

Aprovechamiento de hidrocarburos residuales tratados por plasma térmico

(recuperación de subproductos energéticos)

Carreño Bello J.A., Pacheco Sotelo J.O., Ramos Flores F., Cruz Azócar A., Durán García M.
Laboratorio de Aplicaciones de Plasma Térmico. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares



MX0200065

Introducción

El problema de la contaminación ambiental es muy complejo e involucra aspectos energéticos, técnicos, políticos y sociales. Los avances en diversas ciencias que ha tenido el mundo en las últimas décadas no corresponden con un esfuerzo similar en la preservación del ambiente, sino por el contrario, los problemas rebasan las soluciones.

A causa de la diversidad de procesos y materias primas con los que trabaja la industria instalada, los residuos que se generan contienen una gran variedad de características desde las que se consideran no peligrosas para la salud y el ambiente hasta las muy peligrosas. El factor de mayor relevancia de la problemática radica en la falta de control en cuanto al manejo de los residuos que involucra el tratamiento y disposición final de los mismos, entre otras actividades, lo que trae como consecuencia su incorporación indiscriminada al ambiente.

La importancia de manejar debidamente los residuos en especial los residuos peligrosos (RP) se deriva de la necesidad de controlar sus efectos adversos para la salud humana y los ecosistemas. Desafortunadamente, estas implicaciones no fueron tomadas en consideración hasta en años muy recientes.

Sin embargo, el surgimiento de nuevas tecnologías está cobrando mayor importancia para el control de la contaminación. Una de ellas es la destrucción de RP tratados por plasma térmico (PT), la cual es de especial interés para el tratamiento eficaz de los RP, ya que el calor generado por el PT (ver figura 1) es capaz de destruir los enlaces moleculares generando productos sólidos y gaseosos que no representan peligro al ser humano y al ambiente. Además ésta tecnología cuenta con la gran ventaja de poder recuperar energía, basándose en la pre-

misión de que la materia es energía y viceversa. La obtención de hidrógeno y fibras de carbón, productos de la degradación de los RP (hidrocarburos residuales del proceso de refinación) con alto valor energético y económico, hace que dicha tecnología sea de interés. Los procesos relacionados con el plasma son importantes no solo porque pueden incrementar la eficiencia de los procesos que consumen energía, sino que pueden hacer posible nuevos procesos y productos de interés industrial, distintos de los que requieren grandes cantidades de energía.

El PT es un gas ionizado compuesto de una mezcla de átomos, moléculas, electrones, iones (en su estado fundamental o en varios estados excitados), especies neutrales y fotones.

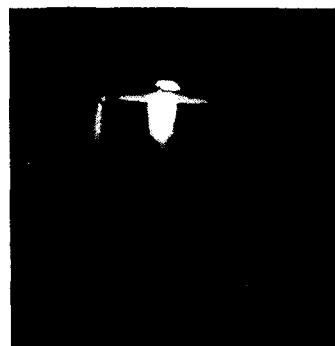


Figura 1. Plasma Térmico

Debido a la gran movilidad de electrones, los plasmas son considerados como conductores eléctricos y buenos conductores térmicos.

El PT se genera en una antorcha de muy alta temperatura (hasta 20 000 °C en el núcleo) y se produce por una descarga eléctrica a través de un flujo de gas (general-

mente Ar, H₂, O₂ o combinaciones de ellos). El gas ionizado es usado como medio de energía en forma de calor el cual puede tener diversas aplicaciones.

Metodología

El proceso consiste en inyectar el residuo en el plasma el cual se encuentra dentro de un reactor herméticamente sellado y en un medio vacío, es ahí donde el residuo va a ser disociado en sus elementos constitutivos debido a que los enlaces moleculares son destruidos. Los subproductos son sólidos y gases; los primeros son recolectados en un electrofiltro para posteriormente ser analizados, mientras que los gaseosos son conducidos a un sistema de separación por membrana de tal forma que se separen los gases energéticos para su posterior almacenamiento. Los gases residuales pasan a través de un intercambiador de calor y posteriormente a una torre lavadora de gases que opera con una solución de sosa al 3% en peso, con el fin de que se absorban los gases tóxicos como el ácido clorhídrico, por último son analizados en un cromatógrafo de gases y por espectrometría de masas.

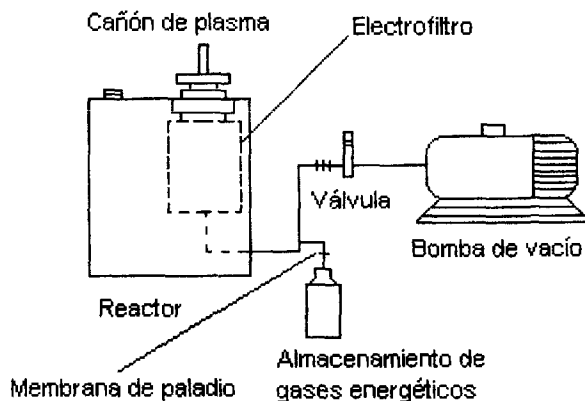


Figura 2. Proceso para el tratamiento de hidrocarburos residuales.

Discusión

El proceso de destrucción de residuos peligrosos mediante plasma térmico tiene las siguientes ventajas.

