



COMISIÓN EUROPEA
DIRECCIÓN GENERAL CCI
CENTRO COMÚN DE INVESTIGACIÓN
Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica

Prevención y control integrados de la contaminación

**Documento de referencia sobre las mejores técnicas
disponibles para el tratamiento de superficies
metálicas y plásticas**

septiembre de 2005

Este documento forma parte de la serie que se indica a continuación (en el momento en que se redacta el presente documento no han sido aún elaborados todos los que figuran en la lista)

Título completo	Código BREF
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en el sector de la cría intensiva de aves y cerdos.	ILF
Documento de referencia sobre los principios generales de monitorización	MON
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria del curtido	TAN
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria del vidrio	GLS
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria de la pasta y el papel	PP
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la producción de hierro y acero	I&S
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en el sector de la fabricación de cemento y cal	CL
Documento de referencia sobre la aplicación de las mejores técnicas disponibles para los sistemas de refrigeración industrial	CV
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria del cloro-álcali	CAK
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria de procesos de metales ferreos	FMP
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria de procesos de metales no ferreos	NFM
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria textil	TXT
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria del refino de petróleo y gas	REF
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria química orgánica de gran volumen de producción	LVOC
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en los sistemas de gestión y tratamiento de aguas y gases residuales del sector químico	CWW
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria de alimentación y bebida	FM
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria de la forja y fundición	SF
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles respecto a las emisiones generadas por el almacenamiento	ESB
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en relación con los efectos económicos y cruzados	ECM
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles para las grandes instalaciones de combustión	LCP

Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en mataderos e industrias de subproductos animales	SA
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la gestión de residuos mineros	MTWR
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles para el tratamiento de superficies de metales	STM
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en el sector del tratamiento de residuos	WT
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria química inorgánica de gran volumen de producción (amoníaco, ácidos y abonos)	LVIC-AAF
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en el sector de la incineración de residuos	WI
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la fabricación de polímeros	POL
Documento de referencia sobre técnicas de eficiencia energética	ENE
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en el sector de la química fina orgánica	OFC
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la fabricación de especialidades químicas inorgánicas	SIC
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles para el tratamiento de superficies con disolventes	STS
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria química inorgánica de gran volumen de producción (sólidos y de otro tipo)	LVIC-S
Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en el sector cerámico	CER

RESUMEN

El BREF (documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles) titulado “tratamiento de superficies metálicas y plásticas” (TSM) recoge el intercambio de información realizado con arreglo a lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 16 de la Directiva 96/61/CE del Consejo. El presente resumen describe los principales resultados, así como las conclusiones en lo que a mejores técnicas disponibles (MTD) se refiere, y los niveles de consumo y emisión asociados; ha de leerse junto con el prefacio, en el que se explican los objetivos del documento BREF, la manera en que debe ser consultado y la terminología empleada. Este texto puede leerse y entenderse por sí solo pero, al tratarse de un resumen, no es tan completo como el BREF íntegro. Por este motivo, no pretende sustituirlo a la hora de tomar decisiones respecto a las MTD.

Ámbito de aplicación del presente BREF

El ámbito de aplicación del presente documento se basa en el apartado 2.6 del anexo 1 de la Directiva sobre la prevención y el control integrados de la contaminación (IPPC): *“Instalaciones para el tratamiento de superficie de metales y materiales plásticos por procedimiento electrolítico o químico, cuando el volumen de las cubetas destinadas al tratamiento empleadas sea superior a 30 m³”*. La interpretación de la frase “cuando el volumen de las cubetas destinadas al tratamiento empleadas sea superior a 30 m³” es importante para decidir si una instalación determinada requiere un permiso IPPC. En este sentido, es crucial la introducción al anexo I, que dice: *“Si un mismo titular realiza varias actividades de la misma categoría en la misma instalación o en el emplazamiento, se sumarán las capacidades de dichas actividades”*. Muchas instalaciones cuentan con una combinación de líneas de producción grandes y pequeñas, y de procesos electrolíticos y químicos, además de las consiguientes actividades asociadas. Por eso, en el intercambio de información, se han tenido en cuenta todos los procesos incluidos en el campo de aplicación, con independencia de la escala a que se realizan.

