

Gas-to-Liquids

Una nueva fuente de combustibles limpios de alta calidad y productos especiales

Actualmente existe un renovado interés en la síntesis de Fischer-Tropsch (F-T) en la forma de GTL (*Gas-to-Liquids*) utilizando la conversión de F-T a baja temperatura del gas natural, principalmente a destilados medios tales como gasoil, nafta y, opcionalmente, kerosene. Este novedoso proceso de GTL de Shell se utiliza actualmente en la planta de Bintulu, Malasia, que es la primera y única planta integrada en el mundo.

Opciones de comercialización del gas

Durante los últimos 150 años ha habido una caída constante en la concentración de carbono en los combustibles primarios utilizados en el mundo. Se espera que esta tendencia a la "descarbonización" continúe e impulse un constante aumento del uso del gas por sobre fuentes de energía alternativas tales como el carbón.

Hasta hace poco existían sólo dos maneras de transportar grandes cantidades de gas natural hasta el consumidor final; ya sea por medio de un gasoducto o como gas natural licuado (GNL). El GNL fue realmente la única alternativa viable cuando estas reservas se encontraban lejos de los principales mercados, como por ejemplo es el caso del Medio Oriente.

Una limitación, sin embargo, en el aumento de GNL ha sido siempre el

desarrollo de nuevos mercados de GNL y la construcción de la capacidad de regasificación. Dada la situación, la creciente viabilidad comercial de la tecnología del Gas-a-Líquidos (*Gas-to-Liquids*, GTL, en inglés), con un concepto de planta de escala mundial (50.000 barriles por día (bpd) y más) tendrá sin duda un efecto sobre el lado de la demanda en la ecuación de balance del gas.

Los proveedores de gas que están lejos de mercados existentes o potenciales ahora tienen la oportunidad de desarrollar sus recursos. Si ellos no desean esperar a que se abra un mercado de GNL o gas natural adecuado, tienen la opción de convertir su gas en combustibles líquidos con alto valor agregado. Con un mercado de destilados medios aproximadamente 20 veces mayor al tamaño del mercado actual de GNL, el mercado potencial del GTL es casi ilimitado.

Existen otras fuerzas impulsoras detrás de los intereses actuales en el GTL. Grandes reservas de gas en muchos casos no se encuentran en los mismos lugares que las reservas de crudo. Por lo tanto para el consumidor, el creciente uso del gas para producir un combustible líquido brinda la oportunidad de diversificar sus fuentes de suministro.

Una creciente demanda de combustibles limpios actuará como catalizador en la comercialización del GTL. Los mercados globales de energía del mañana serán muy distintos de los de la década del '90. La tendencia global hacia combustibles más limpios y los avances en la tecnología

Por Marco Brummelhuis, Shell



Marco Brummelhuis

presentan una mayor oportunidad para el GTL. Por ejemplo, el diesel GTL es un combustible a base de gas con buen rendimiento y desempeño en la tecnología diesel existente y también cumple con muchas de las posibles especificaciones futuras del mercado de los combustibles para transporte.

Desarrollo de la tecnología del GTL: pasado y presente

Alemania fue la primera en aplicar la conversión de los productos GTL durante la década del '20, cuando se encontró con escasez de petróleo pero con amplias reservas de carbón, utilizando un proceso que se conoció como la síntesis de Fischer-Tropsch (F-T). Un esfuerzo coordinado para garantizar el suministro de combustibles líquidos dio como resultado el desarrollo de plantas de F-T a alta temperatura, que convertían el carbón en gas y luego en líquidos.

Aunque fue un éxito a escala técnica, el proceso de F-T no podía competir económicamente con la refinación de crudo y, en consecuencia, las aplicaciones tempranas se limitaban al suministro de combustibles líquidos en épocas de escasez cuando la competitividad económica tenía poca importancia. Actualmente, vemos un renovado interés en la síntesis de F-T en la forma de GTL, utilizando la conversión de F-T a baja temperatura del gas natural principalmente a destilados medios tales como gasoil, nafta y opcionalmente kerosene.



Figura 1. Planta de Síntesis de Destilados Medios de Shell (SMDS) en Bintulu, Malasia.

Esto no sólo ocurrió como resultado del abundante suministro de gas a un precio económico, sino también provocado por el desarrollo global de combustibles de alta calidad y la necesidad de mejorar la calidad del aire local en muchas ciudades del mundo.

La inversión de capital para una planta grande de GTL (75.000+ bpd) está en el orden de billones de dólares estadounidenses. Como tal, es lógico que una inversión semejante no pueda comprometerse (y no será comprometida) suponiendo que los precios del crudo permanecerán altos. Por lo tanto, la viabilidad comercial depende de la capacidad de demostrar un retorno económico a precios (sostenidos) del crudo bien por debajo de US\$ 20/bbl.

Afortunadamente, los incrementos en la eficiencia del proceso (ver abajo) y la capacidad de construir plantas más grandes para lograr economías de escala –basadas en la experiencia operativa– se han combinado efectivamente en los últimos tiempos para hacer que el GTL sea comercialmente viable bajo estas premisas.

