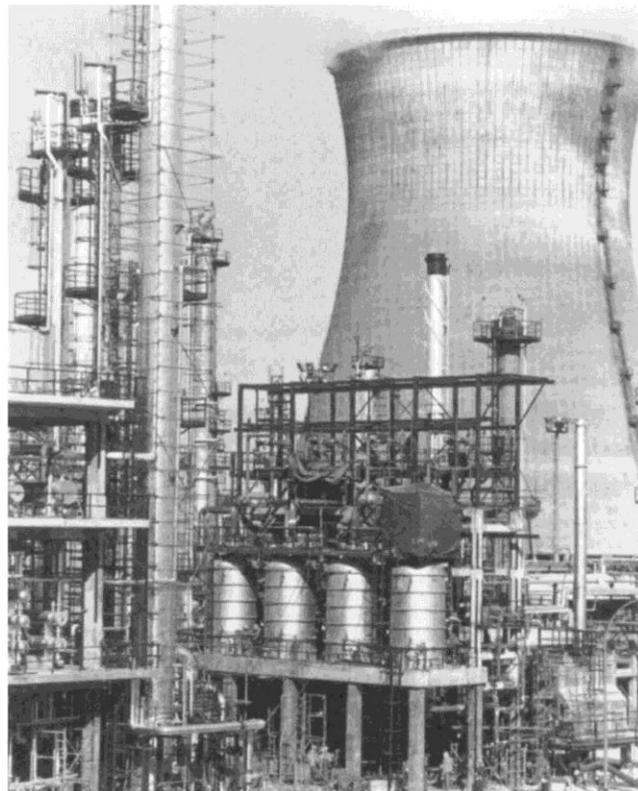




**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DEPTO. DE INGENIERÍA QUÍMICA**

CATEDRA DE PROCESOS INDUSTRIALES



COQUIZACIÓN RETARDADA

COQUIZACIÓN RETARDADA

Objetivos: el procedimiento de coquización retardada se desarrolló para obtener por craqueo térmico (es decir, sin utilización de catalizadores) un coque de alta pureza, utilizando como alimentación los productos residuales de la columna de destilación al vacío. Si un hidrocarburo pesado se lo somete a altas temperaturas, este sufre un craqueo que lo termina descomponiendo (si el tiempo es el suficiente) en coque, gases y productos intermedios. Con este fin se requería que la alimentación circulara a altas velocidades (tiempos de retención mínimos) en los hornos, para evitar que comenzara a craquear dentro de ellos y luego enviarlo a un tambor de coquización donde se le daba el tiempo de residencia suficiente para que la coquización tuviera lugar; de ahí el término de coquización retardada.

Desde un punto de vista de reacción química la coquización puede considerarse como un proceso de craqueo térmico enérgico en el cual uno de los productos finales es coque (que también es denominado carbón residual de petróleo), formándose como productos secundarios gas oil, nafta y gases.

En realidad, el coque formado contiene alguna materia volátil o hidrocarburos de alto punto de ebullición. Para eliminar esencialmente toda la materia volátil del coque de petróleo, este debe de calcinarse a unos 1100°C aproximadamente. Cantidades menores de hidrógeno permanecen en el coque aún después de la calcinación.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La coquización retardada convencional se muestra en el siguiente diagrama de flujo (Figura 1).