En la práctica, los procesos electrolíticos y químicos que se utilizan actualmente son a base de agua. En el documento se tratan también las actividades directamente relacionadas con estos procesos. En cambio, no se tratan los procesos siguientes:

- el endurecimiento (con excepción del tratamiento contra la fragilidad al hidrógeno),
- otros tratamientos de superficie físicos como la deposición de metales en fase de vapor,
- la galvanización por inmersión en caliente (*hot dip galvanising*) y el decapado de hierro y acero, que se tratan en el BREF de la industria del tratamiento de metales ferreos,
- los procesos de tratamiento de superficies se tratan en el BREF sobre el tratamiento de superficies mediante disolventes, aunque el desengrasado mediante disolventes se menciona en el presente documento como una opción de desengrasado,
- el electropintado (pintado por electroforesis), que se trata también en el BREF sobre el tratamiento de superficies mediante disolventes.

Tratamiento de superficies de metales y materiales plásticos

Los metales y plásticos se tratan para cambiar las propiedades de su superficie a fin de conseguir efectos decorativos y de brillo, mejorar la dureza y la resistencia al desgaste, y prevenir la corrosión, así como para obtener una base que refuerce la adhesión de otros tratamientos como la pintura o los revestimientos fotosensibles para la impresión. Los plásticos, que son baratos y fáciles de moldear o conformar, conservan sus propias propiedades, como el aislamiento y la flexibilidad, y, al mismo tiempo, sus superficies pueden adquirir propiedades características de los metales. Las tarjetas de circuito impreso (printed circuit boards, PCB) son un caso especial ya que se fabrican complejos circuitos electrónicos utilizando metales sobre superficies plásticas.

El tratamiento de superficies metálicas y plásticas no constituye por sí mismo un sector vertical diferenciado, ya que presta servicio a una amplia gama de industrias diferentes. Las placas de circuitos integrados podrían considerarse productos pero se usan de forma generalizada, por ejemplo, en la fabricación de ordenadores, teléfonos móviles, electrodomésticos, vehículos, etc.

La estructura del mercado es aproximadamente la siguiente: automoción 22%, construcción 9%, envases de alimentos y bebidas 8%, industria eléctrica 7%, electrónica 7%, semiproductos de acero (componentes para conjuntos) 7%, equipos industriales 5 %, sector aeroespacial 5%, otros 30%. La gama de componentes tratados varía desde tornillos y tuercas, joyería, monturas de gafas o componentes para el sector del automóvil y otras industrias, a rollos de acero de hasta 32 toneladas y más de 2 metros de ancho para fabricar carrocerías de coches, envases para bebidas y alimentos, etc. El transporte de piezas o sustratos varía según el tamaño, la forma y el acabado requerido: plantillas (o casilleros) para piezas de alta calidad únicas o en pequeñas cantidades, barriles (bidones) para piezas de calidad inferior y en grandes cantidades y los sustratos continuos (desde alambre hasta grandes bobinas de acero) se procesan de manera continua. Los PCB tienen una secuencia de producción especialmente compleja. Todas las actividades se llevan a cabo utilizando equipo de montaje, por tanto las actividades se describen y se tratan en relación con las instalaciones de montaje, con secciones complementarias sobre cuestiones específicas para el tratamiento de barriles, bobinas y tarjetas de circuitos impresos.

Aunque no existen cifras globales de producción, en el año 2000 la producción de bobinas de acero a gran escala fue de aproximadamente 10,5 millones de toneladas y se anodizaron 640 000 toneladas de componentes estructurales. Otro indicador del tamaño y la importancia de la industria es que cada automóvil contiene más de 4 000 componentes con superficies tratadas, incluyendo los paneles de la carrocería, mientras que un avión Airbus contiene más de 2 millones.

En la Unión Europea de los 15 existen unas 18 000 instalaciones (IPPC y no IPPC), aunque la pérdida de empresas manufactureras del sector de la ingeniería, desplazadas principalmente a Asia, ha reducido el sector en más de un 30 % en los últimos años. Más del 55 % de las empresas son subcontratistas especializados, mientras que el resto lleva a cabo trabajos de tratamiento de superficies dentro de otra instalación, normalmente una PYME. Algunas grandes instalaciones son propiedad de grandes empresas, aunque la gran mayoría son PYMES, que suelen emplear entre 10 y 80 personas. Las líneas de proceso son normalmente modulares y montadas a partir de una serie de depósitos. Sin embargo, normalmente las grandes instalaciones están especializadas y son intensivas en capital.

Problemas medioambientales clave

La industria del tratamiento de superficies metálicas y plásticas desempeña un papel destacado en la prolongación de la vida de los metales, por ejemplo, en lo que se refiere a carrocerías de automóviles y materiales de construcción. Sus técnicas se aplican también a equipos que aumentan la seguridad o disminuyen el consumo de otras materias primas (por ejemplo, revestimientos para los sistemas de frenado y suspensión de la industria aeroespacial y del automóvil, revestimientos para inyectores de combustible de precisión para motores de automóvil a fin de reducir el consumo de combustible, revestimientos de materiales para latas de conservas, etc.). Los principales impactos medioambientales tienen que ver con el consumo de agua y energía, el consumo de materias primas, las emisiones a las aguas superficiales y subterráneas, los residuos sólidos y líquidos y la situación de las instalaciones al finalizar la actividad.

