



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

Prevención y control integrados de la contaminación

Documento de referencia sobre
las mejores técnicas disponibles para la producción de

Especialidades químicas inorgánicas

Octubre de 2006

RESUMEN

El BREF (documento de referencia) sobre las mejores técnicas disponibles para la producción de especialidades químicas inorgánicas (BREF SIC) presenta el resultado de las labores realizadas por un grupo de expertos europeos dentro de un grupo de trabajo técnico a fin de determinar las mejores técnicas disponibles para la producción de dichas sustancias. Dicho documento refleja el intercambio de información efectuado con arreglo a lo dispuesto en el artículo 16, apartado 2, de la Directiva 96/61/CE del Consejo (Directiva IPPC).

En el presente resumen se describen los resultados principales, se sintetizan las conclusiones más importantes sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) y se dan los correspondientes niveles de consumo y emisión. Conviene leerlo en relación con el «Prefacio», donde se explican los objetivos del documento, su forma de uso y las condiciones jurídicas.

También puede leerse y comprenderse como texto independiente, pero, por tratarse de un resumen, no incluye todas las complejidades del documento íntegro. Por este motivo, no pretende sustituir al texto íntegro del BREF como instrumento para la toma de decisiones en cuanto a las MTD.

Ámbito del documento

El objetivo de este documento, junto con otros BREF de la serie, es tratar las actividades descritas en la sección 4 de la Directiva IPPC, «Industria química». Dentro de la industria química, el documento se centra en el sector de las «especialidades químicas inorgánicas» (SIC).

Como el término SIC no está definido en la Directiva IPPC y carece de una acepción comúnmente aceptada en la industria, el documento propone unos criterios para distinguir entre SIC y sustancias inorgánicas producidas en grandes volúmenes. Además, se ha utilizado la siguiente definición de trabajo de SIC a efectos del documento:

«Por especialidad química inorgánica (SIC) se entiende una sustancia inorgánica obtenida industrialmente por transformación química, en general en cantidades relativamente pequeñas, según ciertas especificaciones (relativas, por ejemplo, a la pureza) seleccionadas para satisfacer las necesidades particulares de un usuario o sector industrial concreto (p. ej., el farmacéutico).»

Dada la inmensa diversidad de SIC y de las materias primas y procesos de producción a ellas relativos, el BREF se centra en un número limitado de familias (ilustrativas) de SIC y expresa conclusiones sobre las MTD aplicables a cada una de estas familias específicas. A partir de las familias ilustrativas y las conclusiones sobre las MTD específicas correspondientes, el documento deduce conclusiones sobre las MTD genéricas (o comunes) que se consideran aplicables a la producción de una serie más amplia de SIC. Las familias ilustrativas estudiadas en el documento son las especialidades de pigmentos inorgánicos, compuestos de fósforo, siliconas, explosivos inorgánicos y cianuros. El intercambio de información sobre las sales inorgánicas solubles de níquel no pudo llevarse a un nivel que permitiera la extracción de conclusiones sobre las MTD, por lo que se decidió suprimir del BREF la sección de las sales inorgánicas de níquel.

El sector de las SIC

Dada la ausencia de definición común de SIC, no pueden darse cifras precisas de las ventas del sector correspondiente. No obstante, se considera que en Europa el sector de las SIC representa entre el 10 y el 20 % de las ventas totales de la industria química, y está creciendo ligeramente.

El sector de las SIC se caracteriza por su diversidad y su fragmentación. Son miles las SIC distintas que se fabrican por toda Europa utilizando una inmensa gama de materias primas y de procesos de producción. Las instalaciones de SIC suelen ser de tamaño pequeño o medio, y funcionan de modo continuo o bien por lotes. Algunas instalaciones de SIC producen un solo tipo de estas sustancias, mientras que otras son multiusos y pueden producir muchas SIC diferentes. Pueden encontrarse empresas de cualquier tamaño (de muy grande a muy pequeño) que producen SIC en instalaciones bien independientes o bien que son parte de un complejo industrial mayor.

La producción en Europa está en general muy automatizada e informatizada, aunque hay excepciones, como la producción de explosivos y de pigmentos. El sector de las SIC es muy competitivo y de naturaleza confidencial, ya que las empresas tienden a cubrir mercados especializados y a centrarse en su ventaja competitiva. La competencia se basa generalmente en la calidad, más que en el precio.

