

30 de diciembre de 1997

La Transformación de Materiales Desechables por Calor¹

Muchas personas, que deberían de saber mejor que eso, incluyendo ingenieros y reporteros, usan frecuentemente la palabra "incinerador" para referirse a una variedad de equipo de combustión cuando cada uno es significativamente diferente del otro en economía, ambientalmente y en términos de operaciones.

Un "incinerador" es un equipo cuyo único propósito es reducir el volumen del material que se envía al vertedero. El material líquido y/o sólido entra a una cámara de combustión y es quemado en presencia de aire. De esta manera se produce mayor cantidad de gas y la menor cantidad posible de ceniza. El gas que se escapa por la chimenea pierde todo su valor en la atmósfera. La cenizas se recogen y se llevan a un vertedero. En otras palabras, un incinerador convierte el cielo en un vertedero de gas!²

La "caldera" o la "caldera de combustión" también quema combustible (o una combinación de combustible) en la presencia de aire. Este combustible puede ser o incluir Sólidos Desechables Municipales o combustible derivado de SDM. El último tipo de combustible es conocido como "combustible derivado de basura" o "RDF" (por sus siglas en inglés. Aquí termina la semejanza entre este y un incinerador.

El propósito y diseño de una caldera de combustión es bien diferente del propósito y diseño de un incinerador. El propósito de una caldera de combustión es transformar una forma de energía en otra y hacerlo lo mas eficientemente posible. La idea es optimizar la captura del calor del combustible durante el proceso de combustión y minimizar la cantidad de energía que sale por la chimenea. La caldera de combustión usa esta energía para calentar agua y convertir el agua en vapor. Subsiguientemente, la energía (cinética) activa del vapor es usada para trabajo como rotar un turbogenerador. También existe una reducción substancial en el volumen de material que es enviado al vertedero, aunque este no es el objetivo principal de la caldera.³

Como resultado, las calderas de combustión tienen muchos componentes que los incineradores no tienen, como un economizador, calentadores de agua, bombas de agua, tuberías de vapor, tuberías de agua, super-calentadoras, válvulas de eliminación de vapor y valvulas de escape, más sistemas de controles e instrumentos que son únicos para este tipo de calderas.

¹ Basado en la carta a los lectores Viewpoint en The San Juan Star, Febrero del 1994. La carta y el documento fueron escritos por Lewis L. Smith, Suite 029, PO Box 70171, San Juan PR 00936-8171. El autor es un consultor y un economista especializado en energía y tecnologías avanzadas. Miembro asociado del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. El póstumo Dr. Juan A. Bonnet, Jr., hizo comentarios valiosos en una versión anterior. Ni el Dr. Bonnet ni el IIEE toman responsabilidad por este documento.

² El combustible de un incinerador es limpiado de materiales peligrosos como baterías de autos, enseres eléctricos y piezas de metal grandes.

³ También existen híbridos de esta tecnología - incineradores que producen vapor. No son comunes y son factibles en solo algunas situaciones, por lo tanto no se discutirán.

Se espera que el combustible en la caldera de combustión sea de alta combustibilidad y tenga características estables y predecibles. Por esta razón, cuando los sólidos desechables municipales son echados a la caldera de combustión, los SDM tienen que ser separados mucho más cuidadosamente que cuando se hecha en un incinerador. Por lo tanto, las calderas de combustión que queman RDF muchas veces están acompañadas de operaciones de reciclaje.

Finalmente, por estas diferencias en propósito y diseño, las calderas de combustión usualmente producen más y diferentes tipos de cenizas que los incineradores. La composición de esta ceniza varía con el diseño de la caldera de combustión y con el tipo de combustible. De hecho, la diferencia entre estas dos tecnologías es tan grande, que el uso de la terminología "waste to energy" (recuperación de recursos) para caracterizar los dos tipos de equipo es completamente engañoso.

Para complicar la situación más, hay muchos tipos y formas de calderas de combustión, pero una de las diferencias más importantes entre ellas es la manera en que el combustible es manejado antes y durante la combustión. Los siguientes son unos ejemplos.

En calderas de combustión que usan la quema en pila o el sistema de quema en células, el combustible baja por un conducto al piso del horno y literalmente se quema amontonado. Como la mayoría del combustible está amontonado, el proceso de secar y de volatilizar el combustible hasta el punto que queme es lento e irregular. De todas maneras, en Puerto Rico y otros países esta tecnología todavía se usa en centrales de caña para quemar bagazo.⁴

Las calderas "Stoker" desarrolladas en los 1920, usan un mecanismo para alimentar la máquina (llamado un **stoker**) que empujan el combustible a una área de combustión en la caldera. La más versátil de estas maquinarias es la parrilla inclinada en movimiento también conocida como un "spreader stoker". Comercializado en los 1940, quema el combustible en la superficie en movimiento, la cual parece una cinta transportadora. El combustible comienza en la parrilla en un lado del horno, se quema en el medio y las cenizas caen al otro lado. Para acelerar la combustión, se le añade aire a la parrilla por debajo o por los dos lados. Se puede usar agua para enfriar la parrilla. En algunos casos se usa una parrilla que vibra en vez de una en movimiento.

Las parrillas en movimiento pueden responder rápidamente a cambios grandes en características de combustible. Esto es importante porque las partículas de la biomasa varían grandemente en tamaño, forma, contenido de humedad y valor calorífico. El movimiento de la parrilla y el removido constante de las cenizas permiten mejores y más

⁴ Ver por ejemplo, Thomas A. Giaier, Detroit Stoker Co., Water-cooled Vibrating Grate Stoker, Bioenergy 96, vol II, Opryland Hotel, Nashville TN, 9/96, p.890.

