

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CASCO INHOUSE EN UNA EMPRESA DEL SECTOR VIDRIO

* Viky C. Mujica F¹
Vanessa Plankman²
Juan Pablo Rodríguez²

PROPOSAL FOR A RECOVERY SYSTEM IN A COMPANY TOWN IN
HOUSE GLASS SECTOR

Recibido el 25 de agosto de 2011; Aceptado el 10 de noviembre de 2011

Abstract

The company studied is a leading manufacturer of glass containers in Venezuela, led by its environmental policy, has invested for years in the glass recycling process, an activity that has aroused interest in many economic and operational benefits that are obtained, using glass as a raw material. However, the helmet used to meet quality standards, requiring systems that are capable recover the town-house to be used without affecting the quality of the final product. It evaluates the hull recovery system in house, keeping track of its travel in the process of glass containers. Were sampled to identify and quantify contaminants, their main characteristics and origin, in order to establish alternatives for improvement. From the results we find that the town-house has high levels of magnetic contamination from the same process. Areas with the highest impact in pollution are: general maintenance, slag, and miscellaneous cold zone with percentages of 25, 24, 23.61 and 20.06 respectively. Rejections are also generated by the presence of stones in the containers which represent 41% of rejections by the inspection systems. The most common stones are metal sulfides, pottery, oversized silica, silica refractory tabular alumina refractory Fireclay. It was also found that the metal removal system is in the silo of raw materials, installed at distances greater than the recommended (5 "-6") on the layer of the hull, this does not provide the necessary protection to the breaker located before removal system. To improve the current system is proposed and an electromagnet magnetic drum type Chute, both mechanisms are able to offer protection to the breaker.

Key words: recovery, town-house, glass, oven, rotating magnetic drum, chute type electromagnet.

¹ Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo

* Autor correspondiente: Av. Universidad Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Municipio Naguanagua. Estado Carabobo. Venezuela. Código Postal: 2001. Email: vc mujica@gmail.com; vmujica@uc.edu.ve

Resumen

La empresa en estudio es líder en la fabricación de envases de vidrio en Venezuela, guiado por su política ambiental, ha invertido durante años en el proceso de reciclaje de vidrio, actividad que ha despertado interés por los múltiples beneficios económicos y operacionales que se obtienen, al utilizar el vidrio como materia prima. Sin embargo, el casco utilizado debe cubrir los estándares de calidad, requiriéndose sistemas que sean capaces de recuperar el casco inhouse para que sea utilizado sin afectar la calidad del producto final. Se evalúa el sistema de recuperación de casco inhouse, realizando un seguimiento de su recorrido dentro del proceso de elaboración de envases de vidrio. Se efectúan muestreos a fin de identificar y cuantificar los contaminantes presentes, sus principales características y procedencia, a fin de establecer alternativas de mejoras. De los resultados obtenidos se tiene que el casco inhouse presenta altos niveles de contaminación magnética provenientes del mismo proceso. Las zonas con mayor impacto dentro de la contaminación son: mantenimiento general, escoria, zona fría y misceláneos con porcentajes de 25, 24; 23,61; 20,06 respectivamente. También se generan rechazos por la presencia de piedras en los envases que representan el 41% del total de rechazos efectuados por los sistemas de inspección. Las piedras más comunes son: sulfuros metálicos, pottery, sílica oversized, sílica refractaria, alúmina tabular refractaria y fireclay. Adicionalmente, se encontró que el sistema de remoción metálica que se encuentra en el silo de materias primas, está instalado a distancias superiores a las recomendada (5"-6") sobre la capa del casco, este hecho no ofrece la protección necesaria al triturador ubicado antes del sistema de remoción. Para el mejoramiento del sistema actual se propone un tambor magnético y un electroimán tipo Chute, ambos mecanismos son capaces de ofrecer protección al triturador.

Palabras clave: recuperación, casco inhouse, vidrio, horno, tambor magnético rotatorio, electroimán tipo chute.

Introducción

Durante la fabricación de envases de vidrio se produce el casco inhouse, que consiste en un desecho cristalino que se descarta de la zona caliente y fría del proceso de manufactura. Este tipo de casco no es sometido a inspección o descontaminación, antes de ser mezclado con el casco ecológico proveniente de actividades de reciclaje, vertederos o casco procesado para la fabricación de envases de vidrio. La mezcla representa el 35% del total de los componentes utilizados durante la manufactura de los envases.