- 1) Se pueden tratar diversos residuos sólidos y líquidos con material orgánico e inorgánico.
- 2) Eficiencias de degradación superiores al 99.99%.

3) Producción de muy bajas cantidades de subproductos de combustión incompleta y bajas cantidades de gases. Destrucción completa de dioxinas y furanos.

4) El sistema se enciende eléctricamente y alcanza condiciones estables en cuestión de segundos, del mismo modo se puede apagar.

5) La escoria que resulta cuando se tratan los residuos es un vitrificado con características no lixiviables.

6) El proceso no depende del tiempo de residencia ni de oxígeno adicional para asegurar la combustión.

7) La energía del plasma se transfiere directamente al material a tratar.

Es por lo anterior que el plasma es la tecnología ideal para la degradación de hidrocarburos residuales y otros residuos peligrosos como los bifenilos policlorados que crean sustancias tóxicas en un incinerador convencional como son las dioxinas y los furanos, las cuales se forman por incineración de los residuos a temperaturas a 850°C y 150% en exceso de aire. El plasma térmico es un proceso de pirólisis, por lo que no requiere oxígeno, ni existe combustión.

El riesgo para el ambiente y la salud humana que resulta de la generación y el manejo de los residuos peligrosos hace indispensable el desarrollo de esta tecnología que además de la reducción del residuo se puede obtener un beneficio adicional como lo es la obtención de gases energéticos como hidrógeno el cual puede ser almacenado en fibras de carbono, subproducto sólido del proceso (ver figura 2)

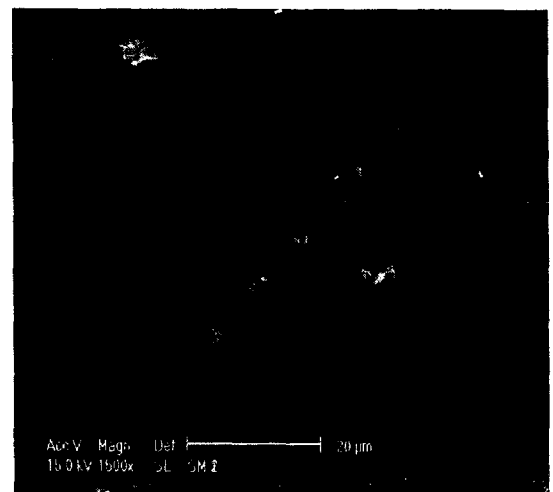


Figura 3. Fibra de carbono

En los aspectos energéticos, el hidrógeno tiene mayor poder calorífico que los combustibles fósiles (29 kilocalorías por gramo, contra 12 del gas natural y 11 de propano, butano y gasolina) y no da lugar a contaminación alguna.

En la tabla 1 se muestran las cantidades en kilogramos que se generan de hidrógeno, oxígeno, metano y octano que salen como subproductos gaseosos del reactor, así como la cantidad de carbono generado en el subproducto sólido por tonelada de residuo tratado. Estos resultados corresponden a 1 atm de presión, esperando obtener mayor cantidad de hidrógeno a presiones reducidas, todavía en proceso de experimentación.

Compuesto	Cantidad generada por tonelada de residuo tratado
Hidrógeno	105 Kg
Metano	116 Kg
Oxígeno	706 Kg
Octano	86 Kg
Carbón	12 Kg

Tabla 1. Recuperación de subproductos energéticos de una muestra de lodos residuales.

Es importante mencionar que las cantidades mencionadas en la tabla 1 no incluyen hidrógeno, oxígeno y carbono que salen combinados en otros compuestos como dióxido de carbono, agua, etc.

Conclusiones

El plasma térmico es la tecnología idónea para tratar una amplia gamma de residuos peligrosos, incluyendo los hidrocarburos residuales del proceso de refinación del petróleo, el plasma rebasa la barrera de los 3000°C.

La descomposición de los hidrocarburos ocurre entre 800 y 1000 °C.

La eficiencia de la degradación de los residuos es superior a 99.99%.

La producción con respecto al carbono e H₂ se incrementa con la temperatura, estando en un rango dominante entre los 1200 °C y 2000 °C.

No se generan emisiones tóxicas al ambiente de SO₂, NO_x y CO₂, ni de dioxinas y furanos por ser un proceso de pirólisis.

El uso de hidrógeno como combustible no genera contaminación al ambiente.

Agradecimientos

Para el desarrollo de este proyecto se ha recibido apoyo de CONACYT proyecto 33424-U, COSNET proyecto 619-01 Agradecemos también el apoyo al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y al Instituto Politécnico Nacional.

Referencias

- H. Riad. 1996. *Calcul du transfert Radiatif dans des et des plasmas thermiques: Application á l'hydrogene et au methane. Tesis Doctorado Université Paul Sabatier. 8-12p.*
- Padró. Lau. 2000. *Advances in Hydrogen Energy. 1-6p.*
- Hochstim. *Kinetic Processes in Gases and Plasmas.*
- R. Perry. 2001. *Manual del Ingeniero Químico.*
- K. Tanaka. T. Yamabe. K.Fuit. *The Science and technology of carbon Nanotubes.*
- J. Shin Chang. A. Kelly J. Crowley. *Handbook of Electrostatic Processes.*
- Odum. *Ecología.*
- <http://ine.org.gob.mx> Instituto Nacional de Ecología.