

Importancia de los Hidratos de Metano como Fuente de Energía

Proyecto de tesis de Maestría

Ing. Verónica Janeth Landín Sandoval
Maestría en Ciencias en Ingeniería Química
Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica
Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Av. López Mateos 1801 Ote., Fracc. Bona Gens, Aguascalientes, Ags.,
Tel. 01 (449) 9105002 ext. 127, Fax 01 (449) 9700423 C.P. 20256
lasv_821004@yahoo.com.mx

Dra. Florianne Castillo Borja
Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica
Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Av. López Mateos 1801 Ote., Fracc. Bona Gens, Aguascalientes, Ags.,
Tel. 01 (449) 9105002 ext. 127, Fax 01 (449) 9700423 C.P. 20256
floriannecastillo@yahoo.com.mx

Resumen

Se presenta una breve descripción de los hidratos de metano, y se detallan algunos aspectos relevantes, que hacen que estos compuestos sean importantes como futura fuente de energía, tales como su estabilidad, distribución y estimación mundial.

Palabras clave

Hidratos, metano, gas natural, energía.

Abstract

This paper presents a small description about methane hydrates, the future energy source, and some important aspects are detailed. Like its stability, distribution and world estimate.

Key words

Hydrates, methane, natural gas, energy.

Introducción

Los Hidratos de Gas son una mezcla de agua y gas (fundamentalmente metano) que se acumula en estado sólido, bajo ciertas condiciones de alta presión y baja temperatura. Se ha comprobado que existirían naturalmente sólo en 2 tipos de áreas; la primera bajo tierra en latitudes extremas con bajas temperaturas como Siberia en Rusia y la segunda bajo el lecho del fondo marino en distintos lugares del orbe [1,6]. La composición de los Hidratos de Gas es simple y consiste en cierta cantidad de moléculas de gas, que son rodeadas por un enrejado de moléculas de agua. Aunque existen distintos tipos de gases que pueden llegar a conformar hidratos, se sabe que los más

abundantes corresponden a los de metano. Se puede decir que un “trozo” de Hidrato de Gas tiene la apariencia de un pedazo de hielo, con una determinada concentración de gas en su interior. Si este trozo de hidrato lo exponemos a condiciones ideales sobre la superficie de la tierra, por ejemplo, a 20° C y 1 Atmósfera de presión, el volumen de gas se multiplica por 164, es decir, se ha comprobado que 1 m³ de Hidratos de Gas tomados del fondo marino, se transforman en 164 m³ de gas y 0,84 m³ de agua en la superficie [1,2,5]. Lo anterior se traduce en un alto potencial de energía, que a su vez incrementa el interés sobre estos.

Un dato interesante es el saber cómo se determinó, inicialmente, la existencia de estos depósitos de gas no convencionales bajo el fondo marino. Prácticamente se debió casi a una casualidad, al descubrirse e intentar explicar el por qué en gráficas efectuadas mediante sistemas de medición de reflexión sísmica (que permiten representar una “imagen de lo que hay o cómo está conformada la tierra bajo el fondo marino”) aparecía un doble fondo muy marcado, es decir como un “doble eco”, normalmente paralelo al lecho marino real. Con el tiempo logró determinarse que esto correspondía a la parte inferior de la capa de hidratos de gas y el “doble eco” se producía por el efecto que generaban las ondas acústicas, por el hecho de pasar de una zona más rígida de hidratos (“hielo” y rocas) a una con baja rigidez como se muestra en la figura 1. Al límite inferior de la capa de hidratos de gas se le llamó “Bottom Simulating Reflection” o B.S.R. (Reflexión Aparente del Fondo) [1,6]. Por otra parte, investigaciones más recientes han comprobado que usualmente, bajo la capa de hidratos de gas, se encuentra gas metano en forma libre, el cual no fluye hacia la superficie al verse atrapado por la misma capa de hidratos.

Los primeros registros sobre experimentación para el descubrimiento de los hidratos aparecen en 1811, gracias a la aportación de Sir Humphrey Davy. Sin embargo, Priestley descubrió los hidratos 30 años antes que Davy, solo que no existen registros que lo confirmen [4,5]. En los siguientes 100 años a su descubrimiento, todos los estudios siguieron el mismo patrón, a) un investigador descubre un nuevo hidrato, b) se cuestiona la composición del nuevo hidrato y c) se confirman las estructuras y mediciones hechas en anteriores investigaciones. Posteriormente surgen dos aportaciones importantes por parte de dos investigadores franceses: Villard, quien determinó la existencia de hidratos de metano, etano y propano y, de Forcrand quien tabuló las temperaturas de equilibrio a una atmósfera para 15 componentes incluyendo gases naturales, con excepción del isobutano, el cual fue analizado por Von Stackelberg y Muller (1954) [4].

Una vez que se tuvo el conocimiento de su existencia, surgieron diferentes métodos para determinar sus propiedades. Tal es el caso de Villard (1986) que utilizó valores de calor de formación mayores y menores al punto de congelación, este método permitió hacer mediciones mucho más fáciles, tanto de presión como de temperatura, que cualquier otro, sin embargo, actualmente la llegada de las técnicas modernas microscópicas basada en espectroscopia y termodinámica estática, permite la determinación directa de las propiedades en fase hidrato, para diferentes compuestos [4].

