



SUSTITUCIÓN DE DISOLVENTES CLORADOS EN TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y SUPERFICIALES

Autores:

Luis Avila

European R+D Manager
Heat Treatment & Cleaners

Josep Manuel Merlo

European Product Manager
Heat Treatment & Surface Treatment

FUCHS LUBRICANTES, S.A.U.

Este artículo analiza nuevos sistemas de gran eficacia para el desengrase de piezas, sin la intervención de disolventes clorados, que dan respuesta incluso a las operaciones que requieren los máximos niveles de limpieza y acabado superficial.

NOVIEMBRE 2011



SUSTITUCIÓN DE DISOLVENTES CLORADOS EN TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y SUPERFICIALES

Sr. Luis Avila ⁽¹⁾, Sr. Josep Manuel Merlo ⁽²⁾

RESUMEN:

Entre las exigencias medioambientales más importantes en el ámbito de las operaciones de limpieza en los talleres de tratamientos térmicos o superficiales, destaca la necesidad de sustituir la utilización de los disolventes clorados por otros productos y/o procesos más sostenibles.

El presente trabajo estudia las diferentes posibilidades existentes y hace especial hincapié en nuevos procesos de limpieza que permiten sustituir los disolventes clorados en fase vapor por sistemas de desengrase basados en agua, manteniendo unas excelentes propiedades de desengrase, incluso en operaciones en las cuales se requieran los máximos niveles de limpieza y acabado superficial.

Asimismo se describen brevemente algunos ejemplos prácticos de técnicas específicas que permiten conseguir las máximas prestaciones de limpieza, conjuntamente con una importante reducción de costes.

ABSTRACT:

One of the most important environmental requirements has been the substitution of chlorinated solvents for new friendly products and processes in the cleaning operations of heat treatment and surface treatment companies.

The present paper study different possibilities, specially the new cleaning process used to replace vapour phase chlorinated solvents by new water based degreasing systems, with excellent cleaning performance even in operations where it is necessary the maximum level of quality and surface finishing aspect.

Some practical examples of specific technology to obtain the maximum cleaning performance as well as important cost production reduction are described.

⁽¹⁾ luis.avila@fuchs-oil.com Fuchs Lubricantes S.A.U.

⁽²⁾ josep.merlo@fuchs-oil.com Fuchs Lubricantes S.A.U.



INTRODUCCIÓN

Las elevadas exigencias medioambientales y de Seguridad e Higiene figuran actualmente como uno de los más importantes requerimientos de las empresas de Tratamientos Térmicos y/o Superficiales, implicando la necesidad de adecuar los sistemas de producción a las nuevas normativas, a la vez que es necesario reducir los costes de producción, manteniendo y mejorando la calidad y evitando que los incrementos de las materias primas puedan incidir negativamente en sus resultados.

Por todo ello la sustitución en muchas aplicaciones de los productos basados en disolventes clorados (que normalmente se utilizan en instalaciones cerradas en fase vapor) se ha convertido en un verdadero reto tecnológico para las empresas del sector.

Adelantándose a los cambios legislativos en materia de productos químicos peligrosos y de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), y ya desde el año 1999, FUCHS LUBRICANTES inicio el estudio de nuevos sistemas de limpieza en los procesos de producción de piezas mecánicas en procesos de TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y SUPERFICIALES que permitiesen reemplazar los disolventes clorados en una instalación en fase vapor por un proceso de desengrase basado en agua.

Entre los requerimientos más exigentes que se pueden considerar en los procesos de limpieza, destacan:

Técnicos:

- Limpieza de las piezas por inmersión
- Mínima agitación a aplicar para evitar golpes entre piezas pequeñas
- Eliminación de los fluidos contaminantes de las zonas interiores de las piezas o de las cargas (posicionamiento de las piezas en la carga impidiendo una correcta limpieza interior)
- Aportar una buena capacidad anticorrosiva a las piezas
- Capacidad de limpieza excelente que permita conseguir la máxima calidad, incluso en procesos como nitruración, oxidación superficial o tratamientos galvánicos.

