aceites minerales obteniéndose respectivamente fluidos emulsionables o fluidos acuosos.

Estos fluidos acuosos albergan una población microbiana que por el uso, el calor y otros factores va aumentando. Se ha considerado que puede provocar dermatitis irritativa a los usuarios; sin embargo, investi-

gaciones simultáneas de la flora bacteriana de estos fluidos y de la piel de los usuarios no admiten la hipótesis de que las bacterias presentes en los fluidos colonizan la piel y tampoco inician o mantienen la dermatitis asociada con la exposición a estos fluidos.

## RIESGOS GENERADOS POR EXPOSICION

Los riesgos se derivan de la utilización de los mismos. Así, en el caso de los aceites y fluidos de corte utilizados en operaciones de mecanizado con herramienta cortante o con herramienta abrasiva, en operaciones de temple, etc., el contacto cutáneo y la inhalación de nieblas y vapores son los dos factores a tener en cuenta. En el caso de los aceites utilizados en circuito cerrado como aceites para motores o turbinas, etc., el contacto solo puede ser accidental.

### Aceite base (fracción de petróleo)

Aquellos fluidos que tienen base de aceite mineral, presentan potencial riesgo cancerígeno por la posible presencia de hidrocarburos aromáticos polinucleares, como el benzo (a) pireno. Mientras que los aceites base, no irritan la piel o los ojos durante una única exposición, el contacto con la piel de forma periódica continuada puede causar irritación dérmica por la acción disolvente del aceite que elimina la capa grasa de la piel. Se observa que los hidrocarburos más ligeros componentes de los aceites como keroseno (p.e. 175-325°C) y disolvente stoddard (p.e. 152-210°C) son irritantes más fuertes que las fracciones más pesadas.

Esta irritación puede afectar a los folículos pilosos y glándulas sebáceas. Pueden formarse espinillas que por inflamación produzcan el acné oleoso.

El aceite insoluble está asociado a la infección bacteriana de la piel. Se puede producir foliculitis del aceite a partir de bacterias presentes en los

aceites o en la piel. Ocasionalmente bacterias patógenas contaminantes, especialmente estafilococos, pueden infectar casos preexistentes de acné del aceite, dermatitis de contacto o heridas.

También el aceite insoluble puede originar cambios en la pigmentación de la piel.

Cuando se calienta aceite mineral se producen nieblas y vapores del mismo. Su inhalación puede provocar la irritación de las vías respiratorias. Así la American Conference Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) tiene establecido un valor límite ponderado en el tiempo de 5 mg/m<sup>3</sup> aire, para la exposición sin riesgo de nieblas de aceite mineral.

### Aditivos con riesgo dermatológico

Con objeto de que los aceites o fluidos industriales posean unas características concretas de acción, se añaden generalmente pequeñas cantidades de algunos productos químicos a los que se denominan aditivos. Algunos de estos aditivos presentan potencial riesgo dermatológico.

Así, para procesos de mecanizado realizados a alta velocidad y temperatura se añaden aditivos llamados de extrema precisión como derivados de cloro, azufre y fósforo. Estudios recientes indican que las parafinas cloradas presentan baja toxicidad.

Para limitar la población microbiana generada en los aceites emulsionables y en los fluidos solubles se añaden bactericidas como, p fenoles, triazinas y otros generadores de formaldehído, derivados nitrados, etc.

La proliferación microbiana provoca la degradación del fluido y genera malos olores a veces debidos a la formación de ácido sulfhídrico ocasionada por la degradación bacteriana de los sulfoderivados. Para eliminar el mal olor y en consecuencia la degradación del fluido, se añade de forma a veces incontrolada el bactericida. Así, la concentración

del bactericida en el fluido puede ser muy superior a la recomendable desde el punto de vista del riesgo dermatológico. Esto explica que las dermatitis de contacto estén originadas en muchas ocasiones por los bactericidas.

Aditivos muy importantes desde el punto de vista tecnológico y de alto riesgo en algunos casos son los inhibidores de la corrosión y antioxidantes entre los que se encuentran algunas aminas, nitritos, nitratos, mercaptobenzotiazol, fenoles.