Principales problemas ambientales

Podría pensarse en la liberación de cualquier sustancia a cualquier medio como consecuencia del inmenso número de sustancias producidas. A pesar de esto, las cuestiones ambientales comunes del sector de las SIC en su conjunto comprenden la emisión de partículas al aire (principalmente polvo y metales pesados), las aguas residuales con elevados valores de DQO, metales pesados o sales, y el consumo de energía y de agua. Entre la enorme variedad de sustancias que se pueden producir y manipular (y también emitir) en las instalaciones de SIC se encuentran también compuestos muy nocivos, con propiedades tóxicas o carcinogénicas (p. ej., cianuros, cadmio, plomo, cromo (VI), arsénico). Además, entre estas sustancias figuran los explosivos. Por tanto, la salud y la seguridad pueden ser un aspecto crucial de la producción de SIC. Sin embargo, solo algunos de estos aspectos son importantes para las distintas instalaciones de SIC, como se ve en las familias representativas estudiadas en este documento. La calidad de los productos finales y la pureza de las materias primas son factores destacados que influyen en el impacto ambiental del sector de las SIC.

Técnicas comúnmente aplicadas y niveles de consumo y de emisión

Aunque los procesos de producción de SIC son extremadamente diversos y a veces muy complejos (p. ej., el caso de las siliconas), normalmente se componen de una combinación de actividades (o fases del proceso) y equipos más sencillos. Pueden citarse como actividades de este tipo la disolución de materias primas, la mezcla, la síntesis, reacción o calcinación, el lavado, el secado, la molienda o trituración (por vía húmeda o seca), el tamizado, la condensación, la destilación, la evaporación, la filtración, la hidrólisis, la extracción, la compactación, la granulación y la aglomeración. Estas fases del proceso pueden agruparse en cinco etapas generales del proceso que forman las actividades centrales de un proceso de producción de SIC: el suministro, manipulación y preparación de materias primas y auxiliares; la síntesis/reacción/calcinación; la separación y purificación de los productos; el almacenamiento y manipulación de los productos, y la reducción de las emisiones. El BREF describe brevemente estas actividades y las etapas generales del proceso, y destaca los aspectos ambientales relativos a las mismas. El documento describe también brevemente el equipo y la infraestructura del proceso que se utilizan generalmente en el sector de las SIC, así como las características de su sistema de suministro y gestión de energía.

Es difícil presentar unos niveles genéricos de consumo y emisión aplicables al conjunto del sector de las SIC, ya que dichos niveles son específicos de cada proceso de producción y en el documento sólo se examinan unos cuantos procesos representativos de SIC. Así pues, el BREF presenta en su lugar una lista de posibles fuentes de emisión y componentes con la que puede evaluarse el proceso de producción de cualquier SIC.

Técnicas comunes que han de tenerse en cuenta para determinar las MTD

Las técnicas genéricas que se han considerado para la determinación de las MTD del conjunto del sector de las SIC se presentan generalmente de acuerdo con el enfoque genérico a fin de comprender el proceso de producción de una SIC. Cada técnica se presenta siguiendo el mismo esquema para facilitar su evaluación y, cuando sea posible, permitir su comparación con otras técnicas.

La mayoría de las técnicas comunes se utilizan también en otros sectores de la industria química y se describen, generalmente de forma más detallada, en otros documentos BREF (especialmente en el relativo a los sistemas de tratamiento y gestión de aguas y gases residuales en el sector químico (CWW)).

Mejores técnicas disponibles (MTD) genéricas

El documento presenta las mejores técnicas disponibles a dos niveles: MTD genéricas válidas para el conjunto del sector de las SIC, y MTD específicas válidas para las familias representativas seleccionadas de SIC. Por tanto, las MTD para la producción de una especialidad química inorgánica perteneciente a una de las familias de SIC representativas son una combinación de elementos de las MTD genéricas y de las MTD específicas que se encuentran en el documento. Para la producción de una SIC que no pertenece a ninguna de estas familias representativas, sólo son aplicables los elementos genéricos.

Además de las MTD recogidas en el documento, las MTD de una instalación de SIC también pueden contener elementos de otros documentos de IPPC como los BREF sobre las emisiones generadas por el almacenamiento (ESB) y sobre los sistemas de tratamiento y gestión de aguas y gases residuales en el sector químico (CWW).

Respecto al BREF CWW, merece la pena señalar lo siguiente:

- El BREF SIC estudia más a fondo la aplicación de algunas de las técnicas señaladas en el BREF CWW en relación con la producción de especialidades químicas inorgánicas.
- A fin de limitar la necesidad de que el lector consulte el BREF CWW, en este documento se describen brevemente las técnicas que se utilizan tanto en el sector de las SIC como en otros sectores de la industria química. Sin embargo, para conseguir una información más detallada, el lector deberá acudir al BREF CWW.

