

El reciclaje de medios de almacenamiento de datos ópticos

H. Hähnsen, P. Orth, M. Schmitt y R. Tappe
Grupo Comercial Plásticos Bayer AG



Figura 1. Las partes de computadora hechas de una mezcla PC/ABS (grado Bayblend RFR 390) de color oscuro son producidas utilizando un reciclado base de CD.

LOS DISCOS COMPACTOS COMO FUENTE DE MATERIA PRIMA PARA PLÁSTICOS DE INGENIERÍA DE ALTA CALIDAD

Un producto de alta tecnología como es el disco compacto, universalmente fabricado en grandes cantidades del mismo material plástico, parecería

ofrecer las bases ideales para la producción de reciclados puros y de alta calidad. Por razones ecológicas y económicas este objetivo sólo puede alcanzarse en la práctica con altos flujos volumétricos de artículos de desecho y residuos industriales, y con el desarrollo de una tecnología de reciclaje diseñada especialmente.

El material de sustrato utilizado a nivel mundial casi de modo exclusivo para la fabricación de medios de almacenamiento de datos ópticos (discos compactos, CD-ROM, CD-R, DVD) es el policarbonato (PC). Sólo unos pocos competidores globales proveen el mercado y, debido a los requerimientos, en extremo, elevados

del producto, las especificaciones del material son, en la práctica, idénticas. Sin embargo, el reciclaje de discos compactos causa mayores problemas en muchos aspectos, ya que un CD pesa sólo 15 g y consta, además, de un compuesto de PC, aluminio, laca y tinta de impresión.

BAYER – como fabricante de policarbonatos (grado Makrolon) ha estado utilizando los CDs no comerciales y defectuosos a escala industrial desde 1994 y procesando el material para obtener un reciclado de calidad garantizada, que es destinado, luego, a otras aplicaciones técnicas (Figura 2). Hasta hoy, más de 5000 toneladas de policarbonato han sido producidas de esta forma, lo cual equivale a unos 350 millones de CDs. Después de la expansión de la planta, ha estado disponible una capacidad anual de 6000 toneladas desde comienzos de 1998.

El volumen del material reciclado proviene de las producciones defectuosas y las devoluciones por razones de calidad de los fabricantes de CDs, clientes de Bayer, del exceso de mercancía almacenada o devoluciones del comercio, materiales de disposición de desechos y de las compañías de reciclaje especializadas en la destrucción de medios de almacenamiento de datos por razones de derechos de autor y de protección de datos. Cantidades relativamente grandes de CD-ROMs provienen, ahora, también de sistemas de reciclaje de revistas y casas fabricantes de software, que con frecuencia los proveen de actualizaciones a cambio de los discos obsoletos.