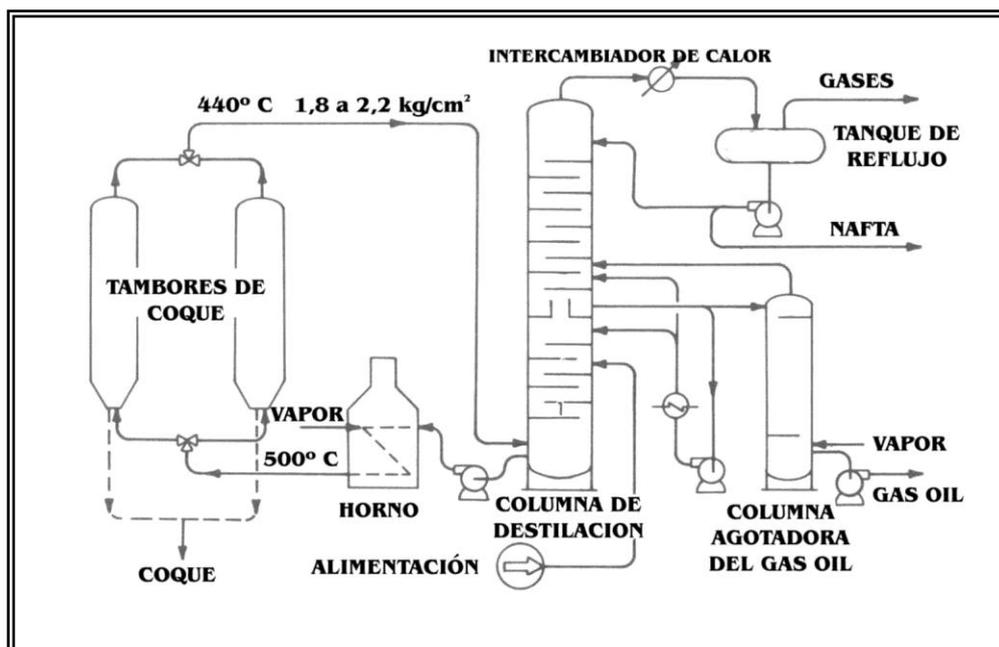


Figura 1

La alimentación líquida se carga directamente a la columna de fraccionamiento. De esta forma se consigue que:

- Los vapores calientes del tambor de coque se enfrían por el alimento líquido más

frío previniendo así la formación de coque en la columna de fraccionamiento y condensando simultáneamente las fracciones más pesadas las cuales son recicladas.

- ▶ Se vaporicen las fracciones livianas que pudiera contener la alimentación y que no sería conveniente enviarlas al tambor de coquización.
- ▶ La alimentación que está al estado líquido se precalienta.

El producto de fondo de la columna de fraccionamiento se envía al horno, donde se vaporiza parcialmente, y luego hacia uno de los dos tambores de coque. Normalmente se introduce vapor en los tubos del horno para aumentar la velocidad con que pasa el fluido y evitar una coquización prematura, minimizando el depósito de coque en los tubos. La porción que no se ha vaporizado en el horno sedimenta en el tambor de coque, donde por el efecto combinado del tiempo de retención y la temperatura da lugar a la formación de coque.

Los vapores que salen por la parte superior del tambor de coque vuelven a la columna de fraccionamiento. Estos vapores están formados por agua y por los productos de la reacción de craqueo térmico: gas, nafta y gas oil. Estos productos se extraen en las distintas secciones de la columna.

La extracción lateral de gas oil es una configuración convencional que emplea columnas de agotamiento de seis a ocho platos con introducción de vapor por debajo del plato base, para eliminar del gas oil los productos de bajo peso molecular y controlar el punto de ebullición inicial del gas oil.

El vapor de agua y los productos livianos vaporizados vuelven desde la tope del separador de gas oil a la columna de fraccionamiento, uno o dos platos por encima del plato de extracción.

Entre la extracción de gas oil y la extracción de nafta, de la columna se utilizan normalmente de ocho a diez platos. Si se emplea una extracción lateral de nafta, se precisan platos adicionales por encima del plato de extracción de la nafta.

SEPARACIÓN DEL COQUE

Cuando el tambor de coque en servicio se llena hasta un margen de seguridad de la parte superior, el efluente del horno se cambia al tambor de coque vacío y se aísla el tambor lleno, se le inyecta vapor de agua para eliminar los vapores de hidrocarburos, se enfría mediante llenado con agua, se abre, se elimina el agua y se retira el coque.

La operación de descoquizar se puede realizar mediante un taladrador mecánico o escariador, sin embargo generalmente se utiliza un sistema hidráulico. El sistema hidráulico consiste simplemente en un número de chorros de agua a alta presión (de 150 a 180 kg/cm² man.) que descienden al lecho de coque en un vástago giratorio. Utilizando un chorro especial se practica, siempre en primer lugar, un agujero de pequeño diámetro, denominado "ratonera", desde la parte superior del lecho hasta la parte inferior. Esto se realiza para permitir el movimiento a través del lecho de coque del agua y del vástago principal.

La masa principal de coque se separa entonces del tambor, empezando normalmente por la base.

PROPIEDADES Y USOS DEL COQUE DE PETRÓLEO

La mayor parte del coque de petróleo se produce como pedazos sólidos, porosos, irregulares, cuyo tamaño abarca desde las 20 pulgadas hasta polvo fino. Este tipo de coque se denomina coque esponjoso debido a su apariencia.