A continuación se resumen las principales conclusiones alcanzadas respecto a las MTD genéricas.

Suministro, almacenamiento, manipulación y preparación de materias primas y auxiliares

Constituye una MTD el reducir la cantidad de materiales de envasado eliminados mediante, por ejemplo, el reciclado de materiales de envasado utilizados «duros» y «blandos», salvo impedimento por consideraciones de seguridad o de peligro.

Síntesis/reacción/calcinación

Constituye una MTD reducir las emisiones y la cantidad de residuos generados aplicando una o varias de las siguientes medidas: uso de materias primas de elevada pureza, mejora de la eficacia del reactor, mejora de los sistemas de catálisis.

En caso de procesos discontinuos, constituye una MTD optimizar los rendimientos, disminuir las emisiones y reducir los residuos secuenciando la adición de reactivos. También constituye una MTD en caso de procesos discontinuos minimizar las operaciones de limpieza optimizando las secuencias de adición de materias primas y auxiliares.

Manipulación y almacenamiento de los productos

Constituye una MTD reducir la cantidad de residuos generados, por ejemplo utilizando contenedores o bidones retornables para el transporte de los productos.

Reducción de las emisiones de gases residuales

El documento presenta conclusiones sobre las MTD y los niveles de emisión correspondientes respecto a la reducción de los niveles de HCN, NH₃, HCl y partículas. Por ejemplo, constituye una MTD respecto a las partículas minimizar las emisiones del polvo total presente en los gases de escape y conseguir niveles de emisión en la gama de 1 – 10 mg/Nm³ utilizando las técnicas descritas en el BREF. La parte inferior de la gama puede alcanzarse utilizando filtros textiles combinados con otras técnicas de reducción. Sin embargo, la gama puede ser más elevada, según las características del gas portador y de las partículas. No siempre es posible utilizar filtros textiles como, por ejemplo, cuando hay que reducir la presencia de otros contaminantes, además del polvo, o cuando los gases de escape están húmedos. Siempre que sea posible, las partículas recuperadas o retiradas se vuelven a reciclar en la producción. El medio de lavado se recicla siempre que sea posible.

Gestión de las aguas residuales y reducción de los vertidos al agua

El tratamiento de las aguas residuales en el sector de las SIC sigue al menos tres estrategias diferentes:

- pretratamiento dentro de la instalación de SIC y uno o varios tratamientos finales en una depuradora central dentro de un emplazamiento más amplio en el que se encuentra la instalación de SIC;
- pretratamiento y uno o varios tratamientos finales en una depuradora dentro de la instalación de SIC;
- pretratamiento dentro de la instalación de SIC y uno o varios tratamientos finales en una depuradora municipal.

Las tres estrategias son MTD cuando se aplican de forma adecuada a la situación real de las aguas residuales.

No se han extraído conclusiones sobre MTD genéricas aplicables a la reducción de la presencia de metales pesados en las aguas residuales. Sin embargo, sí se han deducido conclusiones sobre MTD específicas en relación con la reducción de la presencia de metales pesados de aguas residuales de tres de las cinco familias representativas de SIC estudiadas en el documento, a saber, los pigmentos inorgánicos, las siliconas y los explosivos inorgánicos. Puede acudir al BREF CWW para ampliar la información sobre la reducción de los metales pesados presentes en el agua residual de la producción de sustancias no incluidas en las familias representativas de este documento.

Como medida general, constituye una MTD clasificar los flujos de aguas residuales contaminadas en función de su carga de contaminantes. Las aguas residuales inorgánicas, sin componentes orgánicos importantes, se separan de las aguas residuales orgánicas y se llevan a depuradoras especiales.

Este documento también presenta conclusiones sobre MTD para la recogida y el tratamiento del agua de lluvia.