Los hidratos de manera natural se encuentran en el fondo de los océanos y en las zonas glaciares almacenando grandes cantidades de energéticos sin explotar, es por ello que representan una futura fuente de energía. Por otra parte, el interés por los hidratos, surge debido a que representan un problema para las líneas de transmisión de gas, ya que al formarse dentro de ellas bloquea el flujo, y es así como Hammerschmidt los empieza a analizar en 1934 [4,6].

Posteriormente toda investigación acerca de estos compuestos se enfocó a obtención de datos experimentales de equilibrio para su formación. Sin embargo en comparación con estudios anteriores existen muy pocos datos sobre formación de hidratos en tuberías, y es importante contar con esa información, ya que es indispensable para el diseño y operación de equipos y procesos en la industria petrolera.

Estabilidad de los hidratos de metano

Los hidratos de gas no solamente existen en las condiciones de aguas frías y profundas de los fondos marinos. En el golfo de México se ha observado la

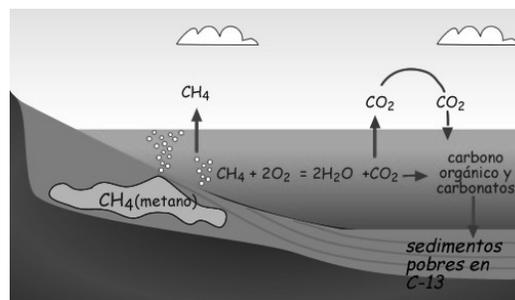


Figura 1. Ubicación de los hidratos de gas en el fondo del mar [A]

presencia de hidratos desde aguas poco profundas, con temperaturas de hasta 20° C, hasta más de 2000 metros de profundidad [3]. La composición química de los gases de los hidratos juega un papel importante en la estabilidad de éstos. Por ejemplo un porcentaje de etano permite la existencia de hidratos a más baja presión y mayor temperatura que los hidratos que contienen solamente metano. Con 10% de etano en la mezcla de gas, los hidratos son estables a 6 atmósferas de presión (aproximadamente 60 metros de columna de agua) y 6° C de temperatura, mientras que los hidratos de metano puro son estables solamente a presiones sobre 40 atmósferas (aproximadamente 400 metros de columna de agua) [3].

La profundidad a la cual se encuentra la base de los hidratos de gas aumenta al incrementarse la profundidad del agua. Para estimar la profundidad de la base de los hidratos de gas, debe conocerse el régimen de estos hidratos para la formación de los hidratos en función de la presión y temperatura. De esta manera estimando la presión en un área determinada y el gradiente de temperatura es posible estudiar el régimen de estabilidad de los hidratos de gas en función de la profundidad [3].

Estimaciones de los recursos mundiales de metano en los hidratos de gas

Las estimaciones de la cantidad de metano en los hidratos de gas son todavía especulativas e inciertas. Sin embargo, se estima que los hidratos de gas se distribuyen en todo el mundo y el conocimiento geológico de los depósitos de hidratos de gas es incompleto. En 1981 el "Petroleum Gas Committee" resumió esas estimaciones las cuales muestran un rango que fluctúa entre $1.4 \times 10^{13} \text{ m}^3$ de gas metano, para las regiones Árticas de permafrost y $7.6 \times 10^{18} \text{ m}^3$ de gas metano en los sedimentos no oceánicos [3]. Las estimaciones mundiales actuales de la cantidad de gas metano en los depósitos de hidratos de gas, in situ, incluyendo las zonas con permafrost en tierra y en los

sedimentos de los fondos oceánicos, fluctúan entre $2.1 \times 10^{16} \text{ m}^3$ de gas metano (según Mac Donald, 1990) y $4 \times 10^{16} \text{ m}^3$ de gas metano (según Kvenvolden & Claypool, 1988) [3]. El mayor volumen de hidratos de gas se encuentra en los sedimentos de los fondos marinos. Si estas estimaciones son válidas, la cantidad de gas metano contenida en los hidratos de gas es casi órdenes de magnitud mayor que el total de metano comercial mundial, evaluado en $2.5 \times 10^{14} \text{ m}^3$ y alrededor de dos veces el carbono equivalente a todos los depósitos conocidos de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) [2,3], como se puede ver en la figura 2.

Investigación internacional y estimación de los hidratos de gas como recurso energético

La mayor motivación para la producción de metano de los hidratos de gas, se debe a la enorme cantidad estimada de los recursos de hidratos y la alta concentración de energía. En Estados Unidos estimaciones directas de metano en los sedimentos y de gas libre bajo las capas de hidratos se realizaron durante el crucero (leg) 164 del “Ocean Drilling Program” [3]. Los resultados de estos estudios indican la existencia de enormes cantidades de metano almacenado en hidratos de gas en el Blake Ridge en la costa del Atlántico de Estados Unidos, y en los depósitos de gas libre bajo la capa de hidratos. El gas libre si existe en suficiente cantidad puede ser recuperado primero y eventualmente los hidratos de gas pueden ser al mismo tiempo disociados artificialmente y recuperarse el metano por diferentes métodos [3].