Económicos:

- Mínima inversión
- Rápida amortización de la inversión
- Mínimo mantenimiento
- Utilización o aprovechamiento de la instalación existente siempre que sea posible
- Menor coste que el proceso basado en disolvente clorado

**Medioambientales:**

- Utilización de productos NO COV (No considerados como Compuestos Orgánicos Volátiles)
- Mínima peligrosidad para los trabajadores
- Asegurar que no existe riesgo de inflamación en procesos posteriores
- Área de trabajo limpia y segura
- Mínima generación de residuos
- Fácilmente reciclable

OPCIONES DE SUSTITUCIÓN DE DISOLVENTES CLORADOS

Entre los diferentes procesos existentes actualmente para sustituir los disolventes clorados destacan la utilización de:

- Disolventes parafínicos. Es uno de los procesos más utilizados y extendidos. La mayoría de los productos utilizados son Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y se utilizan en máquinas de limpieza con vacío (debido a su inflamabilidad), por lo que requiere una fuerte inversión inicial. Generalmente presentan unas excelentes prestaciones de limpieza aunque no permiten producciones elevadas.
- Disolventes oxigenados. Como en el caso anterior presentan el problema de la inflamabilidad y en algunos casos su toxicidad es superior a la de los disolventes parafínicos. Se utilizan como los anteriores y para ciertas aplicaciones son muy efectivos por ser compatibles con muchos de los disolventes utilizados en pinturas.
- Disolventes fluorados. Al igual que los productos basados en disolventes clorados la mayoría son ininflamables (excepto los que son mezclas con otros tipos de disolventes) y altamente volátiles, siendo los productos más parecidos a los disolventes clorados. Su principal desventaja es que requieren de un proceso de aplicación específico debido a su especial solubilidad y alta evaporación, lo que repercute conjuntamente con su precio en un coste final elevado. Son muy usados en electrónica, componentes de pequeña dimensión y para todas aquellas aplicaciones que requieran máxima seguridad y eficacia.
- Disolventes parafínicos NO COV. Se trata de un tipo especial de disolventes parafínicos, sin embargo dada su propia naturaleza y su propia definición, son productos poco volátiles, aunque si inflamables (de punto de inflamación mayor que los COV) por lo cual requieren de procesos especiales para poder ser usados:



- Si se utilizan directamente presentan el problema de su baja volatilidad, por lo que solo son aceptables en aplicaciones en dónde no es necesario un posterior secado o eliminación de los fluidos de la superficie.
 - Una aplicación especial es la de utilizarlos como proceso intermedio, ya que su excelente capacidad de limpieza, baja volatilidad y viscosidad, conjuntamente con la posibilidad de hacerlos emulsionables, les permiten ser eliminados fácilmente con procesos y sistemas base agua (lo que muchas veces no es posible hacer con los restos de grasas, aceites viscosos, etc. que se desean desengrasar).
- Detergentes en base agua. Existen diversos tipos y procesos, muy bien conocidos desde hace muchos años en sistemas de desengrase y limpieza. La clasificación más utilizada para este tipo de productos se basa en su naturaleza química y su forma de actuar como desengrasantes:
- Desengrasantes Alcalinos. Requieren de temperatura y baños de aclarado posteriores para eliminar las sales. Entre sus principales desventajas caben citar la necesidad de calentar el baño (ya que actúan por saponificación), emulsionabilidad de los fluidos desengrasados (lo que obliga a realizar frecuentes cambios de baños e implica una pérdida de calidad en el tiempo) y sobre todo falta de capacidad de desengrase para piezas o cargas con impedimentos posicionales, geometrías difíciles, materiales con poros o sinterizados, etc.
 - Tensioactivos. Ampliamente empleados como complemento de los fluidos alcalinos o como desengrasantes neutros no iónicos. Actúan por formación de micelas y mayormente son usados en sistemas por aspersion. Como principales desventajas destacan también su dificultad para actuar con piezas de geometrías difíciles, materiales sinterizados, cargas con impedimentos posicionales que impiden un fácil acceso del desengrasante al interior de la carga, así como la facilidad para emulsionar aceites y fluidos contaminantes por lo que requieren frecuentes cambios de baños.