Infraestructura

Constituye una MTD minimizar las emisiones difusas de polvo procedentes en particular del almacenamiento y manipulación de los materiales o productos, aplicando una o varias de las técnicas siguientes: almacenamiento de los materiales en sistemas cerrados, utilización de zonas cubiertas protegidas de la lluvia y del viento, disposición del equipo de producción en recintos total o parcialmente cerrados, diseño del equipo con campanas y conductos para capturar las emisiones difusas de polvo y reducirlas, realización periódica de operaciones de limpieza. Constituye una MTD reducir las emisiones gaseosas y líquidas fugitivas aplicando una o varias de las siguientes medidas: disposición de programas de detección y reparación periódicas de fugas, funcionamiento del equipo a presión ligeramente por debajo de la atmosférica, sustitución de las conexiones con abrazaderas mediante conexiones soldadas, utilización de bombas sin

juntas y válvulas de fuelle, uso de sistemas de juntas de elevadas prestaciones, realización periódica de operaciones de limpieza.

En caso de instalaciones nuevas, constituye una MTD el uso de un sistema informatizado de control del funcionamiento de la instalación. Sin embargo, esto no es aplicable cuando por cuestiones de seguridad no se permita el funcionamiento automático (p. ej., en la producción de SIC explosivas).

En caso de instalaciones en que puedan formarse compuestos peligrosos sólidos en las tuberías, máquinas y recipientes, constituye una MTD disponer de una sistema cerrado de lavado y aclarado.

Energía

Constituye una MTD reducir el consumo de energía optimizando el diseño, la construcción y el funcionamiento de la instalación, por ejemplo utilizando tecnología de mínimos (*pinch*), salvo que sea imposible por cuestiones de seguridad.

Técnicas transfronterizas

Cuando se manipulan sustancias que suponen un posible riesgo de contaminación del suelo y de las aguas subterráneas, constituye una MTD minimizar la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas mediante el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de instalaciones de forma que se reduzcan al mínimo los escapes de material. Este documento presenta la lista específica de técnicas que se consideran MTD.

Es una MTD tener un elevado nivel de educación y formación continua del personal. Aquí se incluye el tener personal con una educación básica sólida en el campo de la ingeniería y operaciones químicas, la formación continua del personal de las instalaciones sobre el trabajo, la evaluación y el registro con periodicidad de las características del personal, y la formación periódica del personal sobre la forma de responder a las situaciones de emergencia, sobre salud y seguridad en el trabajo, y sobre la normativa relativa a la seguridad de los productos y del transporte.

Constituye una MTD aplicar los principios de un eventual código industrial. Esto incluye lo siguiente: aplicación de normas muy estrictas en los aspectos de la producción de SIC relacionados con la seguridad, el medio ambiente y la calidad, o la realización de actividades como auditorías, certificación y formación del personal de la instalación.

Constituye una MTD realizar una evaluación estructurada de la seguridad del funcionamiento normal y tener en cuenta los efectos debidos a desviaciones del proceso químico y a desviaciones del funcionamiento de la instalación. A fin de garantizar que se pueda controlar un proceso de forma adecuada, constituye una MTD aplicar una o varias de las técnicas siguientes: medidas de organización, técnicas de ingeniería de control, sistemas para detener las reacciones, refrigeración de emergencia, construcción resistente a la presión, sistemas de alivio de la presión.

Se establecen como MTD diversas técnicas de gestión ambiental. El ámbito y la naturaleza del sistema de gestión ambiental (SGA) estarán relacionados en general con la naturaleza, la escala y la complejidad de la instalación, así como con la gama de impactos ambientales que pueda tener. Constituye una MTD poner en práctica un SGA que incorpore, de forma adecuada a las circunstancias particulares, características como la definición de una política ambiental, procedimientos de planificación, establecimiento y aplicación, comprobación de las características y toma de medidas correctoras, examen del sistema de gestión y del procedimiento de auditoría y su validación por un organismo acreditado de certificación o un verificador externo de SGA.

Familias representativas de especialidades químicas inorgánicas

Pigmentos inorgánicos

Información general y procesos y técnicas aplicados

La información incluida en este documento se centra en los pigmentos inorgánicos que son especialidades producidas industrialmente por procesos químicos (como los pigmentos de óxido de hierro, los pigmentos inorgánicos complejos, el sulfuro de cinc, el sulfato de bario y los pigmentos de litopones). Hay otros pigmentos inorgánicos (que no son especialidades), como los pigmentos de negro de humo y de dióxido de titanio, que se incluyen en el ámbito del BREF sobre sustancias inorgánicas producidas en grandes volúmenes- sólidas y otras (BREF LVIC-S). En Europa los pigmentos inorgánicos que son especialidades se producen en instalaciones de pequeñas a grandes, que funcionan de modo continuo o por lotes. La producción se localiza principalmente en Alemania, Italia y España. La producción de pigmentos se considera un sector industrial maduro, en el que se prevén pocos cambios.