Del proceso se tiene una gran cantidad de envases rechazados, por presentar incrustaciones metálicas y burbujas atrapadas en el vidrio por la alta viscosidad y densidad del fluido; producto de la reacción química entre el metal y el vidrio. Los envases rechazados son almacenados en el patio de casco ubicado en las instalaciones de la empresa, representando pérdidas económicas por no ser reutilizados como material reciclado en el proceso de fabricación de envases; ya que, las piezas metálicas pueden depositarse en el fondo de los hornos de fundición ocasionando daños irreversibles a sus paredes internas, afectando la temperatura interna de operación. Este hecho trae desviaciones de interés en las características de calidad de los envases, aumentando el porcentaje de envases rechazado. La empresa bajo estudio no dispone de suficientes depósitos para la cantidad de desechos generados durante el proceso productivo.

Metodología Empleada

La investigación tiene como objetivo general evaluar el sistema de recuperación de casco inhouse, a fin de ofrecer alternativas para disminuir la cantidad de envases rechazados por defectos de incrustaciones metálicas y burbujas.

Inicialmente se determinan las principales causas de rechazo de envases en planta, para ello se recopilan los reportes emitidos por las máquinas de inspección automáticas para cada una de las líneas de producción durante un mes de producción. Estas máquinas operan bajo un sistema óptico que detecta cuerpos negros, que impiden el paso de la luz a través del vidrio y producen el rechazo. Luego se procede a evaluar las características de los envases defectuosos, considerando específicamente conteo de burbujas, conteo e identificación de piedras por cada 100 libras de vidrio procesada.

También se identifican las zonas de procedencia de los contaminantes extraídos en el sistema de remoción metálica, a fin de determinar la principal fuente de contaminación del casco, identificando fallas para poder proceder al planteamiento de alternativas a la contaminación encontrada. Estas propuestas se basan en la implementación y adquisición de nuevos equipos, a fin de remover la mayor cantidad de metales antes de que entren en contacto con los cangilones de disposición final del casco que es utilizado para la elaboración de envases de vidrio.

Resultados Obtenidos

La figura 1 muestra el proceso de tratamiento de casco inhouse antes de ser llevado a los hornos de fundición. En ella se aprecia una tolva de alimentación de allí el casco a través de bandas transportadoras van al molino triturador que se encarga de disminuir el tamaño del casco. A la salida del molino se encuentra una banda transportadora provista de un imán de placa fijo y un removedor de placa auto-limpiante. Este removedor de metálico es un imán de placa con un rodillo imantado colocado perpendicularmente en la dirección de flujo, alrededor de los cuales gira una banda transportadora que genera el efecto de auto-limpieza. El material ferroso se adhiere a la parte imantada y cae en un depósito en el otro extremo donde se pierde el efecto magnético. De allí el material continúa hacia un elevador transportador de cangilones, que conduce el casco hacia el silo donde se almacenen por separado cada materia prima; para proceder luego a la preparación de la mezcla para la elaboración de envases de vidrio.

Este sistema de remoción no logra extraer eficientemente las piezas metálicas, que van desde pequeños tornillos hasta piezas de moldes de las máquinas, que pasan a los hornos de fundición atravesando la garganta de éstos, formándose en los envases incrustaciones metálicas ó pueden depositarse en el fondo del horno ocasionando no sólo daños a las paredes internas del horno, sino también burbujas que son el producto de la reacción química que se produce entre el metal y el vidrio y quedan atrapadas de los envases por la alta viscosidad y densidad del fluido.