- Ecológicos (Bacterias). Son productos basados en tensioactivos que a su vez contienen bacterias que permiten degradar los aceites (hidrocarburos, esteroides grasos o aceites vegetales, etc.) transformándolos en CO₂ y H₂O. Su principal desventaja es la dificultad para eliminar grandes cantidades de aceites, no siendo aplicables para piezas de producción aunque sí muy útiles cuando se requiere una limpieza esporádica (por ejemplo talleres de mantenimiento).
- Fluidos especialmente aditivados para convertirlos en aceites fácilmente desengrasables Este proceso, desarrollado por FUCHS LUBRICANTES S.A.U. se describe a continuación.

PROCESOS INDUSTRIALES DE SUSTITUCION DE LOS DISOLVENTES CLORADOS

A) SOLUCION C+R

FUCHS LUBRICANTES viene desarrollando desde hace más de 10 años un sistema que permite sustituir los disolventes clorados de una forma sencilla, económica y efectiva. Dicho sistema se puede emplear cuando los fluidos a desengrasar tienen una elevada dificultad para ser eliminados mediante sistemas directos y no se desean usar disolventes o productos peligrosos. Está basado en la incorporación, directamente al fluido a limpiar (por ejemplo aceite de temple, de embutición o corte, etc.), de un paquete de tensioactivos que convierte al fluido a eliminar en un producto fácilmente desengrasable con procesos basados en agua.

Conjuntamente con este fluido aditivado es necesario aportar al baño de desengrase una serie de aditivos especiales que permitan la rápida separación de los fluidos contaminantes (y su posible recuperación, según la SOLUCIÓN C+R) de forma que el baño de desengrase se mantenga siempre limpio y exento de aceites y las piezas se puedan desengrasar mediante sistemas por inmersión de forma rápida y eficaz.

Esta técnica de aditivación y limpieza de piezas se desarrolló inicialmente para el desengrase, posterior a temple, de piezas sinterizadas que anteriormente se desengrasaban con disolventes clorados en fase vapor y cuya limpieza en el interior de las piezas no era posible con los base agua tradicionales.

Posteriormente, la posibilidad de reacondicionar y reutilizar los fluidos recuperados ha permitido que este sistema se esté aplicando en varias empresas de tratamientos térmicos y de mecanización con excelentes resultados y un ahorro de costes de aceites superior al 25 %, tal y como puede apreciarse en el ejemplo de la tabla 1.