Aunque se han desarrollado muchos procesos de producción para fabricar la amplísima variedad de pigmentos inorgánicos, la producción puede desglosarse en dos procesos principales: síntesis de los pigmentos, seguida de elaboración de estos. La síntesis de pigmentos se lleva a cabo utilizando un proceso de precipitación por vía húmeda o un proceso de calcinación en seco, cada uno de los cuales tiene un efecto ambiental diferente. El proceso por vía húmeda requiere gran cantidad de agua y genera grandes cantidades de aguas residuales, mientras que el proceso de calcinación en seco exige menos agua pero más energía y provoca más emisiones de gases de escape. La elaboración de los pigmentos comprende el lavado, secado, calcinación, mezclado o trituración, filtración o cribado, y operaciones de secado. La elaboración de los pigmentos provoca emisiones a la atmósfera y al agua. Es especialmente preocupante la emisión a la atmósfera de partículas con metales pesados.

Niveles de consumo/emisiones y técnicas consideradas para determinar las MTD

Este BREF presenta los niveles de consumo y de emisión de una muestra de instalaciones europeas productoras de pigmentos. Entre las técnicas consideradas para determinar las MTD se incluyen el uso de materias primas no cancerígenas, la reducción de los fluoruros mediante el lavado con cal, el uso de agua destilada procedente del sistema de evaporación o concentración para lavar los pigmentos, la eliminación de cromo de las aguas residuales, el reciclado de los lodos de precipitación en la propia producción, el tratamiento biológico de las aguas residuales con carga de nitratos, el pretratamiento y el tratamiento final de las aguas residuales con carga de metales pesados.

Mejores técnicas disponibles

En algunos casos, la diversidad de procesos de producción y de materias primas utilizados hace que las conclusiones sobre MTD sean aplicables sólo a determinados pigmentos o a determinados procesos. Más abajo se presentan ejemplos de MTD que tienen una aplicabilidad mayor (por ejemplo, en relación con las partículas, los gases ácidos y las aguas residuales).

Constituye una MTD capturar el polvo de las zonas de trabajo y llevarlo a su lugar de reducción. El polvo así reducido se recicla posteriormente en la propia producción. También constituye una MTD efectuar periódicamente operaciones de limpieza de las zonas de trabajo.

Es una MTD reducir al mínimo la emisión de gases ácidos y fluoruros utilizando, por ejemplo, técnicas de inyección de sorbentes.

Constituye una MTD reducir al mínimo la emisión total de polvo procedente de las actividades efectuadas en la instalación y conseguir unos niveles de emisión de 1 – 10 mg/Nm³ utilizando técnicas como los ciclones, los filtros textiles, los lavadores o los

precipitadores electrostáticos. La parte baja de la gama puede alcanzarse utilizando filtros textiles en combinación con otras técnicas de reducción. No siempre es posible utilizar filtros textiles como, por ejemplo, cuando hay que reducir la presencia de otros contaminantes, además del polvo, o cuando los gases de escape están húmedos.

Respecto a las aguas residuales, es una MTD tratar (previamente) estas aguas contaminadas con Cr (VI) para alcanzar una concentración de Cr (VI) < 0,1 mg/l mediante amortiguación de flujo y reducción del Cr(VI) a Cr(III), por ejemplo utilizando sulfito o sulfato de hierro (II). También es una MTD tratar previamente el agua residual cargada de metales pesados antes de verterla a las aguas receptoras mediante una combinación de las técnicas indicadas en este documento. Los residuos de filtración recuperados de la depuración de las aguas residuales pueden reciclarse de nuevo en la producción.

Compuestos de fósforo

Información general y procesos y técnicas aplicados

Los compuestos de fósforo estudiados en este documento son el tricloruro de fósforo (PCl₃), el cloruro de fosforilo (POCl₃) y el pentacloruro de fósforo (PCl₅). Las tres sustancias son muy tóxicas. En Europa son producidas por seis empresas en siete lugares. Los principales mercados de los compuestos de fósforo son la agricultura y la fabricación de productos ignífugos. La producción se efectúa en instalaciones multiusos de funcionamiento continuo.

La producción de PCl₃, POCl₃ y PCl₅ están muy relacionadas entre sí, ya que el PCl₃ es la materia prima para la producción de los otros dos compuestos. El PCl₃ se produce en Europa utilizando el proceso de reacción gas-líquido o bien el de fase gaseosa. Las materias primas para producir el PCl₃ son el fósforo elemental y el cloro.