Dado que los procesos de los que trata el presente documento, en su mayoría, son a base de agua, el consumo de agua y su gestión son cuestiones fundamentales, ya que afectan también a la utilización de materias primas y su liberación al medio ambiente. Tanto las técnicas de final de línea como las de proceso afectan a la cantidad y calidad de las aguas residuales, así como al tipo y la cantidad de residuos sólidos y líquidos producidos. Aunque las prácticas y las infraestructuras del sector han mejorado, éste es todavía responsable de muchos accidentes medioambientales y se considera que el riesgo de liberaciones no previstas y sus impactos es elevado.

En las reacciones electroquímicas, así como para el funcionamiento de los equipos de las instalaciones, se consume electricidad. Para el calentamiento de las cubetas de proceso y de las zonas de trabajo, así como para el secado, se utilizan generalmente otros combustibles.

Las principales emisiones que afectan al agua son los metales que se utilizan como sales solubles. Según el tipo de proceso, las emisiones pueden contener cianuros (aunque de manera decreciente), así como surfactantes, que pueden tener una baja biodegradabilidad y efectos acumulativos, por ejemplo, los etoxilatos de nonilfenol (NPE) y los perfluorooctan-sulfonatos (PFOS). El tratamiento de efluentes de cianuros con hipoclorito puede dar lugar a la producción de compuestos orgánicos halogenados absorbibles (AOX). Los agentes acomplejantes (incluidos los cianuros y el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)) pueden interferir en la eliminación de metales durante el tratamiento de las aguas residuales o removilizarlos en el entorno acuático. Otros iones, por ejemplo, los cloruros, los sulfatos, los fosfatos, los nitratos y los aniones que contienen boro pueden ser significativos a nivel local.

La industria del tratamiento de superficies metálicas y plásticas no es una fuente importante de emisiones a la atmósfera; sin embargo, se producen algunas emisiones que pueden ser importantes a escala local como: NO_x, HCl, HF y partículas ácidas a partir de las operaciones de decapado, vapores de cromo hexavalente resultante del revestimiento a base de cromo hexavalente, y amoníaco procedente de la grabación en cobre durante la fabricación de tarjetas de circuito impreso (PCB) y en la deposición sin corriente (“electroless plating”). El polvo, combinación de abrasivos y sustrato raspado, se genera en la preparación mecánica de los componentes. Por otra parte, en algunas operaciones de desengrasado se emplean disolventes.

Técnicas y procesos aplicados

Todas las actividades, excepto algunas muy simples, requieren algún tipo de pretratamiento (por ejemplo el desengrasado), seguido de, al menos, una actividad principal (por ejemplo galvanoplastia, anodización o tratamiento químico) y finalmente el secado. Todos los procesos se desarrollan con piezas colgadas en plantillas o rejillas; algunos también se llevan a cabo con piezas dentro de barriles rotatorios, y unos pocos en carretes o grandes bobinas de sustrato. Las tarjetas de circuito impreso tienen secuencias de fabricación complejas que pueden comprender más de 60 operaciones. Para las actividades relacionadas con barriles, bobinas y tarjetas de circuito impreso, se da información complementaria.

Consumo y emisiones

Los mejores datos serían los relativos a la producción basada en la superficie tratada (m^2), pero se dispone de pocos datos de este tipo. La mayor parte de los datos se refieren a concentraciones de emisiones de determinadas instalaciones o intervalos correspondientes a sectores o regiones/países. Aparte de algunos sistemas de refrigeración, el agua se usa principalmente en el aclarado. Para el calentamiento y el secado se consume energía (combustibles fósiles y electricidad). También se consume electricidad para refrigeración en algunos casos, así como para alimentar los procesos electroquímicos, las bombas y los equipos de proceso, el calentamiento complementario de las cubetas, el calentamiento y la iluminación de las zonas de trabajo. En lo que se refiere a las materias primas, el uso de metales es significativo (aunque no globalmente, por ejemplo, sólo el 4 % del níquel comercializado en Europa se utiliza en el tratamiento de superficies). Se emplean también ácidos y álcalis en grandes cantidades, mientras que otros materiales, como los surfactantes, se suministran a menudo en mezclas sujetas a derechos de propiedad industrial.