ACEITE DE TEMPLE CONVENCIONAL				ACEITE DE TEMPLE SOLUCION C+R			
PRECIO ACEITE DE TEMPLE	M (€/Kg.)	100,00	%	PRECIO ACEITE DE TEMPLE	M (€/Kg.)	100,00	%
CONSUMO ANUAL PREVISTO DE ACEITE DE TEMPLE	X (Kg.)	100,00	%	CONSUMO ANUAL PREVISTO DE ACEITE DE TEMPLE	0,5 X (Kg.)	50,00	%
PRECIO GESTIÓN RESIDUO	R = M/10 (€/Kg.)	100,00	%	PORCENTAJE DE ACEITE RECUPERADO	50,00	50,00	%
ACEITE DE TEMPLE NO RECUPERADO A GESTIONAR	0,8 X (Kg.)	80,00	%	ACEITE DE TEMPLE A TRATAMIENTO	0,5 X	50,00	%
				PRECIO TRATAMIENTO RECUPERACIÓN Y ADITIVACIÓN	3,5 M/10 (€/Kg.)	35,00	%
				PRECIO GESTIÓN RESIDUO	R = M/10 (€/Kg.)	10,00	%
				ACEITE DE TEMPLE NO RECUPERADO A GESTIONAR	0,3 X (Kg.)	30,00	%
CAMBIO BAÑO DESENGRASE CONVENCIONAL				CAMBIO BAÑO DESENGRASE SOLUCIÓN C+R			
VOLUMEN BAÑO DESENGRASE	Y=X/4 (Lt.)	25,00	%	VOLUMEN BAÑO DESENGRASE	Y=X/4 (Lt.)	25,00	%
PRECIO PRODUCTO DESENGRASANTE	P=0,6 M (€/Kg.)	60,00	%	PRECIO PRODUCTO DESENGRASANTE	1,5 P = 0,9 M (€/Kg.)	100,00	%
CONCENTRACIÓN PRODUCTO DESENGRASANTE	3,00	3,00	%	CONCENTRACIÓN PRODUCTO DESENGRASANTE	3,00	3,00	%
CANTIDAD CONSUMIDA POR ARRASTRE	S=X/10 (Lt.)	10,00	%	CANTIDAD CONSUMIDA POR ARRASTRE	S=X/10 (Lt.)	10,00	%
NÚMERO ANUAL DE CAMBIOS	12			NÚMERO ANUAL DE CAMBIOS	2		
SISTEMA CONVENCIONAL				SISTEMA C+R			
COSTE ACEITE TEMPLE	M x X	100 M	EUROS	COSTE ACEITE TEMPLE	M x 0,5X	50 M	EUROS
COSTE GESTIÓN RESIDUOS	R x 0,8X	8 M	EUROS	COSTE RECUPERACIÓN	3,5M/10 x 0,5X	17,5 M	EUROS
COSTE CAMBIO BAÑOS DESENGRASE	P x 12 x Y x 0,03	5,4 M	EUROS	COSTE GESTIÓN RESIDUOS	R x 0,3X	3 M	EUROS
COSTE APORTE DESENGRASANTE	S x P	6 M	EUROS	COSTE CAMBIO BAÑOS DESENGRASE	1,5P x 2 x Y x 0,03	1,35 M	EUROS
				COSTE APORTE DESENGRASANTE	1,5P x S	9 M	EUROS
COSTE ACEITE	X x (M+0,8R)	108 M	EUROS	COSTE ACEITE	X x (0,5M+2,05R)	70,5 M	EUROS
COSTE DESENGRASE	MxX (0,114)	11,4 M	EUROS	COSTE DESENGRASE	MxX(0,1035)	10,35 M	EUROS
TOTAL SISTEMA CONVENCIONAL	MxX (1,08+0,114)	119,4 M	EUROS	TOTAL SOLUCION C+R	MxX(0,705+0,1035)	80,85 M	%
				AHORROS DESENGRASE SOLUCIÓN C+R	32,28		%

TABLA 1: EJEMPLO PRÁCTICO SOLUCIÓN C+R. POR CADA 100 Lts. DE ACEITE CONSUMIDO Y EN FUNCIÓN DEL PRECIO DEL ACEITE



B) PROCESO ACL

Uno de los principales impedimentos existentes cuando se desea eliminar un fluido de tipo orgánico de la superficie de una pieza, aplicando un sistema como el descrito anteriormente, es que en ocasiones y por diversas razones (fluidos homologados, piezas provenientes de proveedores externos, posibilidad de emulsionarse en agua, etc.) no es posible aditivar dicho fluido para convertirlo en un fluido fácilmente desengrasable.

Este hecho fue el motivo de que FUCHS LUBRICANTES S.A.U., conjuntamente con la colaboración y participación del GRUPO TIVOLY (NECO) realizase un estudio que permitiese desarrollar un proceso auxiliar mediante el cual fuese posible reconvertir el fluido superficial en otro tipo de producto emulsionable, recuperable y desengrasable con productos base agua o incluso únicamente con agua.

Dicho proceso está basado en las siguientes etapas:

1.- Inmersión en un disolvente NO COV emulsionable.

Baño a temperatura ambiente agitado mediante recirculación con bomba o incorporación de aire.

Se aconseja sustituir el baño cuando este alcanza una concentración de aceites contaminantes del 75 % ya que el incremento de viscosidad implicaría un arrastre y una dificultad de limpieza en etapas posteriores.

Dicho sistema de desengrase garantiza la máxima limpieza de las piezas, asegurando por tanto una calidad equivalente a la de los disolventes clorados.

2.- Inmersión en baño de agua, convenientemente aditivado, para conseguir una muy buena separación del disolvente NO COV y los fluidos desengrasados. Implica el uso de un sistema de separación de aceites (el disolvente es recuperable y reutilizable en la primera etapa siempre que se readitive convenientemente).