En aquellos fluidos que contienen aceite mineral y compuestos en disolución acuosa se utilizan agentes emulsionantes para unir ambas fases acuosa y aceitosa como sulfonafinato sódico, fenoles, alcoholes e incluso acondicionadores del agua como tricresilfosfatos, boratos, etc.

Otros aditivos que se añaden en algunas circunstancias, son los colorantes para diferenciar tipo de fluidos con los compuestos azo, parafe-nilendiamina, etc. y agentes perfumantes.

## Riesgos dermatológicos de los aditivos

Los aditivos se utilizan generalmente en muy pequeñas proporci-

nes, sin embargo, a algunos de ellos se atribuyen la aparición de dermatitis de contacto, melanosis e incluso la aparición de tumores cancerígenos.

Así, presentan riesgo cancerígeno las nitrosaminas. Estas pueden ser generadas en los aceites emulsionables y en los fluidos acuosos sobre todo por la presencia de nitritos y aminas simultáneamente o por la acción de otros agentes nitrosantes (derivados nitrados, óxidos de nitrógeno, etc.) sobre las aminas casi siempre presentes en las formulaciones.

Prácticamente todos los bactericidas que se emplean pueden producir dermatitis de contacto irritante, por lo tanto su empleo se debe limitar a concentraciones bajas, con objeto de reducir el riesgo. También las aminas y otros dan lugar a este tipo de dermatitis. Se observan numerosos casos.

Las dermatitis de contacto alérgicas son escasas, pero hay numerosos aditivos potencialmente sensibilizantes. Así, los antioxidantes o inhibidores de la corrosión 4-terc-butilcatecol, sales fenólicas de calcio, 2-mercaptobenzotiazol, el bactericida Grotan BK, los tintes azo. etc.

Algunos aditivos fenólicos producen cambios en la pigmentación de la piel.

## EVALUACION DE NIEBLAS DE ACEITE

El riesgo de irritación de las vías respiratorias originado por la generación de nieblas de aceite, puede ser evaluado según la normativa N.I.O.S.H. correspondiente, P & CAM 159 y S-272, recoge las nieblas sobre un filtro de membrana de ésteres de celulosa, y tras extracción se efectúa su análisis por espectrofotometría de fluorescencia o el método P & CAM 283, que recoge las nieblas sobre filtros de membrana de ésteres de celulosa y se efectúa su análisis por espectrofotometría de infrarrojos.

## CONTROL DEL CONTENIDO EN AROMATICOS

El riesgo de cáncer o potencial cancerígeno de un fluido de corte, viene dado por la presencia de ciertas sustancias específicas, inicialmente los hidrocarburos policíclicos aromáticos contenidos en el aceite base y las N-nitrosaminas generadas en los fluidos acuosos, y emulsionables.

Es importante la utilización de aceites de base parafínica, desestimando los aceites de base aromática.





La evaluación del contenido en aromáticos de un aceite se puede efectuar por varias técnicas. La primera mediante el punto de anilina, que es un método consistente en evaluar la temperatura a la que se produce la mezcla homogénea de una parte del aceite con otro parte de anilina. La mezcla se producirá a una temperatura tanto más baja cuanto mayor sea el contenido en aromáticos del aceite.

Otros métodos para evaluar el contenido en aromáticos de un aceite mineral, son la espectrofotometría de infrarrojos y de ultravioleta-visible, que se basan en la relación existente entre el contenido en aromáticos y la cantidad de luz absorbida en ciertas regiones de la zona infrarroja o de la zona ultravioleta-visible.

Existen otros métodos físicos para determinar el porcentaje de aromáticos en función de la viscosidad, densidad e índice de refracción, especificados según la norma ASTM correspondiente.

Para el control de los hidrocarburos aromáticos de actividad cancerígena se puede emplear la cromatografía líquida de alta resolución y la cromatografía de gases/espectrometría de masas, que son métodos de

separación cromatográfica, y posterior identificación y cuantificación por espectrofotometría o espectrometría de masas.

### CONTROL DEL CONTENIDO EN NITROSAMINAS

La existencia de nitrosaminas en fluidos de corte, se origina a partir de la presencia de aminas y agentes nitrosantes como nitritos, derivados nitrados, oxidos de nitrógeno, etc.