EL bagazo es un producto fibroso que surge como resultado de la primera etapa de procesamiento de la caña. Antes considerado un desperdicio, hoy en día puede ser una importante fuente de energía y puede convertirse en una gran variedad de productos, incluyendo alimento de animales, materiales de construcción y papel.

estables condiciones en la cama de combustible y en el área de combustión encima de esta. El enfriamiento con agua permite un buen control de volumen de aire en la zona de combustión y facilita el control de emisiones indeseables a la atmósfera.

El lado negativo es que estas parrillas contienen muchas partes móviles, incluyendo portes y astiles, los cuales necesitan lubricación y mantenimiento. También si la parrilla no es enfriada con agua, la cantidad de aire que se necesita para controlar la temperatura de la parrilla entra al área de combustión y le impide a los operadores la habilidad de controlar las emisiones controlando la cantidad de aire que entra al área de combustión.⁵

Calderas de lecho fluido que operan a presión atmosférica fueron desarrolladas en los 1960. En este tipo de caldera, usa un material no combustible que absorbe azufre (como la piedra caliza) es calentado y levantado por el aire encima de la parrilla. Luego tienen contacto con las partículas de combustible que han sido inyectadas en la caldera y que están suspendidas en el aire. En este turbulento estado, el comportamiento de las partículas es similar al de un líquido. Por lo tanto sus nombres equivalentes en español son: combustión alzada, combustión de lecho fluido y combustión sobre rejilla. Las calderas de lecho fluido con hornos de presión están bajo desarrollo pero todavía no han sido comercializadas.⁶

Ya que las calderas de lecho fluido pueden tratar una gran variedad de combustibles, incluyendo los ambientalmente difíciles, que son útiles cuando la biomasa va a ser quemada simultáneamente con otros combustibles, como carbón o RDF. De todas formas, la biomasa del combustible tiene que ser mezclada por sus características heterogéneas.⁷

No hace falta decir que esto no agota el tema. Por ejemplo, hay otro tipo de equipo llamado "waste-heat boiler". En el sentido técnico es una caldera, ya que tiene un vasija de presión donde el agua se convierte en vapor. No obstante, el "waste-heat boiler" no obtiene el calor de la combustión de la caldera. El calor viene de los gases calientes que salen del escape adyacente al sistema de combustión. El último puede ser un turbo generador de gas (como en un ciclo combinado), un escape de un motor de diesel (como un sistema típico de cogeneración), u otro sistema industrial de vapor. Así que un "waste-heat boiler" es un tipo de intercambio de calor, no una caldera de combustión. Aunque por su largo uso, se ha quedado con esta terminología.

También se puede cargar la caldera de combustión con combustible procesado de un gasificador o un reactor de pirólisis. En el reactor de pirólisis, dos piezas de equipo

⁵ Ver por ejemplo, Thomas A. Giaier, Detroit Stoker Co., Water-cooled Vibrating Grate Stoker, Bioenergy 96, vol II, Opryland Hotel, Nashville TN, 9/96, p. 891.

⁶ La combustión sobre rejilla es frecuentemente usada en Puerto Rico, aunque el uso de esta frase puede ser equivoco, ya que en cualquier caldera que incluya una parrilla, la combustión normalmente ocurre encima de esta.

⁷ Ver por ejemplo, Thomas A. Giaier, Detroit Stoker Co., Water-cooled Vibrating Grate Stoker, Bioenergy 96, vol II, Opryland Hotel, Nashville TN, 9/96, p.891.

producen líquido o gases combustibles usando calor para descomponer física y químicamente el combustible, con poco o ningún aire presente. Así que la combustión en gasificadores y reactores de pirólisis ocurren de diferentes formas que en las calderas de combustión e incineradores. Por ejemplo, los reactores de pirólisis pueden usarse para espesar el combustible sólido, como el antiguo arte de hacer carbón de madera o para convertir combustibles sólidos en líquidos o gases. Como indica el

nombre los gasificadores convierten los combustibles sólidos en gases⁸.

Como se pueden imaginar, todas estas tecnologías no solo se diferencian en tipos de equipo y apariencia, pero se comportan diferente en términos económicos, ambientales y operacionales. Para evadir confusión en la discusión de sistemas para transformar la basura en calor, uno debe ser lo mas específico posible. Por ejemplo, uno debe de evitar los términos ambiguos tales como "caldera", "generador de vapor" y planta "waste to energy" y utilizar términos mas precisos como "incinerador", "caldera de combustión", "waste heat boiler" y "waste-fired generating station". En referencia a las calderas de combustión, cuando sea apropiado, uno debe de indicar que tipo de sistema.

Ante todo, nunca se les debe llamar incineradores a las calderas o vice-versa. Finalmente, si hay una necesidad genuina de referirse a todas estas tecnologías en conjunto, con sus diversas características y propósitos, sugerimos el uso de la frase "facilidades de conversión termal".

F:\Enviromental\N.E.C\Waste Combustion-Español.wpd

⁸Otra alternativa es la destrucción destilada. En este proceso, el calor se aplica a la parte externa del reactor sin oxígeno, rompiendo las moléculas de la carga sin combustión. Esta tecnología no debe de ser confundida con pirólisis que es un proceso con poco oxígeno