El baño se agitará mediante recirculación con bomba o insuflando aire. La temperatura puede ir desde ambiente hasta 60 °C (para favorecer el desengrase, eliminar posibles contaminaciones microbianas y favorecer la separación del fluido desengrasante (disolvente NOCOV)).

Lógicamente la separación de aceites contaminantes permite mantener el baño limpio y sin contaminantes, por lo que su utilización y constancia en la limpieza alargan la vida de dicho baño.

- 3.- Posibilidad de realizar posteriores aclarados con agua a temperatura ambiente si se considera necesario o se disponen de baños suficientes para llevarlos a cabo.
- 4.- Inmersión en baño de agua con producto neutralizante-pasivante si se desea proteger las piezas entre el proceso de desengrase y el proceso posterior. Se recomienda realizar este proceso a temperaturas de 60 – 70 °C para favorecer el secado y eliminar posibles contaminaciones bacterianas.

La aplicación de dicho proceso permite:

- Conseguir una limpieza equivalente a la obtenida con sistemas basados en disolventes clorados en fase vapor, incluso en operaciones tan exigentes como la limpieza de herramientas de corte previa a procesos de oxidación superficial a alta temperatura.
- Reducción de Compuestos Orgánicos Volátiles.
- Recuperación del fluido de desengrase (disolvente NO COV)
- Menor coste del proceso por mínimo consumo de fluidos (en algunos casos se han conseguido reducir en más de un 50 % los costes respecto a los disolventes clorados)
- Reducir los costes por tratamiento de residuos
- Mejoras medioambientales y de seguridad e higiene

Dicho proceso permite también reducir los costes existentes respecto a los tratamientos de desengrase con disolventes clorados, tal y como puede apreciarse en el ejemplo de la Tabla 2.

DESENGRASANTE CONVENCIONAL CLORADO				DESENGRASANTE PROCESO ACL							
VOLUMEN BAÑO DESENGRASE	M	1.000	LITROS	VOLUMEN BAÑO DESENGRASE 1	M	1.000	LITROS	VOLUMEN BAÑO DESENGRASE 2	M	1.000	LITROS
PRECIO PRODUCTO DESENGRASANTE	P	100,00	%	PRECIO PRODUCTO DESENGRASANTE	1,5P	150,00	%	PRECIO PRODUCTO DESENGRASANTE	10P	1000,00	%
CONCENTRACIÓN DESENGRASANTE	100	100	%	CONCENTRACIÓN DESENGRASANTE	100	100	%	CONCENTRACIÓN DESENGRASANTE	0,02	0,02	%
COSTE ENERGETICO	$S=(RxM)/2$	100	%	COSTE ENERGETICO (AGITACIÓN)	$S/50=(RxM)/100$	1	%	COSTE ENERGETICO (AGIT.+ TEMP.)	$S/5=(RxM)/10$	20	%
CANTIDAD CONSUMIDA POR PÉRDIDAS	5M	5.000	LITROS	CANTIDAD CONSUMIDA POR ARRASTRE	0,5M	500	LITROS	CANTIDAD CONSUMIDA POR ARRASTRE	0,01M	10	LITROS
COSTE POR RESIDUOS	$R=P/2$	50,00	%	COSTE POR RESIDUOS	$R/S=P/10$	10,00	%	COSTE TRATAMIENTO DEPURADORA	$R/10=P/20$	12,50	%
RESIDUOS GENERADOS	M	1.000	LITROS	RESIDUOS GENERADOS	2M	2.000	LITROS	RESIDUOS GENERADOS	6M	6.000	LITROS
NÚMERO ANUAL DE CAMBIOS	1	1		NÚMERO ANUAL DE CAMBIOS BAÑO 1	2	2		NÚMERO ANUAL DE CAMBIOS BAÑO 2	6	6	
SISTEMA CONVENCIONAL				PROCESO ACL							
COSTE DESENGRASANTE	$P \times 6M$	6000 P	EUROS	COSTE DESENGRASANTE 1	$P \times 3,75M$	3750 P	EUROS	COSTE DESENGRASANTE 2	$P \times 0,112M$	112 P	EUROS
COSTE GESTIÓN RESIDUOS	$M \times R$	500 P	EUROS	COSTE GESTIÓN RESIDUOS 1	$2M \times R/5$	200 P	EUROS	COSTE GESTIÓN RESIDUOS 2	$6M \times R/10$	300 P	EUROS
COSTE ENERGETICO	$S=(RxM)/2$	250 P	EUROS	COSTE ENERGETICO 1	$S/50=RxM/100$	5 P	EUROS	COSTE ENERGETICO 2	$S/5=(RxM)/10$	50 P	EUROS
				COSTE BAÑO 1	$M(3,75P+0,41R)$	3955 P	EUROS	COSTE BAÑO 2	$M(0,112P+0,7R)$	462 P	EUROS
COSTE TOTAL	$M(6P+1,5R)$	6750 P	EUROS					COSTE TOTAL	$M(3,862P+1,11R)$	4417 P	EUROS
								AHORROS PROCESO ACL	34,56	%	