La evaluación de estas sustancias se efectúa por medio de cromatografía líquida de alta resolución (anализador TEA, cromatografía de gases/analizador TEA cromatografía de gases/espectrometría de masas).

TEA (Thermal Energy Analyzer). Detector especialmente diseñado para la cuantificación de cantidades inferiores al nanogramo de N-nitroso compuestos, si bien en algunos estudios se ha efectuado el análisis por colorimetría del nitrito producido en la fotólisis de la nitrosamina, previa eliminación del nitrito libre que pudiera existir en el fluido.

No obstante, el método más sencillo para el control de estos productos

consiste en evitar la presencia en el fluido de las sustancias que lo originan, es decir, de los agentes nitrosantes y de las aminas.

Dada la importancia como aditivo que poseen las diversas aminas, se hace difícil por no decir prácticamente imposible sustituir estas sustancias. Sin embargo, se pueden reemplazar las aminas nitroestables por otras resistentes a la formación de nitrosaminas como las aminas primarias.

Con objeto de controlar la formación de nitrosaminas se deben evitar los aditivos generadores de formaldehído y minimizar las concentraciones de complejos metálicos ya que pueden ambos catalizar la reacción de formación de nitrosaminas.

De los agentes nitrosantes, el nitrito sódico ha sido uno de los antioxidantes más ampliamente utilizado en el campo de los fluidos sintéticos, pero cada vez tiene un campo más reducido dada la insistente recomendación de utilizar fluidos sin nitritos. Se puede sustituir el mismo por otros antioxidantes como los derivados bóricos de ácidos carboxílicos.

Un examen previo de la existencia o no de nitrosaminas, consiste en detectar la presencia o no de nitritos en

el fluido. El análisis se efectúa por métodos colorimétricos cualitativos y cuantitativos como el Merkoquant o mejor por espectrofotometría ultra-violeta-visible.

## OTROS CONTROLES

Dadas las características de las afecciones producidas por los fluidos de corte, los parámetros que se evalúan son aquellos que pueden favorecer las irritaciones de la piel, y que son: Acidez y Alcalinidad, por la agresión que ácidos y bases representan para la piel.

La evaluación de la acidez y alcalinidad se efectúa según la normativa ASTM D 974-80, ASTM D 664-80 y UNE 51-206-83.

Es importante este control para observar y cuantificar la variación experimentada con el uso y el paso del tiempo. Es un indicador de la descomposición del fluido.

Un segundo parámetro a evaluar será el de partículas totales, diferenciando entre partículas metálicas del total de sólidos suspendidos, dado que las partículas tienen un carácter de agresivos mecánicos, produciendo microtraumatismos en la piel y favoreciendo la penetración posterior de otros agresivos.

Las partículas metálicas se separan por medio de un imán y los sólidos en suspensión se separan por centrifugado o por filtración, utilizando método Millipore.

En el caso de los fluidos de corte acuosos, se evalúa el pH. Deben presentar un pH debilmente básico.

Un control que no se debe olvidar por su importancia es el control higiénico personal. Incluye la utilización de ropa protectora, delantales impermeables, protección de brazos con mangas si no conlleva riesgo de seguridad, lavado de la piel impregnada en las paradas de trabajo con detergentes no irritantes, evitar guardar trapos impregnados en los bolsillos.

Además se debe efectuar un reconocimiento médico previo al empleo

y reconocimientos médicos periódicos.

## CRITERIOS TECNICOS PARA LA SELECCION DE UN FLUIDO DE CORTE

Existen recomendaciones generales para la selección y uso de fluidos de corte (v.g. Machining Data Handbook) de acuerdo al tipo de operación de mecanizado, material a mecanizar y material de la herramienta. No obstante, la alternativa más objetiva y técnica para la selección de un fluido para mecanizar un material determinado, a través de un proceso concreto, consiste en some-



TIMKEN, etc.). A pesar de que se utilizan normalmente para el control de calidad y homologación, y estudio de las propiedades de fricción y extrema presión, pueden emplearse en la selección de un fluido de corte. La utilización de los resultados obtenidos en este tipo de ensayos exige un conocimiento adecuado de las condiciones en que deben utilizarse estos equipos de laboratorio para poder simular las condiciones tribológicas que se desarrollan en nuestro proceso de corte concreto.