Niveles de consumo/emisiones y técnicas consideradas para determinar las MTD

Los aspectos ambientales más preocupantes de la producción de compuestos de fósforo son las emisiones atmosféricas de HCl y de óxido de fósforo, así como el vertido al agua de cloruros y compuestos de fósforo. Entre las técnicas que deben considerarse para determinar las MTD figuran el uso de agua condensada caliente para fundir el fósforo elemental y mantenerlo en forma líquida, el uso de sistemas diferentes para proteger el fósforo elemental, el uso de fósforo elemental con pocas impurezas orgánicas e inorgánicas, el uso de sistemas de lavado para reducir la presencia de compuestos de fósforo en los gases residuales, y medidas de almacenamiento.

Mejores técnicas disponibles

Las MTD con los compuestos de fósforo se refieren principalmente a la minimización de los residuos, el ahorro de energía, la prevención de accidentes, el rendimiento de la producción y la reducción al mínimo de las emisiones de cloruros y de fósforo al medio ambiente. Más abajo se recogen algunos ejemplos.

Constituye una MTD reducir el consumo de energía necesario para fundir el fósforo elemental blanco o amarillo sólido (materia prima) utilizando agua condensada caliente procedente de otras partes del proceso.

Es una MTD reducir al mínimo el riesgo de fuego protegiendo el fósforo elemental con un medio inerte hasta la fase de reacción.

Constituye una MTD reducir las emisiones de HCl a la atmósfera procedentes de la producción de compuestos de fósforo y conseguir unos niveles de emisión de 3 – 15 mg/Nm³ mediante lavado alcalino. Para reducir al mínimo las emisiones en todas las condiciones de producción, los caudales a través del sistema de lavado y la concentración de álcali en el medio de lavado deben ser suficientemente elevados.

Es una MTD minimizar los vertidos de fósforo y cloro a las aguas receptoras tratando los efluentes de agua en una depuradora de aguas residuales dotada de tratamiento biológico y alcanzar unos niveles de vertido de fósforo a las aguas receptoras de 0,5 – 2 kg/t de fósforo elemental y unos niveles de vertido de cloro a las aguas receptoras de 5 – 10 kg/t de fósforo elemental.

Respecto a los residuos, es una MTD conseguir unos niveles de emisión de restos de la destilación de residuos procedentes de la producción de PCl_3 de 4 – 8 kg/t de fósforo elemental e incinerar los restos de la destilación.

Siliconas

Información general y procesos y técnicas aplicados

Las siliconas son una variedad especial de polímeros. Se distinguen de los polímeros normales en que el eje de su estructura no contiene carbono, sino que está formado por una cadena de átomos de silicio y de oxígeno alternos. Se encuentran en el mercado varios miles de productos distintos de silicona y un mismo lugar de producción suele fabricar más de 1 000 de tales productos. Este documento se refiere a los más importantes, como el polidimetilsiloxano (PDMS). Entre las aplicaciones de las siliconas se incluyen los aislantes eléctricos, lubricantes, elastómeros, revestimientos, aditivos de lacas, pinturas y productos cosméticos. En Europa hay cuatro empresas que producen siliconas, y todas ellas trabajan en modo continuo.

El PDMS se produce mediante un proceso que tiene las siguientes fases: síntesis de cloruro de metilo, trituración de silicio elemental, síntesis directa (síntesis de Müller-Rochow), destilación e hidrólisis/condensación. Las principales materias primas son silicio elemental, HCl y metanol.

Niveles de consumo/emisiones y técnicas consideradas para determinar las MTD

Las principales cuestiones ambientales son las emisiones atmosféricas de polvo, cloruros y NO_x , así como los vertidos de cobre y cinc a las aguas receptoras. Entre las técnicas consideradas para determinar las MTD figuran las medidas de almacenamiento del silicio elemental, la metodología de mínimos para optimizar el consumo de energía, un sistema de eliminación del polvo en seco para el almacenamiento, manipulación y trituración del silicio elemental, diferentes formas de recuperación del cloruro de metilo, tratamiento térmico de los gases de escape que contienen hidrocarburos ligeros y compuestos clorados, tratamiento de las aguas residuales, reutilización/recuperación de agua y de HCl, prevención de accidentes.

Mejores técnicas disponibles

Las MTD sobre la producción de siliconas se refieren principalmente a la optimización de la eficiencia de la reacción química, la minimización de los materiales utilizados, la prevención de accidentes, la reducción al mínimo de los residuos, el uso eficiente de la energía y la reducción de las emisiones atmosféricas y al agua. A continuación se presentan algunos ejemplos.