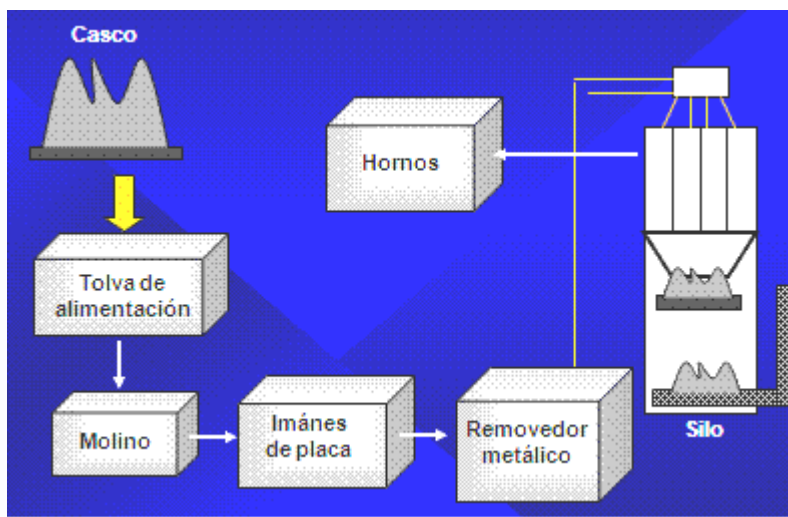


Figura 1. Proceso de tratamiento de casco inhouse

A continuación se presentan los resultados obtenidos luego del seguimiento efectuado al casco desde el momento que entra al proceso de producción de envases de vidrio hasta su etapa final. Estos resultados vienen de los reportes emitidos por las máquinas de inspección automática que se encuentran en todas las líneas de producción, que muestra información sobre la cantidad de envases rechazados por diferentes defectos. Las máquinas de inspección son equipos especializados en el análisis de acabado de los envases de vidrio analizando las diferentes partes de los mismos con el fin de detectar irregularidades, para luego emitir el rechazo del envase. Este sistema está constituido por tres zonas: análisis del acabado superior (FTA), análisis del acabado inferior (BHA) y análisis óptico del espesor (OTG).

El FTA emplea dos tipos de luces a fin de iluminar el acabado, la primera es infrarroja, dentro de ésta se encuentra dos pares de luces, de las cuales dos pares se encargan de iluminar el acabado desde dos ángulos diferentes, uno directamente sobre el envase y el otro a un ángulo de 10° en la superficie del mismo. Este último provee la iluminación para el área de transición del acabado. Estas luces sirven en la detección de rayas debajo de la línea del acabado, burbujas, cuerpos oscuros o negros, mala distribución del vidrio, brillantes. La segunda fuente de iluminación es un láser que se proyecta a través de la superficie del envase para detectar errores del prensado y acabado astillado.

La inspección BHA consiste en someter el envase bajo una iluminación orientada a detectar irregularidades en el fondo y parte del cuerpo de envase. Esto se logra colocando una fuente lumínica debajo del plato deslizante, una cámara tipo scanner se encuentra a un ángulo tal que permite la visualización del fondo del envase y del cuerpo. Esta información es transferida al cerebro del equipo de transmisión donde todas las imágenes se unen a fin de obtener una

imagen completa. Cuando el acabado del envase es el adecuado se recibe toda la luz que es emitida por el sistema BHA, si el recorrido de la luz se ve interrumpida por alguna razón, la imagen captada presentará un área negra, que bajo ciertos criterios de tamaño y oscuridad genera la clasificación del defecto provocándose así un rechazo del envase.

Por último se tiene el OTG, este sistema emplea la reflexión de la luz de un láser para detectar su espesor. La geometría básica del OTG muestra un haz de luz proveniente del láser que impacta la superficie externa del envase; parte de este rayo de luz se refleja fuera del envase y otra porción continua a través del vidrio. La parte reflejada rebota en el lente receptor y sigue hacia el deflector, la parte del rayo que continua dentro del vidrio se encuentra con la superficie interna del envase, donde es parcialmente reflejada hacia la superficie externa donde rebota y se dirige hacia el lente receptor y de allí al detector penetrando por otro lugar, la distancia que separa los puntos por los cuales los rayos reflejados chocaron contra el detector es proporcional al espesor del vidrio.

En la tabla 1 se presentan las principales causas de rechazos de los envases de vidrio, se tienen que los defectos mayoritarios son debido a piedra cuerpo representados por incrustaciones metálicas, que vienen a representar el 30,32% de los rechazos.

Tabla 1. Cantidad total de envases rechazados para un mes de producción

Defecto	Cantidad de envases	Porcentaje, %
Piedra cuerpo	545.332,00	30,32
CID	286.798,00	15,95
Línea bte acabado	282.128,00	15,69
Cuerpo y hombro	257.042,00	14,29
Ampolla s/acabado	226.516,00	12,59
Marca cuerpo	200.655,00	11,16
Total	1.798.471,00	100

Una vez conocidos la cantidad de envases que son rechazados por defectos, se procede a evaluar las características de los mismos, con la finalidad de determinar las fuentes de origen de esta contaminación. Este análisis se realiza mediante el muestreo de defectuosos realizando pruebas de: conteo de burbujas y piedras. En cuanto al conteo de burbujas por cada 100 libras de producción para cada uno de los hornos evaluados: A, B; C; D, E y F, se encuentran tendencias bajo las especificaciones de calidad. Las burbujas son producto de las reacciones que se llevan a cabo dentro del horno, que producen la liberación de gases, entre las cuales se tienen la reacción entre metales ferrosos y no ferrosos con la mezclas de vidrio y materias primas. En el conteo de piedra por horno se tienen porcentajes de: 10%, 2,5%, 15%, 12%, 10% y 5% para los hornos A, B, C, D, E y F respectivamente; resultando el horno C el más afectado por este tipo de contaminación.