Otra forma de abordar el problema de la selección de un fluido de corte es el recurso a ensayos que podríamos denominar de "producción", dado que en estos ensayos se efectúa un proceso de corte real con



ter a los productos, que se consideran oportunos, a un mismo ensayo que permita compararlos en las mismas condiciones de trabajo.

El aspecto de la normalización de ensayos para el estudio del comportamiento y selección de los fluidos de corte es el campo menos asistido por los organismos internacionales. La mayoría de los criterios proceden de organismos e instituciones privadas, empresas, fichas tecnológicas, etc.

Existen un tipo de ensayos basados en la caracterización física y química del fluido y en máquinas de laboratorio normalizadas (Four-Ball,

arranque de viruta y elaboración de "piezas".

El comportamiento de los fluidos de corte se determina en función de diferentes criterios utilizados de forma única o compartida:

- Vida de la herramienta.
- Factor de fricción entre herramienta y viruta.
- Energía específica de corte.
- Forma de viruta, etc.

Entre estos ensayos cabría destacar el ensayo GULF, Ensayo PA-

RAMINS, Método C.T.Dec., Métodos CETIM., etc.

Todos estos ensayos o bien se utilizan como método de criba para una posterior selección, o bien se aplican para operaciones o grupos de operaciones de mecanizado concretas y definidas.

Se han desarrollado, no obstante, métodos que pretenden ser aplicados de forma generalizada a diferentes operaciones de mecanizado.

Entre este tipo de ensayos cabría destacar el Método desarrollado por Raynaud - V d'Hollander. Se considera aquí que los distintos tipos de mecanizado pueden clasificarse en función de la importancia relativa de dos factores: el acabado superficial de las piezas y la producción de viruta. Para la evaluación del acabado superficial se efectúa un ensayo de roscado y para determinar la capacidad de producción de viruta se realiza un ensayo de taladrado.

## CONCLUSION

Los aceites y fluidos industriales presentan formulaciones muy distintas, su consumo es elevado en una gran variedad de industrias y no existe un protocolo toxicológico a la hora de abordar el problema que se suscita por los riesgos generados en su utilización.

La selección del fluido más adecuado desde el punto de vista técnico consiste en someterlos a un mismo ensayo que permita compararlos en las mismas condiciones de trabajo. La normalización de estos ensayos es uno de los campos menos asistidos por los organismos internacionales.

La evaluación de estos fluidos industriales desde el punto de vista de la prevención de la salud de los utilizadores no está normalizada. Únicamente la American Conference Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) establece, para la inhalación de nieblas de aceite, una concentración límite. Existen sin embargo numerosos trabajos en los que se aborda la caracterización y cuanti-

ficación de algunos contaminantes químicos que pueden entrar en su formulación o generarse a partir de ella.

En consecuencia, los criterios técnicos para la selección de un fluido adecuado a una operación determinada difícilmente puede tener en cuenta criterios relativos a la prevención de la salud de los usuarios.

\* \* \*

## BIBLIOGRAFIA

1. *Cetim, Guide d'emploi des fluides de coupe, Senlis, 1979.*
2. *Federal Register 49, 29, p.5187-5189, Feb. 10, 1984.*
3. *Ibid 49,145, p. 30114-30115, July 26, 1984.*
4. *P and Cam 159, S-272, NIOSH, Cincinnati, Ohio 45226.*
5. *Ranney, M.W., Synthetic oils and additives for lubricants, N.D.C. New Jersey, 1980.*
6. *Rounbehler, D.P., Fajen, J.M., NIOSH, June 1983.*
7. *Rycraft, R.J.G., Contact Dermatitis, 6, p. 7-9, 1980.*
8. *Threshold Limit Values. ACGIH, 6500 Glenway Ave. Bldg. D-5 Cincinnati, Ohio 45211.*
9. *1ª Mesa Redonda sobre Prevención en la utilización de aceites y fluidos industriales. Diciembre 1986.*



Cartel de 64 x 43 cm.  
Se facilita gratuitamente en los Gabinetes Técnicos Provinciales  
y Centros de Seguridad e Higiene.  
No se envía por correo.