La mayor parte de las emisiones van al agua y se producen unas 300 000 toneladas de residuos peligrosos al año (una media de 16 toneladas por instalación), principalmente como lodos derivados del tratamiento de agua residuales o de las soluciones de proceso utilizadas. Se dan también algunas emisiones a la atmósfera de importancia local, incluido el ruido.

Técnicas que deben tener en cuenta para la determinación de las mejores tecnologías disponibles (MTD)

Para la aplicación de la Directiva IPPC en este sector hay que tener en cuenta algunas cuestiones importantes, como son: los sistemas de gestión eficaces (incluida la prevención de accidentes medioambientales y la minimización de sus consecuencias especialmente en lo que se refiere a los suelos, las aguas subterráneas y la clausura de instalaciones), las materias primas eficientes, el consumo de energía y agua, y la sustitución de sustancias por otras menos dañinas, así como la minimización, recuperación y reciclado de residuos y aguas residuales.

Las cuestiones mencionadas en el párrafo anterior son abordadas mediante una gran variedad de técnicas integradas en los procesos y de final de línea. En este documento se presentan más de 200 técnicas para la prevención y el control de la contaminación, dentro de los 18 epígrafes temáticos siguientes:

- 1. Instrumentos de gestión medioambiental:* los sistemas de gestión medioambiental son esenciales para reducir al mínimo el impacto ambiental de las actividades industriales en general, existiendo algunas medidas que son especialmente importantes para el sector del tratamiento de superficies metálicas y plásticas, incluida la clausura de instalaciones. Entre otros instrumentos figuran también la **minimización de reprocesado de piezas defectuosas**, la evaluación comparativa del consumo, la optimización de las líneas de procesamiento (que se consigue más fácilmente con programas informáticos) y el control de los procesos.
- 2. Diseño, construcción y explotación de las instalaciones:* pueden aplicarse una serie de medidas generales para prevenir y controlar las descargas no previstas y, de este modo, evitar la contaminación de los suelos y las aguas subterráneas.
- 3. Cuestiones generales de la explotación:* las técnicas para proteger los materiales a tratar disminuyen la cantidad de procesos requeridos y, por consiguiente, el consumo y las emisiones. La correcta presentación de las piezas en el momento de su introducción en los líquidos de proceso reduce el arrastre de productos químicos, y la agitación de las soluciones asegura una concentración coherente en la superficie, así como la eliminación de calor de la superficie del aluminio en la anodización.
- 4. Las aportaciones de agua y electricidad y su gestión:* existen técnicas para optimizar el consumo de electricidad y la cantidad de energía y agua utilizadas en la refrigeración. Para el calentamiento de las soluciones, mediante sistemas directos e indirectos, se usan principalmente otros combustibles y las pérdidas de calor pueden controlarse.
- 5. y 6. Reducción y control de las salidas por arrastre:* técnicas de aclarado y recuperación del arrastre. La principal fuente de contaminación en este sector es la materia prima arrastrada por las piezas desde las soluciones de proceso a las aguas de aclarado. La retención de materiales en los procesos, así como la utilización de técnicas de aclarado para recuperar el arrastre, son cruciales para disminuir el consumo de materias primas y agua, y para reducir las emisiones al agua y la cantidad de residuos.
- 7. Otras formas de optimizar el consumo de materias primas:* aparte del problema del arrastre (explicado anteriormente), un mal control de los procesos puede dar lugar a sobredosis que aumenten el consumo de materiales y las pérdidas a las aguas residuales.
- 8. Técnicas de electrodos:* en algunos procesos electrolíticos, el ánodo metálico trabaja con una eficiencia mayor que la deposición, dando lugar a una acumulación de metal y un aumento en las pérdidas, lo cual, su vez, aumenta los residuos y los problemas de calidad.
- 9. Sustitución:* la Directiva IPPC obliga a tomar en consideración una disminución en el empleo de sustancias peligrosas. En este punto se presentan varias opciones de sustitución de productos químicos y procesos.
- 10. Mantenimiento de las soluciones utilizadas en los procesos:* en las soluciones se acumulan contaminantes debido al arrastre, la descomposición de materias primas, etc. En este punto se exponen las técnicas para la eliminación de estos contaminantes, las cuales mejoran la calidad del producto acabado, disminuyen la reelaboración de desechos y ahorran materias primas.

11. Recuperación de metales utilizados en los procesos a fin de recuperar metales, éstas técnicas se emplean a menudo en conjunción con los controles del arrastre.

12: Actividades post-tratamiento: entre ellas se incluye el secado y el tratamiento contra la fragilidad, aunque no se han facilitado datos al respecto.

