

TRITURADOR DE TUBOS Y LÁMPARAS FLUORESCENTES EN DESUSO

Maribel Díaz Chimin*

Resumen

El mercurio es parte de la fabricación de lámparas fluorescentes y focos ahorradores. En Bolivia no se tiene un sistema nacional de recolección de residuos de lámparas y los sistemas que facilitarían esta tarea tienen precios muy elevados, por lo tanto se diseñó y construyó un **triturador móvil** de fácil transportación que puede retener partículas inferiores a 3 micrómetros y evitar que los vapores de mercurio escapen hacia el medio ambiente y sea recuperado, antes de que estas lámparas lleguen al lugar de disposición final, evitando de esta manera la contaminación del medio ambiente por el mercurio procedente de tubos y lámparas fluorescentes en desuso.

PALABRAS CLAVES: Separación de mercurio de tubos y lámparas fluorescentes, filtrado electrostático.

Abstract

Mercury is part of the manufacture of fluorescent lamps and energy saving light bulbs. In Bolivia does not have a national system for collecting waste lamps and systems that facilitate this task have very high prices, so we designed and built a **mobile crusher** easy transportation that can retain particles smaller than 3 micrometers and prevent mercury vapors escape into the environment and be recovered before these lamps reach the final disposal site, thus preventing environmental pollution by mercury from fluorescent tubes and lamps in disuse.

KEYWORDS: Mercury separation tubes and fluorescent lamps, electrostatic filter.

Resumo

O mercúrio é parte da fabricação de lâmpadas fluorescentes e lâmpadas economizadoras de energia. Na Bolívia não tem um sistema nacional de recolha lâmpadas e sistemas que facilitem esta tarefa têm preços muito elevados de resíduos, de modo que projetou e construiu um **móvel britador** com facilidade de transporte que pode reter partículas inferiores a 3 micrómetros e prevenir vapores de mercúrio escapar para o meio ambiente e ser recuperados antes de estas lâmpadas chegar ao local de disposição final, evitando assim a poluição ambiental de mercúrio originário da lâmpadas fluorescentes e lâmpadas em desuso.

PALAVRAS-CHAVE: Separação Mercury tubos e lâmpadas fluorescentes, filtro eletrostático.

History of the article: Received 15/04/2016. Style review: 20/04/2016. Accepted: 05/05/2016.

INTRODUCCIÓN

En años recientes se ha masificado el uso de lámparas fluorescentes y focos ahorradores debido principalmente al criterio de economizar el uso de la energía eléctrica, argumento justificado a través de diferentes estudios científicos en el contexto internacional que confirman que usando estos artefactos se ahorra hasta un 50 por ciento de energía en relación con el uso de los tradicionales bombillas incandescentes.

Esta beneficiosa característica, conlleva un peligro latente cuando estos artefactos alcancen el tiempo de vida útil y tengan que ser desechados, principalmente por el contenido de mercurio que al fracturar las lámparas puede contaminar el ambiente indiscriminadamente, perjudicando a los seres vivos. Pocas personas se preocupan por este contexto, razón por la cual se ha propuesto diseñar y construir un triturador (máquina portátil) que apoye el reciclado de las lámparas fluorescentes y focos ahorradores, que ayudará al ambiente en lo que otras tecnologías menos dañinas terminan de remplazar a estos artefactos de uso eléctrico.

Las lámparas fluorescentes en desuso

Las lámparas son el dispositivo artificial que se usa para generar luz por una transformación de energía eléctrica en energía lumínica. El uso de elementos eléctricos para iluminar se inicia con la aparición de la bombilla, en 1879. A partir de entonces los avances tecnológicos en cuanto a iluminación fueron apareciendo y no sólo para iluminar pequeños espacios. Actualmente se tienen diferentes dispositivos para numerosos usos, y en general están fabricados incluyendo los siguientes componentes: Bulbo, Bases o casquillos, Electrodo, Elemento fosforescente o generador de luz, Gas inerte.

En la tabla 1, se indica el contenido de mercurio y otros elementos de acuerdo con las características de las lámparas de descarga.