Proceso de GTL de Shell: una tecnología única y competitiva

El novedoso proceso del GTL de propiedad de Shell, la Síntesis de Destilados Medios de Shell (SMDS), se usa actualmente en la planta de Shell en Bintulu, Malasia. Ésta es la primera y única planta integrada de GTL basada en reacción Fischer-Tropsch a baja temperatura a escala comercial en el mundo.

Las tres etapas principales del proceso que se utilizan en SMDS son comunes a la mayoría de las tecnologías de GTL. En SMDS se las conoce co-

mo obtención de *syngas*, síntesis de F-T e hidrocrackeo.

El gas sintético (*syngas*) se puede producir a partir del gas natural de diversas maneras. La forma más adecuada para SMDS es utilizar el Proceso de Gasificación de Shell con oxígeno tomado de una unidad adyacente de separación de aire. El proceso se utiliza en plantas comerciales desde 1956 y tiene varias ventajas. Es un proceso directo sin necesidad de un catalizador; tiene una gran eficiencia, es confiable y a la vez económico.

La etapa de síntesis de F-T (o de Parafina Pesada) es la clave del éxito comercial del proceso de GTL. Aquí el *syngas* reacciona sobre un catalizador de F-T para producir hidrocarburos parafínicos y agua. El alto rendimiento de los productos destilados medios deseables es esencial para un bajo costo unitario.

La manera en que se utiliza el catalizador en la etapa de síntesis también es muy importante. El proceso de SMDS ofrece varias ventajas distintivas. Primero, el diseño es comparativamente simple para escalar a capacidades superiores, un factor crucial para las aplicaciones de planta comercial a gran escala; y segundo, el catalizador puede ser regenerado *in-situ*. Otra ventaja es la capacidad de operar a temperaturas inferiores mientras se mantiene la productividad del reactor, que da como resultado mejores niveles de producción de cadenas parafínicas largas y un menor consumo de *syngas*.

En la etapa final del proceso de SMDS el producto de la síntesis se hidrocrackea sobre un catalizador de marca registrada y posteriormente se lo fracciona. En esta etapa se eliminan los compuestos oxigenados y las parafinas de cadena larga se craquean e isomerizan para producir destilados medios con una pequeña proporción de productos gaseosos.

Basándose en la experiencia del catalizador de F-T a baja temperatura usado en Bintulu, y en el posterior éxito en el trabajo de investigación, Shell ha desarrollado un catalizador de segunda generación que permite una capacidad del reactor de aproximadamente 9000 bpd, en compara-

ción con la capacidad del reactor existente de aproximadamente 3000 bpd. Ésta es la base para aumentar la escala de la tecnología SMDS de 12.500 bpd a 70-75.000 bpd y más para los nuevos proyectos de SMDS a escala mundial que se están planificando actualmente.

La combinación de las economías de escala y el aumento de la eficiencia del proceso han dado como resultado una reducción significativa del costo unitario de capital (inversión por unidad de capacidad instalada) en la tecnología SMDS de segunda generación para proyectos futuros, convirtiéndola así en una alternativa comercial viable para monetizar reservas de gas remotas.

Diesel SMDS: un combustible económico a base de gas

El proceso de SMDS convierte al gas natural en productos destilados ultralimpios tales como nafta, diesel y/o kerosene y también productos especiales. Los productos de SMDS son líquidos, claros, inodoros, de alta calidad con algunas propiedades únicas. En particular, el Combustible para Transporte GTL de Shell tiene propiedades que exceden todos los requisitos futuros anticipados del diesel en cualquier lugar del mundo. Tiene un elevado número de cetano, baja densidad y un contenido insignificante de sulfuro y poliaromáticos.

En aplicaciones automotrices, el Combustible para Transporte GTL de Shell se puede utilizar ya sea como una mezcla o como un producto puro. Como componente de una mezcla, puede hacer que los combustibles que están por debajo de la especificación lleguen al estándar y grado requeridos.

El Combustible para Transporte GTL de Shell es un combustible a partir de gas que puede funcionar bien en los motores diesel existentes y puede utilizar la infraestructura existente, más que una versión más limpia de un diesel de refinería. Como tal tiene muchas ventajas por sobre otros combustibles alternativos, que creemos lo convierten en la opción más económica por ahora y en el futuro inmediato:

- El GTL representa una **“Solución que acaba de llegar”** que puede utilizar la infraestructura existente y la tecnología de motores diesel estándar. Desde la perspectiva del consumidor, no es necesario invertir en nuevas instalaciones por lo que el mercado de vehículos usados será muy receptivo. Éste no es generalmente el caso de muchos otros combustibles alternativos que requieren modificaciones de los vehículos según los requisitos del cliente. Una transición sin obstáculos puede acelerar significativamente la introducción del GTL como combustible alternativo en el mercado.