13: Bobinas continuas – bobinas de acero a gran escala: se trata de técnicas específicas que se aplican al tratamiento a gran escala de bobinas de acero y que se añaden a las técnicas mencionadas en otros apartados que sean aplicables. Estas técnicas también pueden ser aplicables a otras actividades relacionadas con bobinas o carretes.

14: Tarjetas de circuito impreso: se trata de técnicas específicas en la fabricación de tarjetas de circuito impreso (PCB), aunque los comentarios generales sobre técnicas se aplican también a la producción de PCB.

15: Disminución de emisiones a la atmósfera: algunas actividades producen emisiones a la atmósfera que requieren un control para garantizar el cumplimiento de las normas locales de calidad medioambiental. En este apartado se tratan las técnicas integradas en los procesos, así como la extracción y el tratamiento.

16: Disminución de las emisiones de aguas residuales: las aguas residuales y la pérdida de materias primas pueden reducirse, pero raramente se consigue un vertido cero. Pueden emplearse técnicas de tratamiento de aguas residuales adicionales, que dependerán de la clase de productos químicos presentes, incluidos los cationes metálicos, los aniones, los aceites y grasas, y los agentes acomplejantes.

17: Gestión de residuos: la minimización de residuos se aborda mediante controles del arrastre y técnicas de mantenimiento de las soluciones. Los principales flujos de residuos son los lodos del tratamiento de aguas residuales, soluciones usadas y residuos consecuencia del mantenimiento de los procesos. Las técnicas internas pueden facilitar la utilización de técnicas de reciclado a cargo de terceros (aunque éstas se encuentran fuera del ámbito de aplicación del presente documento).

18: Gestión del ruido: buenas prácticas y/o técnicas de ingeniería pueden reducir el impacto acústico.

Mejores técnicas disponibles (MTD) para el tratamiento de superficies de metales y materiales plásticos

El capítulo 5 sobre mejores técnicas disponibles (BAT en su sigla inglesa), señala qué técnicas se consideran MTD en sentido general, basándose principalmente en la información del capítulo 4 y teniendo en cuenta la definición de MTD del artículo 2 (11), así como las consideraciones enumeradas en el anexo IV de la Directiva. Este capítulo no fija ni propone valores límite de emisión, pero señala valores de emisión y consumo asociados a la aplicación de determinadas MTD.

A continuación, se resumen las principales conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles en relación con los problemas medioambientales de mayor interés. Aunque el sector es complejo por su tamaño y su variedad de actividades, se aplican a todas las empresas las mismas MTD genéricas, mientras que, para algunos procesos específicos, se dan otras MTD. Los elementos generales de las MTD tendrán que adaptarse a cada tipo concreto de instalación.

MTD genéricas

Se considera MTD aplicar y mantener sistemas de gestión medioambiental y de otros tipos. Entre estas mejores técnicas disponibles cabe citar la evaluación comparativa del consumo y las emisiones (a lo largo de un periodo de tiempo y contrastada con datos internos y externos), la optimización de los procesos y la **minimización de reprocesado de piezas defectuosas**. También se considera MTD proteger el medio ambiente, especialmente el suelo y las aguas subterráneas, aplicando una gestión de riesgos simple para proyectar, construir y explotar instalaciones, junto con las técnicas descritas en el presente documento y en el BREF sobre emisiones derivadas del almacenamiento cuando se almacenen y utilicen productos químicos de proceso y materias primas. Estas MTD facilitan la clausura de instalaciones disminuyendo las emisiones no previstas al entorno, registrando la historia de la utilización de productos químicos peligrosos y prioritarios, y haciendo frente con prontitud a cualquier posible contaminación.

Asimismo, es MTD minimizar las pérdidas eléctricas en el sistema de alimentación y reducir las pérdidas de calor de los procesos de calentamiento. Para la refrigeración, se considera MTD minimizar el consumo de agua utilizando sistemas de evaporación y/o de ciclo cerrado, así como proyectar y explotar sistemas que eviten la formación y transmisión de la legionella.

Además, se considera MTD minimizar las pérdidas de materiales reteniendo las materias primas en las cubetas utilizadas en los procesos y, al mismo tiempo, minimizar el consumo de agua controlando las salidas y entradas por arrastre de las soluciones de proceso empleadas, así como las fases de aclarado. Este objetivo puede conseguirse montando las piezas en bastidores y barriles para permitir un escurrido rápido, evitando las dosis excesivas de soluciones de proceso y empleando depósitos de aclarado ecológico y aclarados múltiples, con flujos a contracorriente, especialmente con el retorno del agua del aclarado a las cubetas utilizadas en los procesos. Estas técnicas pueden reforzarse aplicando métodos para recuperar materiales de las fases de aclarado. El valor de referencia para el consumo de agua utilizando una combinación de estas técnicas es 3 - 20 litros/m² de superficie de sustrato/fase de aclarado, describiéndose algunos factores limitadores de estas técnicas. Asimismo, se dan algunos valores de eficiencia de materiales relacionados con estas técnicas de retención y recuperación para una muestra de instalaciones.