EL RECICLAJE COMIENZA CON LA LOGÍSTICA

El desafío real para la producción

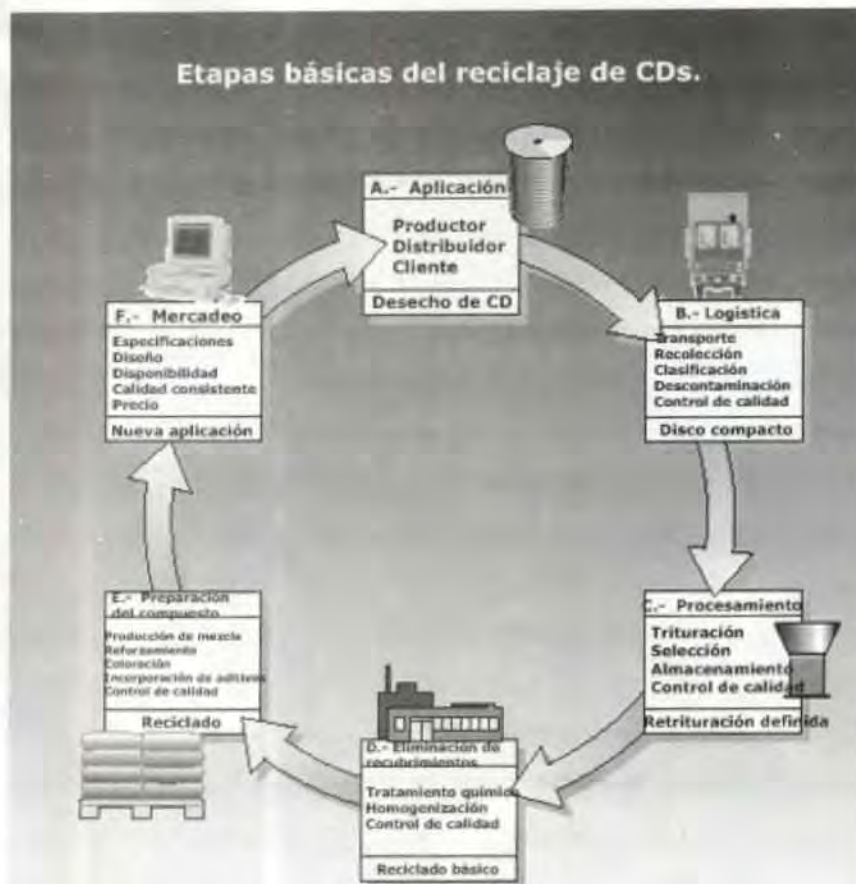


Figura 2. Etapas básicas del reciclaje de CDs.

económica de reciclados de alta calidad está en suministrar grandes cantidades de material y, si es posible, separados. Sólo, así, se logra disponer de los volúmenes suficientes para utilizar la capacidad de plantas industriales y garantizar una producción continua para la comercialización del reciclado. Para esta tarea se seleccionaron compañías asociadas de tamaño medio. Trabajando en estrecha cooperación con Bayer y actuando en su nombre, estas compañías están comprometidas con la recolección a nivel mundial y la reunión de pequeñas cantidades y la separación de artículos de los empaques. La firma Hoffman & Voss de Viersen, Alemania, por último, es la res-

ponsable de la descontaminación de los CDs, convirtiéndolos en un material re-triturado definido de calidad garantizada.

LA CONTAMINACIÓN INCREMENTA LOS COSTOS

A pesar de que los requisitos obligan a los proveedores a entregar los CDs usados que han recogido libres de contaminación, casi siempre ha habido problemas en esta área. El diverso origen de los flujos de material implica un amplio rango de posibles contaminantes que se deben separar sin residuos como: tornillos, alambres, latas de bebidas, colillas de cigarrillos y contaminantes de madera y vidrio. Los polímeros sin importancia se



Figura 3. Los contaminantes se separan manualmente antes de que el material del CD se pase a través de un separador de metales.

pueden aceptar en pequeñas cantidades [1]. Para separar estos materiales se requiere de varias operaciones, algunas de un costo intensivo. Se ha demostrado que los requerimientos complejos de chequeo para materiales entrantes pueden sólo ser realizados por humanos. Los contaminantes visibles son removidos

manualmente y los CD-Rs son separados, porque se tienen que procesar en otra línea por su recubrimiento de oro. (Fig. 3) Los residuos de producción no metalizados (por ejemplo, los bebederos) se tienen que separar también, porque se pueden omitir algunos pasos del proceso.

Los CDs recolectados constituyen un recurso reutilizable que puede procesarse a satisfacción y reintegrarse en una aplicación de alto grado. Los proveedores que fallan seriamente en el cumplimiento de las especificaciones, deben esperar que les devuelvan sus contenedores de recolección.

Divididos los lotes en metalizados y no metalizados, el material del CD se reduce a un tamaño de partícula procesable y libre de polvo. Los separadores magnéticos remueven los contaminantes metálicos del triturado. El producto a granel resultante de esta operación se transfiere a un silo para un almacenaje intermedio. De allí, se transporta en camiones-cisterna hacia un procesamiento químico de humectación en la planta de Bayer en Dormagen, donde se almacena, de nuevo, en silos. (Figura 4) La logística de los silos, que ha sido introducida sólo recientemente, incrementa el flujo de material y ayuda a reducir los costos del proceso, al tiempo que genera altas demandas de control de calidad durante el proceso de remolido, ya que los lotes defectuosos producen pérdidas sustanciales de material.

ELIMINACIÓN DE LOS RECUBRIMIENTOS SIN PÉRDIDA DE MATERIAL

El material retriturado definido es transportado por un sistema de llenado automático del silo de almacenamiento a un tanque de mezclado que contiene una solución de soda cáustica diluida. Luego, se lleva a cabo una serie de procesos que remueve el recubrimiento de manera confiable. La solución de soda cáustica disuelve el aluminio de la superficie de policarbonato junto con todas las capas que se encuentran encima de éste. Sin embargo, en el área interior o exterior del disco,

existen cubiertas protectoras adheridas directamente al policarbonato y que son difíciles de desprender con soda cáustica. Estas cubiertas pueden ser removidas con la ayuda de aditivos especiales. Al mismo tiempo, el proceso de mezclado genera fricción mecánica sobre la superficie, la cual remueve cualquier partícula remanente adherida. Los emulsificantes aseguran que los componentes retirados de la cubierta se dispersen y no se depositen, de nuevo, sobre las superficies expuestas.