Constituye una MTD minimizar las emisiones difusas de polvo procedentes del almacenamiento y manipulación de silicio elemental, aplicando las medidas indicadas en este documento. Constituye una MTD reducir las emisiones canalizadas de polvo procedentes de la trituración, almacenamiento y manipulación del silicio elemental, y conseguir unos niveles de emisión de 5 – 20 mg/Nm^3 (media anual) utilizando, por ejemplo, filtros textiles y reciclando en la propia producción el polvo separado.

Para conseguir una eficiencia máxima de la reacción química en la síntesis directa, constituye una MTD utilizar como materia prima silicio elemental con un tamaño de partícula < 1 mm.

En relación con la prevención de accidentes, es una MTD reducir al mínimo las fuentes de energía de ignición procedentes de la trituración y de la transferencia de silicio

elemental, así como minimizar las fuentes de explosiones derivadas de la trituración y del transporte de silicio elemental, manteniendo el contenido de oxígeno y/o de polvo de silicio elemental en la atmósfera del equipo a un nivel seguro, por debajo del límite inferior de explosividad.

Constituye una MTD reducir el consumo de energía reciclando la energía producida en la síntesis directa.

En relación con el tratamiento de aguas residuales, es una MTD minimizar los vertidos de cobre y cinc al agua pretratando los efluentes de agua procedentes de la producción de PDMS, mediante precipitación o floculación en condiciones alcalinas, seguida de sedimentación y filtración. También es una MTD reducir la DBO/DQO del agua que sale del pretratamiento aplicando una etapa de tratamiento biológico.

SIC explosivas

Información general y procesos y técnicas aplicados

Los explosivos inorgánicos estudiados en este documento son la azida de plomo, el trinitro-resorcinato de plomo y el picrato de plomo, que tienen importancia industrial y económica en Europa. Estas sustancias se clasifican como «explosivos primarios», cuya función principal consiste en iniciar un «explosivo secundario» (por ejemplo, en dinamitas). Pueden citarse otros usos como infladores de bolsas neumáticas o pretensores de cinturones de seguridad. Los explosivos inorgánicos se producen por lotes.

Las materias primas utilizadas son nitrato de plomo y azida de sodio para la producción de azida de plomo, nitrato de plomo y trinitro-resorcina para la producción de trinitro-resorcinato de plomo, y nitrato de plomo y picrato de sodio para la producción de picrato de plomo. Las SIC explosivas se producen mediante una reacción de precipitación. A continuación, el producto resultante se purifica y deseca.

Niveles de consumo/emisiones y técnicas consideradas para determinar las MTD

Las principales cuestiones ambientales relacionadas con la producción de explosivos inorgánicos son los vertidos al agua de plomo, nitratos, sulfatos, DQO y sólidos en suspensión. Entre las técnicas consideradas para determinar las MTD se encuentran la eliminación del plomo de las aguas residuales por precipitación con ácido sulfúrico o carbonato de sodio, la eliminación de los restos de materiales explosivos que contienen plomo presentes en las aguas residuales mediante una fase de neutralización, y medidas de protección del suelo.

Mejores técnicas disponibles

Este documento presenta las MTD en ámbitos como la prevención de accidentes, la minimización de residuos y la reducción de vertidos de plomo al agua. A continuación se presentan algunos ejemplos de MTD.

Para evitar que se produzca un «efecto dominó» en caso de explosión, constituye una MTD separar los edificios de producción y almacenamiento dentro del emplazamiento. También es una MTD reducir el riesgo de explosiones de origen eléctrico almacenando las SIC explosivas en edificios provistos de sistemas de seguridad y protección eléctrica.

Entre las MTD relativas a las aguas residuales se cuentan la recogida y tratamiento de las aguas de proceso utilizadas, la eliminación de los restos de impurezas explosivas presentes en las aguas residuales, la reducción de las impurezas orgánicas de estas aguas utilizando carbón activo. También es una MTD reciclar las aguas residuales en el propio proceso de producción, cuando esté justificado por la escala de la producción o la proporción entre el coste de la energía y el coste del agua. Finalmente, constituye una MTD enviar las aguas residuales a una depuradora central para su tratamiento. Si la depuradora central no puede hacer un tratamiento de desnitrificación (y de nitrificación en caso necesario), es una MTD tratar posteriormente las aguas residuales en una

depuradora biológica (en el propio emplazamiento o fuera de él, por ejemplo en una depuradora municipal) con desnitrificación (y nitrificación en caso necesario).