En algunos casos, el flujo del aclarado de un proceso determinado en una línea puede disminuirse hasta que se cierre el ciclo de los materiales: en este caso se trata de una MTD para metales preciosos, cromo hexavalente y cadmio. Esto no supone un "vertido cero", que se aplica a toda una instalación o línea de proceso. El "vertido cero" puede conseguirse en determinados casos, pero no es MTD genérica.

Otras MTD que facilitan el reciclado y la recuperación son seleccionar posibles flujos de residuos para separación y tratamiento, reutilizar materiales externamente, como las suspensiones de hidróxido de aluminio, y recuperar externamente algunos ácidos y metales.

Entre las MTD se incluyen la prevención, la separación entre los distintos tipos de flujos de aguas residuales, la maximización del reciclado interno (mediante tratamiento según los requisitos de uso) y la aplicación de un tratamiento adecuado a cada flujo final. Se

incluyen aquí técnicas como el tratamiento químico, la separación de aceites, la sedimentación y/o la filtración. Antes de utilizar nuevos tipos o nuevas fuentes de soluciones químicas de proceso, se considera MTD comprobar cualquier posible impacto en el sistema de tratamiento de aguas residuales y resolver los problemas que puedan presentarse.

A partir de una muestra de instalaciones de tratamiento de superficies metálicas y plásticas, cada una de las cuales utilizaba varias MTD, se han obtenido los valores indicados a continuación, que deben interpretarse teniendo en cuenta las observaciones de los capítulos 3 y 4, y el apoyo del documento de referencia sobre los principios generales de monitorización:

Niveles de emisión de algunas instalaciones que utilizan una gama de MTD*				
	Bastidores, barriles, bobinas de pequeño tamaño y otros procesos distintos de bobinas de acero de gran tamaño	Revestimientos de bobinas de acero de gran tamaño		
Todos los valores se dan en mg/l			Estaño u hojalata, chapas estañadas y hierro cromado (ECCS)	Zn o Zn-Ni
Ag	0,1 – 0,5			
Al		1 – 10		
Cd	0,10 – 0,2			
CN libre	0,01 – 0,2			
CrVI	0,1 – 0,2		0,001 – 0,2	
Cr total	0,1 – 2,0		0,03 – 1,0	
Cu	0,2 – 2,0			
F		10 – 20		
Fe		0,1 – 5	2 – 10	
Ni	0,2 – 2,0			
Fosfato como P		0,5 – 10		
Pb	0,05 – 0,5			
Sn	0,2 – 2,0		0,03 – 1,0	
Zn	0,2 – 2,0		0,02 – 0,2	0,2 – 2,2
COD		100 – 500	120 – 200	
Total hidrocarburos		1 – 5		
VOX		0,1 – 0,5		
Sólido en suspensión		5 – 30	4 – 40 (sólo aguas superficiales)	

* Estos valores son para compuestos diarios no filtrados antes del análisis, tomados tras el tratamiento y antes de ningún tipo de dilución, por ejemplo, mediante el agua de refrigeración, otras aguas de proceso o aguas receptoras.

Las emisiones a la atmósfera pueden afectar a la calidad del medio ambiente local y, en ese caso, es MTD evitar las emisiones fugitivas de algunos procesos mediante extracción y tratamiento. En este apartado, se da una descripción de estas técnicas,

junto con los valores de referencia asociados correspondientes para una muestra de instalaciones.

Se considera MTD controlar el ruido mediante buenas prácticas, por ejemplo, cerrando las puertas de compartimento, reduciendo al mínimo las entregas y ajustando los tiempos de entrega, o, si es necesario, mediante soluciones de ingeniería especiales.

MTD específicas

Se considera MTD general utilizar menos sustancias peligrosas y sustituir el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) por alternativas biodegradables o utilizar técnicas alternativas. Cuando tenga que usarse el EDTA, es MTD reducir al mínimo su pérdida y tratar cualquier resto que quede en las aguas residuales. Para los perfluoro-octansulfonatos (PFOS), se considera MTD reducir al mínimo su uso controlando su aplicación, reduciendo los vapores, que deben controlarse mediante técnicas como la instalación de superficies de aislamiento flotantes, aunque, en este caso, puede ser un factor importante la cuestión de la salud en el puesto de trabajo. El uso de esta sustancia puede irse eliminado gradualmente en la anodización. Existen procesos alternativos al cromo hexavalente y puede recurrirse al zincadosin cianuro alcalino.