Tabla 1
Concentración de elementos peligrosos presentes en las lámparas de descarga, en g/unidad¹

Elemento	Tipo de lámpara			
	Vapor de mercurio, alta presión, peso medio 300g	Fluorescentes, peso medio 200g	De sodio, alta presión, peso medio 300g	De halogenuros metálicos, peso medio 150g
Mercurio	0,06	0,35	0,06	0,045
Plomo	1,35	0,0104	0,6	0,456
Itrio	0,36	0,126	0,012	0,105
T. R. *	0,039	0,08	0,003	0,0045
Antimonio	---	0,03	---	---
Bario	0,006	0,06	0,126	0,003
Estroncio	0,15	0,28	0,09	0,0015

* Elementos de Tierras Raras

Fuente: ¹ Gestión integral de residuos peligrosos, Centro coordinador convenio de Basilea para América latina y el Caribe, 2005.

DESARROLLO

Objetivo general

Diseñar y desarrollar un sistema prototipo de máquina trituradora de luminarias, tubos y lámparas fluorescentes para la recuperación del vapor de mercurio y evitar la contaminación del medio ambiente.

Objetivo específicos

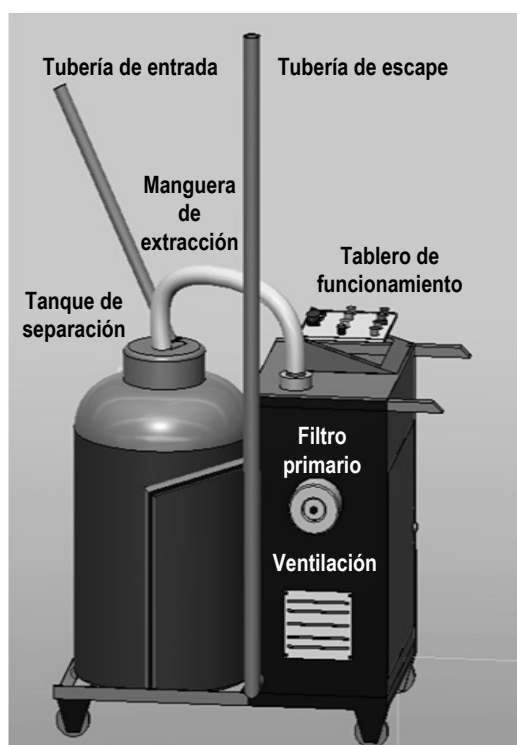
- Diseño del sistema de trituración mecánica de luminarias, tubos y lámparas fluorescentes.
- Diseño y construcción de una máquina modular de trituración mecánica y filtración convencional para procesar luminarias fluorescentes.
- Validación del proceso de trituración y filtración del sistema desarrollado.
- Elaboración de material de difusión.

Diseño del prototipo

El proyecto de investigación buscó diseñar y construir un prototipo portátil para aislar el mercurio presente en las lámparas fluorescentes, reduciendo así, los efectos perjudiciales de la contaminación que puede originar el mercurio al romperse el exterior de estas lámparas.

Características del triturador

Facilidad de operación, Funcionamiento seguro para los operarios, Versatilidad, Confiabilidad, Portabilidad, Fácil instalación de sus elementos, Ocupación de un mínimo espacio, Ergonómico, De larga vida útil, Repuestos fáciles de conseguir, Mantenimiento sencillo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1: Triturador móvil

Especificaciones técnicas

Procesamiento: Tasa de: 0,4 a 0,8 lámparas/minuto, variable con el tipo de lámpara y práctica del operador.

Capacidad de trabajo: 960 unidades por día.

Capacidad del triturador de 200L:

1360 lámparas
(Tubo fluorescentes 1220 mm, diámetro 25,4 mm).

2700 lámparas
(Tubos fluorescentes 501 mm, diámetro 25,4 mm).

1400 Focos ahorradores.

Unidad de trituración: Motor del triturador - 1 HP -220v Monofásico.

Bomba de vacío: 1 Hp 220v monofásico.