TABLA 2: EJEMPLO PRÁCTICO PROCESO ACL PARA UN VOLUMEN DE BAÑOS DE 1.000 Lts. Y EN FUNCIÓN DEL PRECIO DEL DISOLVENTE CLORADO



CONCLUSIONES

La utilización de sistemas de limpieza basados en la recuperación, readitivación y reutilización de fluidos, permite sustituir los disolventes clorados en fase vapor, aportando las siguientes ventajas respecto de otros sistemas:

1. Mejoras de calidad en el proceso de desengrase:

- Excelente capacidad de limpieza y desengrase (el fluido es fácilmente desengrasable).
- Baño de desengrase limpio y en perfecto estado de funcionamiento (debido a la ausencia de aceites extraños y emulsiones).
- Control de concentración fácil y seguro.
- Excelente capacidad anticorrosiva.
- Proceso general más estable y reproducible.

2. Mejoras económicas:

- Reducción de costes del fluido por disminución del consumo de fluido nuevo (del orden del 25 – 40 %)
- Reducción de los costes de desengrasante por mayor duración de los baños.
- Reducción de los costes de mantenimiento por eliminación de cambios de baños

3. Mejoras medioambientales

- Reducción de la Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.) por menor vertido de aceite a la depuradora.
- En el caso de fluidos e temple, menor generación de humos o vapores de aceite durante el proceso de revenido respecto a procesos sin desengrase o con otros tipos de desengrasantes base agua.
- Disminución de los compuestos orgánicos volátiles (COV), tanto por la no utilización de disolventes como por el menor consumo de aceites y menor generación de CO₂ por disminución asociada del transporte de mercancías.
- Mejoras en el ambiente de trabajo, desde el punto de vista de seguridad e higiene.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Avila, L.; Tarrats, E.: Gavalda, V. y Merlo, J.M., "*Recuperación y reutilización de los aceites de temple*", Ponencia presentada en el Congreso TRATERMAT 2010 (Pamplona 2010).

Young, J. y A. Sachs, "La creación de una economía de materiales sostenible", en Worldwatch Institute: *La situación del mundo*, 1995, Barcelona: Emencé Editores (1995).

Angulo, J., "Problemática de los aceites usados: reutilización y destrucción" en J.L. Bueno, H. Sastre y A.G. Lavin (eds.), *Contaminación e Ingeniería Ambiental*, tomo IV, Oviedo: Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología, 253-267, (1997).

Angulo, J. "Sistemas de Recuperación, Regeneración de aceites usados: proceso Interliner-Sener", Ponencia presentada al *Seminario sobre gestión de residuos especiales: vehículos fuera de uso, aceites usados, neumáticos y baterías*, Madrid: Club Español de los Residuos, (2001).

Angulo, J., "Modelos de regeneración en España (II). ECOLUBE", Ponencia presentada al *Seminario Internacional sobre Recuperación de Aceites Usados*, Madrid: Club Español de los Residuos, (2002).

Martin Pantoja, J.L., "La recuperación de aceites usados en España", *Ingeniería Química*, 389:138-142, (2002),

Totten G.E.; Bates, C.E. y Clinton, N.A., "Cooling Curve Analysis – Chapter 2", en *Handbook of Quenchants and Quenching Technology*, ASM International, Materials Park, OH, pag.: 69-128, (1993).