No se puede sustituir el cianuro en todas las aplicaciones pero el desengrasado con cianuro no es MTD. Los sustitutos MTD del cianuro de zinc son el zinc sin cianuro ácido o alcalino, y los del cianuro de cobre son las opciones a base de ácidos o pirofosfato, con algunas excepciones.

El cromo hexavalente no puede sustituirse en los revestimientos de cromo duro. La MTD para revestimientos decorativos es el cromo trivalente u otros procesos alternativos como el estaño-cobalto; embargote todas formas, puede haber especificaciones, como la resistencia al desgaste o el color, que exijan, en una instalación, el tratamiento mediante cromo hexavalente. Cuando se recurra al revestimiento mediante cromo equivalente, se considera MTD reducir las emisiones a la atmósfera mediante técnicas como cubrir la solución o la cubeta y conseguir un ciclo cerrado para el cromo hexavalente y, en determinados casos de líneas nuevas o renovadas, cerrar la línea. Actualmente, no se puede formular una MTD para la pasivación con cromo, aunque es MTD sustituir los sistemas de cromo hexavalente en los acabados de fósforo-cromo con sistemas de cromo no hexavalente.

Para el desengrasado, se considera MTD trabajar con los clientes para reducir al mínimo la grasa o el aceite aplicados, así como eliminar el exceso de aceite mediante técnicas físicas. Asimismo, es MTD sustituir el desengrasado mediante disolventes por otras técnicas, generalmente a base de agua, excepto cuando estas técnicas puedan dañar el sustrato. En los sistemas de desengrasado a base de agua, se considera MTD rebajar la cantidad de productos químicos y energía empleada mediante sistemas de larga duración con mantenimiento o regeneración de soluciones.

También, se considera MTD aumentar la duración de las soluciones de proceso, así como preservar la calidad, monitorizando y manteniendo soluciones dentro de unos límites establecidos mediante las técnicas descritas en el capítulo 4.

Para el decapado a gran escala, se considera MTD aumentar la duración del ácido mediante técnicas como la electrólisis. También pueden recuperarse los ácidos externamente.

Existen MTD específicas para la anodización, incluida la recuperación de calor de los baños de sellado en determinadas circunstancias. También se considera MTD recuperar el grabado caustico cuando haya un gran consumo, no existan aditivos que interfieran el proceso y la superficie pueda cumplir determinadas condiciones. No es MTD cerrar los ciclos del agua de aclarado utilizando agua desionizada, debido a los impactos medioambientales cruzados entre los distintos medios de la regeneración.

Para las bobinas de acero continuas de gran tamaño, además de otras MTD aplicables, se consideran MTD las siguientes:

- utilizar controles de proceso en tiempo real para optimizar los procesos,
- sustituir motores viejos por motores con mayor eficiencia energética,
- utilizar rodillos escurridores para evitar la entrada o salida por arrastre de soluciones de proceso,
- invertir la polaridad de los electrodos a intervalos regulares en el desengrasado y el decapado electrolíticos,
- minimizar el consumo de aceite usando aceitadores electrostáticos cubiertos,
- optimizar la separación ánodo-cátodos en los procesos electrolíticos,
- optimizar las prestaciones del rodillo conductor mediante pulido,
- utilizar pulidoras de bordes para eliminar los depósitos de metales en el borde del fleje,
- utilizar máscaras de bordes para evitar una acumulación excesiva de metales y el desprendimiento cuando se revista solamente un lado.

Para las tarjetas de circuito impreso, además de las otras MTD aplicables, se consideran MTD las siguientes:

- utilizar rodillos escurridores para evitar la entrada o salida por arrastre de soluciones de proceso,
- utilizar técnicas de bajo impacto medioambiental para las operaciones de unión de la capa interna,
- para el “resist” o fotorresina (material sensible a la radiación): disminuir la salida por arrastre, optimizar la concentración y el rociado del revelador, y separar el “resist” revelado del agua residual,
- para el grabado: optimizar regularmente las concentraciones del mordiente y para el grabado con amoníaco regenerar la solución disolvente y recuperar el cobre.