Filtro de Partículas

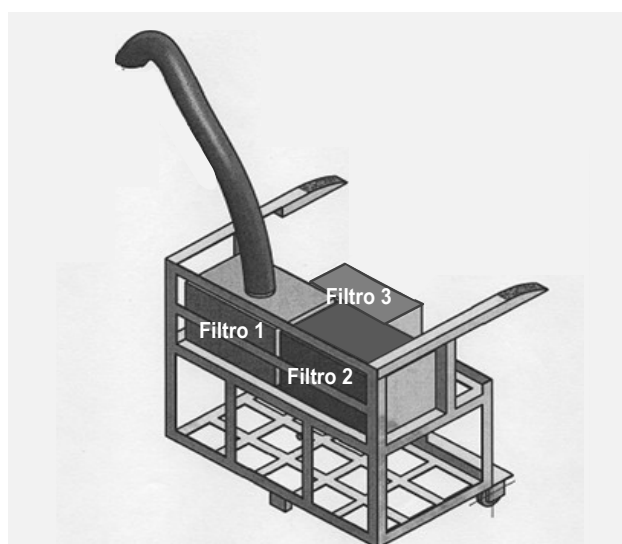
Los filtros HEPA están compuestos por una malla de fibras de vidrio dispuestas al azar y con diámetros entre 0,5 y 2,0 μm . Los factores más importantes a tener en cuenta en un filtro HEPA son el diámetro de las fibras, el espesor del filtro y la velocidad de las partículas. El espacio entre las fibras es mucho mayor de 0,3 μm , pero eso no significa que las partículas con un diámetro menor puedan pasar. A diferencia de los filtros de membrana los filtros HEPA están preparados para retener contaminantes y partículas mucho más pequeñas, que son atrapadas (se adhieren a una fibra) mediante una combinación de los siguientes mecanismos:

- **Intercepción:** Donde las partículas que siguen un flujo de aire rozan las fibras y se adhieren a ella.
- **Impacto:** Donde las partículas grandes no son capaces de evitar las fibras mientras siguen al flujo de aire y son obligadas a impactar directamente con una de ellas. Este efecto aumenta con la disminución de la separación entre fibras y el aumento de velocidad en el flujo de aire.
- **Difusión:** Partículas muy pequeñas de 0,1 μm , colisionan con las moléculas de gas lo que impide y retrasa su paso por el filtro. Este comportamiento es similar al movimiento browniano y aumenta la probabilidad de que una partícula sea detenida por uno de los dos mecanismos anteriores. Es la más dominante cuando el flujo de aire es lento. La difusión predomina en partículas inferiores a 0,1 μm de diámetro. La intercepción y el impacto predominan en partículas mayores de 0,4 μm . Para partículas con un tamaño intermedio, 0,3 μm es el tamaño de partícula más penetrante (en inglés: Most Penetrating Particle Size), la difusión y la intercepción son bastante ineficientes. Las especificaciones de los filtros HEPA utilizan la retención de estas partículas intermedias para definir el tipo de filtro.

Filtro de carbón activado

Son útiles para separar de cualquier fluido, polvos y residuos. El carbón puede activarse mediante procesos térmicos o químicos.

Disposición de los filtros



Filtrado y aspiración: Caudal nominal 110 $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$.

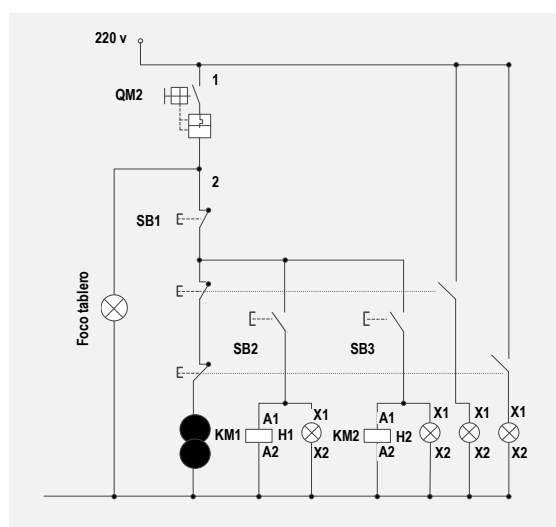
Bomba de vacío: 1 Hp 220v monofásico.