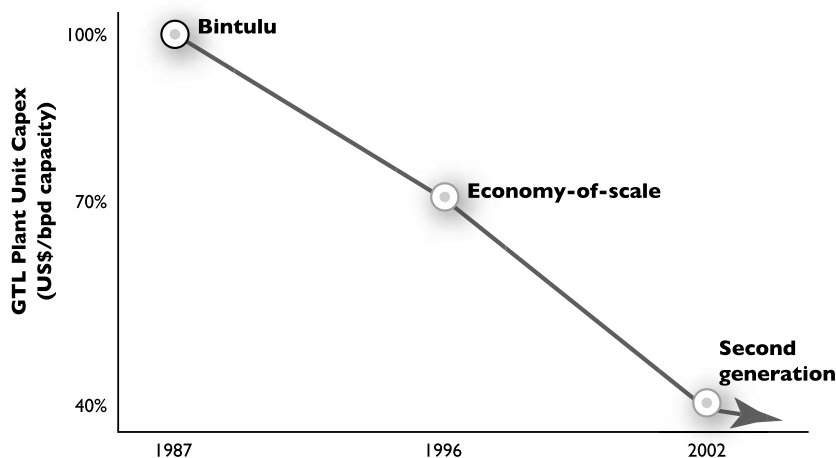
- El **rendimiento técnico** del combustible comparado con los sistemas competitivos también es bueno. Desde la perspectiva de un operador de flota, ofrece un rendimiento del vehículo similar al combustible diesel combinado con un manejo seguro y fácil.

- Los **beneficios de las emisiones** de NO_x , CO, hidrocarburos y partículas –ya sea como mezcla o 100% Combustible para Transporte GTL de Shell– son significativos cuando se los compara con cualquier diesel estándar. El bajo contenido de sulfuro del Combustible para Transporte GTL de Shell se podría utilizar para posibilitar sistemas posttratamiento del vehículo más efectivos. Los resultados muestran que en las mezclas con diesel estándar se ven beneficios desproporcionadamente grandes desde el primer agregado de 10-30% de Combustible para Transporte GTL de Shell. En realidad, el agregado de 30% de Combustible para Transporte GTL de Shell eleva el rendimiento de un combustible estándar a los niveles que normalmente se ven sólo con el diesel de sulfuro ultrabajo.

Estos beneficios en las emisiones pueden contribuir a mejorar la **calidad del aire** en las grandes ciudades.

- La naturaleza **no-tóxica** de los productos de SMDS está bien establecida. También son inmiscibles con el agua.

- Los combustibles GTL son **“a prueba del futuro”**. Son compatibles con



las exigencias y tendencias del mercado del combustible para transporte, ya que se los puede utilizar en:

- motores diesel estándar, ya sea como mezcla con combustible diesel estándar o como un producto 100%;
- vehículos especialmente adaptados que usan un número elevado de cetano y/o bajo contenido de sulfuro de los productos de SMDS;
- híbridos diesel / eléctricos;
- celdas de combustión de hidrocarburos.

- **Diversificación estratégica del suministro de energía.** Los combustibles de SMDS se producen a partir del gas natural y, como tales, brindaron a los países consumidores una diversificación del suministro de energía fuera de los productos derivados del petróleo.

Además de los destilados, es posible que las plantas de GTL produzcan una variedad de productos especiales, tales como parafinas normales y lubricantes básicos.

Factores de éxito

El costo y la disponibilidad del gas natural son factores importantes para la viabilidad de la planta. Una planta de 75.000 bpd consume 600-700MMscf/d o más que 5 TCF de reservas de gas a lo largo de 25 años. El Costo Técnico Unitario de producción de este gas debe ser bajo y debería haber limitadas alternativas para su comercialización. Por esto el GTL es apto para grandes y remotas reservas de gas.

Debido a las grandes inversiones de capital requeridas y el gran volumen de líquidos producidos, será necesario ubicar las plantas en lugares

que ofrezcan bajos costos de ubicación y acceso al mar para su transporte. Se preferirán los lugares con alguna infraestructura local existente.

Los términos fiscales también son muy importantes. Sin embargo, teniendo en cuenta los beneficios sociales y ambientales que un proceso como SMDS le puede proporcionar a un país, muchos gobiernos están dispuestos a ofrecer términos fiscales atractivos para una inversión de GTL. Entre los beneficios sociales están la generación de puestos de trabajo y el valor adicional creado en lugares remotos. Los productos son una fuente de combustibles limpios para transporte sin producción asociada de fuel oil. Ellos también pueden brindar oportunidades para futuras inversiones de *downstream*, tales como instalaciones petroquímicas.

Las circunstancias en algunos países de Latinoamérica podrían entonces cuadrar perfectamente con una planta de GTL a gran escala. Sin embargo, la mejor respuesta a la pregunta de cuándo se construirá la primera planta comercial de GTL en este lado del mundo es que “sólo el tiempo dirá”.

Marco Brummelhuis es Doctor en Física y Ciencias Matemáticas, título obtenido en la Universidad de Leiden (Países Bajos) en 1991. Comenzó a trabajar en Shell en 1992 y ocupó varios puestos a nivel gerencial en Shell “Exploración y Producción” y en Shell “Gas & Power” en los Países Bajos, Venezuela y Argentina durante los últimos años. Durante 2001–2002 fue líder del proyecto GTL de Shell en Tierra del Fuego. Brummelhuis ha dado numerosas conferencias sobre GTL, entre otras, en conferencias internacionales de alto nivel en América Latina.