Se han descubierto depósitos de hidratos de gas en distintas partes del orbe; sin embargo, los que han sido mayormente investigados se encuentran frente a las costas de Japón, Estados Unidos y Canadá [2]. El gas “in situ” en los hidratos en Estados Unidos, en tierra y costafuera se ha estimado en una cantidad que fluctúa entre 113.000 y 670.000 trillones de pies cúbicos (1012) con un valor medio de 320.000 trillones de pies cúbicos (1012). En esta cifra no se considera el porcentaje de recuperación de gas de los hidratos [3]. El Servicio Geológico de Japón, basado en los estudios realizados en 1993 han estimado los recursos de hidratos de metano “in situ”, en el margen continental de ese país, en aproximadamente 6 trillones de metros cúbicos [3].

El MITI (Ministry of International Trade and Industry) ha manifestado que los hidratos de metano pueden ser la futura fuente nacional de energía de Japón. La Japan National Oil Corporation (JNOC) realizó, en 1996, levantamientos sísmicos, gravimétricos y magnetométricos en los márgenes

continentales de Japón para explorar los posibles depósitos de hidratos de metano [3]. En la década de 1990 el Servicio Geológico de Japón y otras organizaciones nacionales iniciaron un estudio de factibilidad para la exploración y desarrollo de hidratos de gas en el presente siglo.

El gobierno de India, por otra parte, ha iniciado un ambicioso proyecto de hidratos de gas natural, entre Madras y Calcuta y en el mar de Andaman, entre India y Myanmar. En este último lugar se estima que existen sobre 200 trillones de pies cúbicos de gas contenido en hidratos de gas. Para el gobierno de India el proyecto de hidratos de gas tiene suma importancia para suplir la demanda creciente de energía de ese país. El National Gas Hydrate Project de India programó

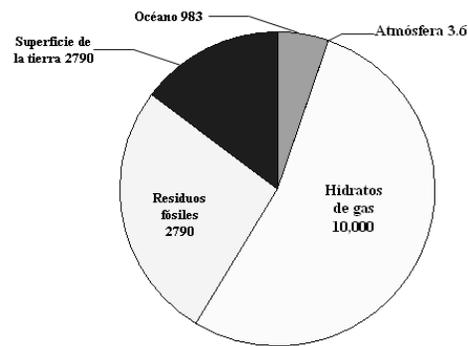


Figura 2. Distribución de los hidratos de gas en el mundo [A]

perforar cinco pozos para investigar los hidratos de gas, en mares profundos a fines de la década de 1990 [3].

Por otra parte en Chile se demostró la existencia de depósitos de hidratos de gas con contenido de metano y etano en el talud del margen continental en el área costafuera de la península de Taitao, como resultado de la investigación realizada en el crucero (leg) 141 del Ocean Drilling Program [3]. Esta información ha incrementado el interés por los hidratos de gas como posible recurso energético del futuro de varios países. Sin embargo, deben resolverse incertidumbres geológicas y muchos problemas técnicos y económicos para que sea posible considerarlos como una opción de fuente abastecedora de metano.

Conclusiones

Si las actuales estimaciones de recursos de hidratos de gas son correctas, éstos contienen mayor potencial de energía de combustibles fósiles que el existente en los depósitos convencionales de petróleo, gas natural y carbón. Hay una incertidumbre respecto a qué porción de esta fuente energética puede realmente aprovecharse, debido a la falta de tecnología para la

recuperación de metano. Sin embargo, los notables avances tecnológicos alcanzados en los últimos años de la década de 1990, por la industria petrolera mundial en el desarrollo y explotación de yacimientos de petróleo y gas en aguas profundas, podrán ser aplicados a la exploración y desarrollo de los depósitos de hidratos de gas, en la próxima década.

Referencias

- [1] Velásquez Reyes Mauricio, (2004). "Los Hidratos de Gas Submarinos: Una esperanza energética y la contribución de la Armada para el futuro desarrollo del país", *Ciencia y Tecnología, Revista de Marina*, Num. 1, Chile.
- [2] Dillon William; (Sep. 1992), "Gas (Methane Hydrates): A New Frontier", *Marine and Coastal, Geology Program*, U.S. Geological Survey.
- [3] González Pacheco Eduardo, (2002) "Hidratos de Gas", *Ciencia y Tecnología, Revista de Marina*, Num. 2 y 3, Chile,
- [4] Sloan, E. (1998), *Clathrate hydrates of natural gases*, 2a ed. Marcel Dekker Inc..
- [5] Collet, T., Y Kuskra, V. (May 1998) "Hydrates contain vast store of world gas resources", *Oil and Gas J.* 11, 90, 95.
- [6] Somoza Luis, (1998) El gas "Helado inflamable": el Futuro de la Investigación de los fondos marinos para la próxima década, *Proyecto TASYO, Instituto Geológico y Minero de España (IGME, ex ITGE)*.

Artículo recibido: 28 de noviembre del 06

Aceptado para publicación: 27 de mayo de 2007