1 y 2 Filtrado HEPA (High Efficiency Particle Arresting): Retención gravimétrica 99 % partículas de 15 micrones.

3 Filtrado Carbón activado: Extracción del mercurio <0,005 $\text{mg}\cdot\text{m}^3$

Circuito de control

El circuito de mando del arrancador se compone de un cuadro de botones (arranque) y (stop), que conecta la bobina del interruptor magnético el bloque de contacto y los bloques de la protección térmica, el circuito de mando sirve para gobernar todo el circuito propiamente dicho. Está compuesto por un botón de emergencia y de dos botones (star) (stop), donde el botón de emergencia está conectado a L1 por mediación del fusible y del mismo a (star) y (stop), de la misma conexión se conecta al contacto auxiliar (CA), y a un transformador, también las luces en paralelo con (A1, A2) del contactor 1 y del contactor 2. Las luces de emergencia se encenderán solo si se para la bomba o el motor. Ver figura 2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: circuito control

Pruebas de funcionamiento

Sonido en DB	
Ambiente	63,8
Triturador encendido	73,4
Triturador encendido máx.	80,5
Temperatura, °C	
Ambiente	15
Inicial del equipo	18
Final del equipo	30
Inicial del motor	17
Final del motor	34
Velocidad del aire, km.h ⁻¹	
Salida interior	32,2
Salida exterior	26,3
Ducto de salida	32-35
Ducto de entrada	17-15
Tiempo de carga por 10 unidades, en s	
T ₁	65
T ₂	60
T ₃	59
T ₄	73

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Uno de los factores principales que contribuye a la contaminación ambiental, es el desecho y desuso de luminarias de bajo consumo LFC's debido a la presencia en su interior de mercurio, altamente tóxico para el medio ambiente y el ser humano; sin embargo, el uso de este elemento en las lámparas permite que éstas, disminuyan el consumo energético, convirtiéndose así en un medio de iluminación generalizado.
- En Bolivia no existe una infraestructura que permita reciclar luminarias de bajo consumo, es por esto, que el presente artículo resume aspectos del diseño y construcción de un equipo triturador que intervienen en la primera parte del reciclaje de estos artículos de iluminación actual, (trituración, separación, y confinamiento del vapor de mercurio).
- El diseño y construcción del equipo triturador móvil, servirá de base para otras investigaciones de diferentes áreas principalmente química, medio ambiente y otras que permitan complementar con el estudio y tratamiento específico del mercurio, buscando técnicas viables que permitan su reutilización en la industria o en otra aplicación.
- La población, debe conocer sobre el tratamiento que siguen las lámparas fluorescentes en desuso, para minimizar el peligro de emanaciones de vapor de mercurio en el ambiente. Si bien el mercurio se encuentra en pequeñas cantidades, éstas van afectando de manera considerable a los seres vivos y el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Rodríguez, R. F., Molina Sabio, M., 2001, El carbón activado en procesos de descontaminación, Departamento de Química inorgánica, Universidad de Alicante. Alicante – España,
- Habegger, L.J., et-al., 2008, Technology demonstration for reducing mercury emissions from small- scale gold refining facilities, Environmental Science Division, Argonne National Laboratory, USA,
- Barros, F. L., 2011, Exposure to low mercury concentration in vivo impairs myocardial contractile function, Toxicology and applied pharmacology, USA,
- CCBAYC, Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, 2005, Guía para la gestión integral de residuos peligrosos, Suiza,
- Mercury Response Guidebook, 2004, Guía para limpieza, almacenamiento temporal o intermedio y transporte de desechos de mercurio desde las instalaciones de salud 2010, Maine compact fluorescent lamp study, Canadá,
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2571, disposición de productos en desuso, definiciones y abreviaturas, Quito – Ecuador.

(*), Licenciada en Química Industrial, Docente investigadora IAT, Facultad de Tecnología – UMSA.