Las centrifugas separan la mezcla de los recubrimientos retirados del plástico, quedando un «reciclado básico» que, después, de un posterior lavado y secado es casi indistinguible visualmente del material virgen. En una operación de tamizado, las partículas de menor tamaño son separadas y recicladas por separado para asegurar un procesamiento ulterior libre de problemas. Después de la operación de secado, el material se pasa, otra vez, por diferentes separadores de metal que recogen cualquier residuo metálico antes de que el material sea transportado a un silo listo para la preparación de compuestos.

TECNOLOGÍA DE PROCESAMIENTO UNIVERSAL

El proceso de retiro de cubiertas descrito tiene una aplicabilidad prácticamente universal y es el apropiado para ambos casos: la remoción de sustancias de la cubierta de color activada por luz láser sobre un CD-R y la capa de oro en la parte superior.

Ensayos iniciales han mostrado, también, buenos resultados en el procesamiento de los nuevos Discos Versátiles Digitales (DVD), hechos de discos de dos sustratos unidos entre sí. Estos discos tienen capas



Figura 4. Cargando un silo con material reciclado en la planta de Bayer en Dormagen.

adhesivas y funcionales internas. Se han obtenido buenos resultados con el uso de adhesivos acrílicos curados por UV que son similares en estructura a los recubrimientos protectores usados para CDs de audio. Todavía se continúa trabajando con otros sistemas de adhesivos para garantizar que el policarbonato del medio de almacenamiento (DVD) pueda reciclarse, también, a gran escala industrial.

El proceso de eliminación de recubrimientos toma lugar

ampliamente en un sistema cerrado. En este proceso, la solución de soda cáustica se limpia físicamente y se retorna al proceso. La recuperación del aluminio contenido en éste sería bastante costosa y, por lo tanto, poco económica. El contenido de metal es tan pequeño, que de mil toneladas de CDs sólo se obtienen 100 Kg. de aluminio, con un valor en el mercado de unos 200 DM.

La situación con los CD-Rs recubiertos con oro es diferente. El valor del oro hace que el proceso metalúrgico de eliminación de residuos del recubrimiento sea valioso. La eliminación mecánica del recubrimiento por exfoliación o fresado podría, incluso, justificarse aquí; mientras que esto podría ser problemático, al menos desde el punto de vista de las licencias, para la recuperación del oro por incineración total [2]. Cuando se procesan CD-Rs el contenido de oro debe conocerse antes del triturado, porque una gran parte del recubrimiento se desescama durante este proceso.

Los residuos de recubrimiento desprendidos del CD son una mezcla de pintura, partículas de tinta y finos de policarbonato. Esta mezcla, ópticamente dominada por las tintas de impresión, no podría reciclarse, de modo económico, inclusive como un aditivo para pinturas, debido a las pequeñas cantidades envueltas.

Ensayo	Especificación
MVR 300 °C/1.2 kg	≤ 90 cm ³ /10 min, cada lote
Sodio	≤ 10 ppm, muestras al azar
Partículas extrañas	Concentración: evaluación visual La categoría de la muestra es determinada mediante microscopía óptica; tamaño ≤ 500 µm, muestras al azar
Color YI	L*a*b aún por determinar; YI ≤ 5 para un espesor de 4 mm, evaluación visual y muestras al azar

Tabla 1. Los reciclados de CD son sometidos ampliamente a ensayos de acuerdo a los sistemas de aseguramiento de la calidad para materiales vírgenes.

Estas mezclas son transportadas hacia la infraestructura de depósito de residuos en la planta de Bayer Dormagen para una disposición adecuada.

CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO

El control de calidad comienza donde el material de desecho aparece y es recolectado. Las especificaciones de la materia prima definen la recolección de desechos y la calidad del suministro en términos de contaminación. Aunque el mercado ofrece varias soluciones técnicas para la descontaminación, el procesamiento económico de estas grandes cantidades puede ser un éxito sólo con un producto homogéneo sustancialmente. La inspección selectiva del material entrante por las compañías responsables del procesamiento, asegura que las materias primas secundarias cumplan con las especificaciones. Los requisitos para un solo tipo de materiales también incluye la cláusula del color. Los discos de sustratos normalmente transparentes no deben contaminarse con lotes de CDs coloreados. No es tinta de impresión a lo que nos referimos aquí, ya que se pueden remover durante la eliminación del recubrimiento, sino a los discos de sustratos coloreados que son utilizados, con frecuencia, para videojuegos o música Pop. Sin embargo, estos productos no terminan en desechos; son enviados por separado en grandes bolsas, donde pueden utilizarse en productos terminados de color oscuro para ser re-procesados.