Cianuros

Información general y procesos y técnicas aplicados

Este documento se centra en las sustancias hidrosolubles cianuro de sodio (NaCN) y cianuro de potasio (KCN). Las demás sales inorgánicas de cianuro no se estudian debido a su escaso volumen de producción. Los cianuros se utilizan en Europa principalmente en la industria de la síntesis química, así como en galvanoplastia y en endurecimiento de metales. El NaCN y el KCN se producen en menos de una decena de emplazamientos en Europa, en instalaciones de tamaño medio, con un modo de funcionamiento continuo.

Este documento se refiere a la producción de NaCN y KCN mediante el proceso de solución en agua, que consiste en dos fases principales para la producción de una solución de cianuros (es decir, neutralización seguida de filtración) y otras fases posteriores para la producción de cianuros en estado sólido (es decir, secado, compactación, granulación, separación de los polvos finos, tamizado o aglomeración). Las materias primas son HCN y NaOH o KOH.

Niveles de consumo/emisiones y técnicas consideradas para determinar las MTD

Las emisiones procedentes de la producción de cianuros consisten principalmente en HCN y NH₃ que pasan al aire y en cianuros que pasan a las aguas receptoras. Entre las técnicas consideradas para la determinación de las MTD figuran la destrucción de cianuros de los gases residuales y aguas residuales utilizando peróxido de hidrógeno, el tratamiento térmico de los gases de escape que contienen COV, el sistema de limpieza *in situ* del equipo contaminado con cianuro, el uso de envases retornables para el transporte de cianuros sólidos, el uso de un sistema informatizado de control del funcionamiento de la instalación, la aplicación del Código Internacional de Gestión del Cianuro, las medidas de almacenamiento de los cianuros, el uso de materias primas con bajo contenido de metales pesados, y el elevado nivel de educación y formación continua del personal.

Mejores técnicas disponibles

Este documento presenta MTD sobre producción de residuos, minimización de materias primas y sobre la reducción de NO_x, HCN, NH₃ y COV. También presenta los niveles de emisiones de dichos contaminantes correspondientes a las MTD.

Respecto a los vertidos de cianuros al agua, este documento concluye que es una MTD minimizarlos utilizando técnicas de oxidación de los cianuros. El uso de hipoclorito también se considera una MTD cuando el efluente de cianuro está libre de materia orgánica y no queda hipoclorito libre en el efluente tras la reacción de oxidación. También se indican en este documento los niveles de las emisiones correspondientes a las MTD.

Se presentan asimismo varias MTD sobre la prevención de la contaminación del suelo. Otras conclusiones sobre MTD se refieren al consumo de agua y energía, al almacenamiento y envasado de los productos, al funcionamiento de la instalación y a la formación del personal.

Técnicas emergentes

A lo largo del trabajo se han señalado varias técnicas emergentes, a saber: la descontaminación de gases de escape y aguas residuales mediante intercambiadores iónicos inorgánicos químicamente modificados y carbón activo, la utilización de residuos industriales como combustible, la filtración del aire para la reducción de la presencia de compuestos volátiles de cromo, el desarrollo y aplicación de electrodos cerámicos avanzados para la eliminación electroquímica de los cianuros en las aguas residuales.

Observaciones finales

El intercambio de información sobre MTD para la producción de SIC se efectuó en un plazo aproximado de dos años, de octubre de 2003 a noviembre de 2005. El intercambio de información fue difícil porque la recogida de datos reales de consumo y emisión correspondientes a las distintas instalaciones de SIC se vio obstaculizada por cuestiones de confidencialidad. No obstante, esto no impidió la elaboración de unas conclusiones sobre MTD genéricas que fueran válidas para todo el sector de las SIC, así como de conclusiones sobre MTD de las distintas familias de SIC estudiadas en este documento. Se alcanzó un consenso sobre las MTD y no se registraron opiniones divergentes.

Mediante sus programas de IDT, la CE lanza y apoya una serie de proyectos sobre tecnologías limpias, tecnologías emergentes de tratamiento de efluentes y reciclado, y estrategias de gestión. Estos proyectos podrían aportar una contribución útil a futuras revisiones de los documentos BREF. Por lo tanto, se ruega a los lectores que informen a la Oficina Europea de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (EIPPCB) de todos los resultados de las investigaciones pertinentes al ámbito de este BREF (véase también el prefacio).