De la caracterización de las piedras se tiene (ver tabla 2) que las que representan el mayor porcentaje son las de sulfuro metálico y sílica oversized con un 32% y 27% respectivamente. Por otra parte, las piedras pottery, sulfuro metálico y fireclay son producto de la contaminación del casco con trozos de porcelana, metales. La sílica refractaria y la alúmina tabular refractaria se generan por el deterioro de las paredes internas de los hornos por las excesivas temperaturas de operación. El casco puede estar contaminado con este tipo de piedras cuando ha estado en contacto con fragmentos de dichos materiales en periodos de remodelaciones o reconstrucciones de los hornos. Mientras que la sílica oversized es una piedra originada por partículas de arena que no son fundidas en los hornos. En cuanto a las principales zonas de incidencia en el sistema de recuperación metálica, se tiene de la figura 2 que las zonas de mayor impacto son: mantenimiento general, escoria, zona fría y misceláneos con porcentajes de: 25,24; 23,61; 20,06 y 19,25 respectivamente. La figura 3 muestra el tipo de material metálico encontrado en las diferentes zonas de incidencia, entre las cuales se tiene: tuercas, tornillos, arandelas, llaves, alicates, trozos de moldería, piezas de máquina, fragmentos de cadenas transportadores, restos de soldadura, electrodos, virutas, chapas de refresco y cervezas, ganchos de pelo, etc.

Tabla 2. Caracterización de las piedras encontradas en los envases rechazados

Tipo de piedra	Porcentaje, %
Sulfuro metálico	32
Sílica oversized	27
Sílica refractaria	21
Alúmina tabular refractaria	18
Fireclay	15
Pottery	15

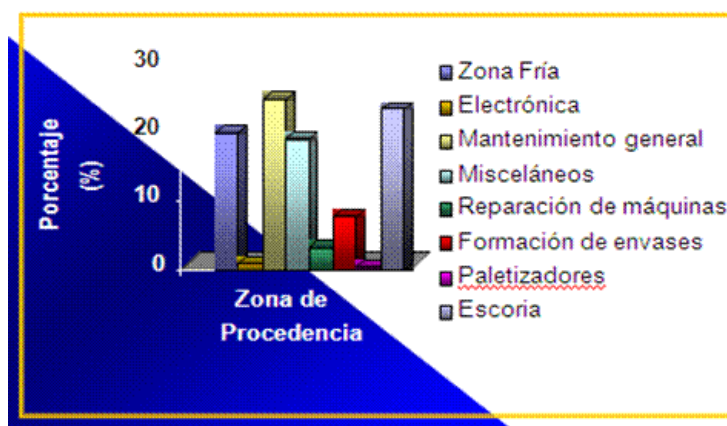


Figura 2. Zonas de incidencia por contaminación metálica



Figura 3. Metales encontrados en el casco inhouse provenientes de las diferentes zonas de incidencia por contaminación metálica

El proceso de remoción metálica que se lleva a cabo en el silo se logra extrae una parte de los contaminantes presentes en el casco antes de que pasen a los hornos. Sin embargo, debido al tamaño de las piezas extraídas, el triturador instalado a la entrada del silo puede sufrir severos daños. En tal sentido, su vida útil se ve disminuida y en algunos casos la alimentación del casco inhouse paralizada. En función de los resultados obtenidos, se plantean dos alternativas de remoción metálica: un tambor magnético permanente y un electroimán tipo Chute.

En el tambor (ver figura 4) el casco es alimentado a una tolva con vibrador; en la medida que le casco se aproxima al tambor el campo magnético atrae las partículas ferrosas al tambor. El material no ferroso cae libremente, mientras que el ferroso permanece adherido firmemente hasta que es llevado fuera del campo magnético donde cae sobre una bandeja de descarga que transporta todo el material hacia un depósito. El vidrio libre de piezas metálicas cae dentro de la tolva de alimentación ya existente en el silo para alimentar al triturador. Se requiere la instalación de un tambor magnético permanente ERIEZ modelo D-LIM y un alimentador electromecánico ERIEZ modelo UF ultra forcé.