Técnicas emergentes

Existen algunas nuevas técnicas para la minimización de los impactos ambientales, que están en fase de desarrollo o se usan de manera limitada y se consideran técnicas emergentes. Cinco de ellas se tratan en el capítulo 6: la integración de los tratamientos de superficie en la producción manufacturera se ha demostrado con éxito en tres situaciones, pero no se ha aplicado plenamente por varias razones. Está ya muy avanzado un procedimiento sustitutivo del cromo trivalente para el revestimiento con cromo duro utilizando una corriente de impulsos modificada y se ha iniciado ya la verificación previa a la producción en tres aplicaciones habituales. Los costes del equipo serán superiores, pero quedarán compensados por unos costes más bajos de

electricidad, productos químicos y otros. También se están desarrollando sustitutos del cromo hexavalente en recubrimientos de pasivación para dar cumplimiento a las disposiciones de dos Directivas. El revestimiento con aluminio y aleación de aluminio a partir de electrolitos orgánicos se ha demostrado con éxito, pero requiere disolventes inflamables y explosivos. Para las tarjetas de circuito impreso (PCB), los interconectores de alta densidad pueden consumir menos material y las imágenes pueden mejorarse, con menor consumo de productos químicos, utilizando láseres.

Observaciones finales

El documento se basa en más de 160 fuentes de información y recoge información clave del sector (principalmente de los operadores más que de proveedores) y los Estados miembros. En él se detallan los problemas encontrados en los datos que se han facilitado: principalmente la falta de información cuantitativa coherente. Los datos sobre consumos y emisiones suministrados son generalmente para grupos de técnicas en vez de para técnicas concretas. Por eso, algunas MTD son generales o no llegan a conclusiones, cuando sería útil para el sector y los reguladores disponer de conclusiones concretas.

Ha habido un buen nivel general de consenso sobre las conclusiones y no se han registrado opiniones discrepantes.

El intercambio de información y su resultado, es decir, el presente documento, constituyen un paso adelante importante en la consecución de la prevención y el control integrados de la contaminación debida al tratamiento de superficies metálicas y plásticas. Podrían darse otros pasos para seguir avanzando en este proceso, facilitando:

- información actualizada sobre el uso de los perfluoro-octan-sulfonatos (PFOS) y sus alternativas, así como técnicas sustitutivas de la pasivación con cromo hexavalente;
- más datos cuantitativos sobre beneficios medioambientales obtenidos, efectos medioambientales cruzados y aspectos económicos, especialmente en lo que se refiere a calefacción, refrigeración, secado y utilización y reutilización de agua;
- más información sobre las tecnologías emergentes indicadas en el capítulo 6;
- programas informáticos para la optimización de procesos aplicables a una amplia gama de procesos y en diversas lenguas seleccionadas.

Asimismo, pueden hacerse otras recomendaciones que van más allá del alcance del presente documento BREF, pero que se derivan también del intercambio de información:

- elaboración de objetivos medioambientales estratégicos para el sector en su conjunto;
- confección de una lista de las prioridades de investigación del sector;
- organización de actividades de cooperación, especialmente para llevar a cabo parte de este trabajo complementario;
- utilización de un planteamiento de cooperación para fomentar la recuperación por terceros en el caso de ciertos residuos (especialmente metales y ácidos decapantes) cuando no existan tecnologías de proceso;
- desarrollo del concepto de "infinitamente recicitable" para los metales y acabados de metal para asesorar a productores y consumidores;

- desarrollo y promoción de normas basadas en el rendimiento para mejorar la aceptación de nuevas técnicas con mejores prestaciones medioambientales.

Este intercambio de información también ha puesto de manifiesto algunos campos en los que convendría llevar a cabo proyectos de I+D, como:

- prolongación de la duración del baño y/o la recuperación de metales para la deposición sin corriente (“electroless plating”); estos baños tienen una duración muy limitada y son una fuente importante de residuos de metales;
- técnicas que permitieran medir de manera rápida y barata las superficies de las piezas y que ayudarían a la industria a controlar mejor los procesos y los costes, y, en consecuencia, el consumo y las emisiones; estas técnicas deberían permitir, entre otras cosas, relacionar la superficie con otros baremos generales como el consumo de metales o el tonelaje de la producción de sustrato;
- opciones para un mayor uso de técnicas y equipos basados en la corriente modulada; estas técnicas pueden resolver algunos de los problemas del galvanizado tradicional a tensión constante;
- mejora de la eficiencia de los materiales en algunos procesos determinados.

Mediante sus programas de IDT (Investigación y Desarrollo Tecnológico), la CE lanza y apoya una serie de proyectos sobre tecnologías limpias, tratamiento de efluentes emergentes y tecnologías de reciclado, y estrategias de gestión. Estos proyectos ofrecen posibilidades de aportar una contribución útil a futuras revisiones del Documento Técnico de Referencia sobre Mejores Tecnologías Disponibles (BREF). Por ello, se invita a los lectores a informar a la Oficina Europea de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (EIPPCB), de cualquier resultado de investigación que tenga interés para el campo que se trata en el presente documento (véase también el prefacio del presente documento)