La incorporación de varias operaciones de lavado después del tratamiento con soda cáustica es crucial para la calidad. Un corto lavado con ácido, por ejemplo, convertirá cualquier residuo alcalino adherido al

disco en sal, volviéndolo soluble y removible rápidamente. De todos modos, los componentes residuales alcalinos dañarían el producto durante el mezclado. Se requieren, también, operaciones especiales de lavado para el enjuague de las partículas finas del material.

Las actividades de reciclaje de CD's de Bayer son incorporadas dentro del sistema de aseguramiento de la calidad de la División de Plásticos, lo cual implica numerosos ensayos sobre el reciclaje básico y en el producto final, de acuerdo con el criterio similar de los usados como materia virgen. A cada lote individual se le determina la viscosidad, el contenido de sodio y sus propiedades ópticas (Tabla 1). El contenido y tamaño de partículas extrañas se determinan por microscopia óptica sobre muestras al azar.

Los resultados de los ensayos confirman que el procesamiento no causa daños considerables en el material. La degradación del material en partes muy finas, manifestada en alta fluidez, ocurre durante el proceso de fabricación del CD original y no tiene efectos adversos en el producto final.

RECICLADOS PARA APLICACIONES EN INGENIERÍA

A pesar de estos reprocesamientos con calidad asegurada, el reciclado base obtenido de los medios de almacenamiento de datos ópticos no es adecuado para la producción de nuevos CD's. Los procedimientos extremadamente estrictos puestos sobre el material sustrato no pueden ser satisfechos con un método económico.

Este material para CD's, sin embargo es un producto especialmente adecuado con extrema fluidez y exactitud en reproducción, pero con

un nivel más bajo de propiedades mecánicas, que normalmente es el caso del policarbonato. Es por esto que el material para CD's no puede ser usado como material estructural en su estado puro.

Las propiedades requeridas para un material de ingeniería estructural se obtienen por la mezcla del reciclado básico con material virgen seleccionado (tipo: Makrolon-R) o por la combinación de éste con ABS para formar una mezcla PC/ABS (Tipo Bayblend-R). Cinco grados de reciclado de policarbonato están siendo comercializados actualmente, dos de los cuales son del grado reforzado con fibra de vidrio y tres son mezclas de PC/ABS. Las propiedades de material garantizadas difieren de modo no significativo del material virgen [3] y esto significa que el material puede utilizarse en campos de ingeniería donde están sujetos a altos esfuerzos (Fig. 1) [4].

ACTITUD RESPONSABLE (RESPONSIBLE CARE)

El principio de «actitud responsable» significa que desde la etapa del desarrollo de un producto se debe tener en cuenta su reciclaje una vez finalizada su vida útil. Un trabajo de desarrollo similar al que se realizó sobre el CD se está llevando a cabo actualmente sobre la eliminación de recubrimientos y el procesamiento de difusores de faros (delanteros) y de las ventanillas de los automóviles, hechas en policarbonato con revestimiento resistente al rayado.

Bibliografía

1. Bledzki, A. K., y otros. Kontaminanten in Polycarbonat. Kunststoffe 87 (1997) 9, p. 1124-1130

2. Información de Norddeutschen Affinerie, Hamburgo.

3. Keller, B.; Schmid, M.: Qualitätsgesicherte Rezyklate. Kunststoffe 86 (1996) 2, p. 206-213.

4. Burgdorf, P. y otros: Computergehäuse im Materialkreislauf. Kunststoffe 87 (1997) 2, p. 176-178.

Tomado de Información Técnica de Aplicación ATI 0303 - Mayo de 1998.

Ver también Kunststoffe 88 (2/98)

Traducido por: Ing. José Ortíz Barbera.- Analista de Información - SIDT - ASTIN



SERVICIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN TECNOLÓGICA SIDT - ASTIN

Más de 400 títulos de revistas técnicas especializadas, más de 3000 Libros técnicos, monografías y una gran colección de catálogos técnicos

Excelente fuente de información y de apoyo a las Cadenas Productivas Metalmecánica, Petroquímica - Plástico - Caucho - Fibras Sintéticas

PBX: 431 58 00 ext. 1090 / 1114 / 1115

TEL: 431 58 55

FAX: 447 10 75 - 431 58 53

astin@sena.edu.co

senastin@colombianet.net

www.sena-astin.edu.co

Correos de Colombia

ADPOSTAL
Llegamos a todo el mundo



Llame gratis a nuestras nuevas líneas de atención al cliente

018000-915525
018000-915503

Visite nuestra página web
www.adpostal.gov.co