La segunda alternativa consiste en un electroimán ERIEZ modelo SE-2400 tipo Chute, que consiste en una plancha ubicada en la entrada de la tolva de alimentación al proceso, el casco se desliza sobre la superficie de esta plancha pasando por una especie de escalón que posee un campo magnético. La plancha debe tener un ángulo de inclinación de 60° con respecto a la horizontal para garantizar la eficiencia del equipo (ver figura 5 y 6).

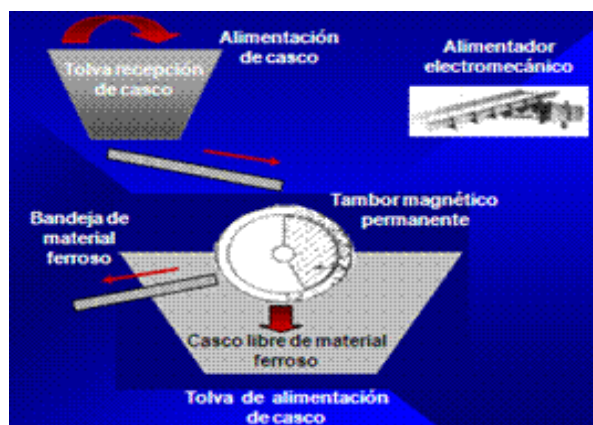


Figura 4. Tambor magnético permanente

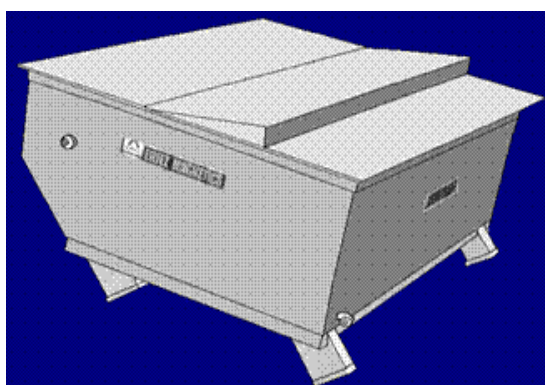


Figura 5. Electroimán tipo chute

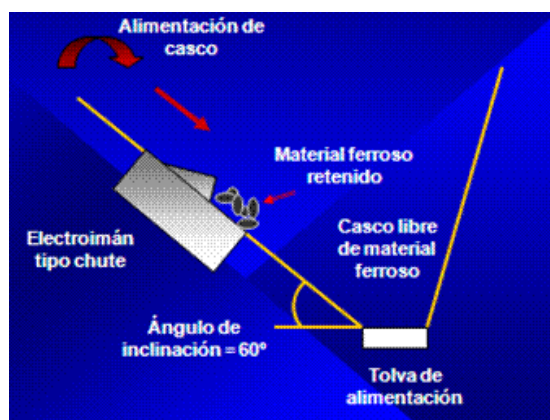


Figura 6. Esquema de instalación para el electroimán tipo chute

Los costos asociados a compra, instalación y puesta en marcha de alternativas I y II son de MUS\$ 65,44 y MUS\$ 51,42 respectivamente. Se selecciona la alternativa II lográndose reducir un 60% la cantidad de desechos (envases rechazados) del proceso de manufactura de envases de vidrio una vez instalado el sistema propuesto.

Conclusiones y recomendaciones

La principal causa de rechazo en los envases es por la presencia de piedra cuerpo. El mayor porcentaje de piedras corresponde a las de sulfuro metálico y sílica oversized con 32% y 27% respectivamente. Se logra disminuir en un 60% la cantidad de desechos producto del proceso de manufactura de envases de vidrio al instalar el electroimán tipo chute. Se recomienda implementar contenedores de desechos en las áreas de almacén, despacho, zona fría, formación de envases.

Referencias bibliográficas

- Carabaños, E. (2001). Manual de procedimientos del laboratorio central, procedimientos, identificación y conteo de piedras.
- Carrillo, G. (2001). Evaluación de sistemas de manejo de sólidos en un proceso por carga de producción de envases de vidrio.
- Tooley, F. (1984). The Handbook of glass manufacture. 3era edición.
- Eriez Magnetics. (2000). Manual electro-permanent magnetics vibratory equipment.
- Kolarik, W. (1995). Creating quality. Mc Graw Hill.
- Núñez, T. (2000). Determinación de las propiedades físicas del casco y el vidrio de los hornos C y D. Trabajo de grado no publicado. Universidad Simón Bolívar.
- Owens Broakway Glass Containers. (S/F). In situ identification Stone manual.
- Owens Broakway Glass Containers. (S/F). Cullet seminar.
- Owens Broakway Glass Containers. (S/F). Image processing systems IPS manual.