Los usos principales del coque esponjoso del petróleo son los siguientes:

- ▶ Fabricación de electrodos para uso en hornos eléctricos para la producción de fósforo elemental, dióxido de titanio, acero, carburo de calcio y carburo de silicio.
- ▶ Fabricación de ánodos para la reducción electrolítica de la alúmina.
- ▶ Uso directo como fuente de productos químicos de carbono para la fabricación de fósforo elemental, carburo de calcio y carburo de silicio.
- ▶ Fabricación de grafito.

Es importante resaltar que el coque de petróleo no tiene la suficiente consistencia para ser utilizado en los altos hornos para la producción de hierro, ni tampoco para su utilización como coque de fundición. Para estos fines se utiliza coque derivado del carbón mineral. Análisis característicos de coque esponjoso del petróleo se exponen a continuación.

| | % peso (como producto) | % peso (después de calcinar) |
|-----------------|-----------------------------------|---|
| Agua | 2-4 | Nulo |
| Materia volátil | 7-10 | 2-3 |
| Carbón fijo | 91-85 | 95+ |
| Cenizas | 0,5-1,0 | 1-2 |

El contenido en azufre del coque del petróleo varía con el contenido en azufre de la materia prima del coquizador. Normalmente se sitúa en el intervalo del 0,3 y al 1,5 % en peso. Sin embargo, en algunas ocasiones puede llegar al 6%. El contenido en azufre no se reduce significativamente mediante la calcinación.

Una segunda forma de coque de petróleo que se está produciendo en cantidades crecientes es el coque de aguja. El nombre de coque de aguja deriva de su estructura cristalina elongada. El coque de aguja se produce a partir de materias primas altamente aromáticas cuando la unidad de coquización opera a presiones elevadas (7 kg_f/cm² man) y razones de reciclado altas. El coque de aguja es preferible al coque esponjoso en su utilización para la fabricación de electrodos, debido a su menor resistividad eléctrica y a su menor coeficiente de dilatación.

OPERACIÓN

Tal como se indicó en el párrafo que describe la eliminación de coque, los tambores de coque se llenan y se vacían durante un ciclo de tiempo. El fraccionamiento opera continuamente. Normalmente dos son los tambores de coque que se instalan, pero no son raras las unidades que poseen cuatro tambores. La siguiente relación de tiempos es característica.

| Operación | Horas |
|---------------------------------------|--------------|
| Operación de coquización | 24 |
| Cambio de tambor e inyección de vapor | 3 |
| Enfriado | 3 |
| Drenaje | 2 |
| Inversión y extracción del coque | 5 |
| Posición normal y pruebas | 2 |
| Calentamiento | 7 |
| Tiempo muerto | 2 |
| Total: | 48 |

Las principales variables independientes de operación en la coquización retardada son la temperatura de salida del horno, la presión de la columna de fraccionamiento, la temperatura de los vapores que alcanzan el plato de extracción del gas oil, y el contenido en carbón "libre" del alimento determinado mediante el ensayo de carbón Conradson. Como era de esperar, las temperaturas altas de salida del horno incrementan las temperaturas de coquización y de craqueo, incrementando consiguientemente los rendimientos de gas, nafta y coque y disminuyendo el rendimiento en gas oil. Un incremento en la presión en la columna de fraccionamiento produce el mismo efecto que un incremento en la temperatura de salida del horno. Esto es debido al hecho de que se condensa más reciclado en la columna de fraccionamiento y se devuelve al horno y a los tambores de coque. La temperatura de los vapores que alcanzan el plato de extracción de gas oil se controla para obtener el deseado punto final del gas oil. Si se incrementa esta temperatura, se extraerán más pesados en el gas oil dejando menos materias para el reciclado. De este modo, el rendimiento en gas oil aumenta y los rendimientos en gas, nafta y coque disminuyen. De un incremento en el contenido en carbón Conradson del alimento, resultan incrementados los rendimientos de coque, gas y nafta, y reducido el rendimiento en gas oil. Las materias de alto punto de ebullición en los vapores condensados del tambor de coque de la base de la columna de fraccionamiento se denominan reciclado. Se establece frecuentemente que un aumento en el reciclado aumenta la reacción de craqueo, resultando por consiguiente una mayor producción de gas, nafta y coque y una menor de gas oil. Lo antedicho es cierto; sin embargo falla un poco debido a que la cantidad de reciclado no es una variable independiente. Para un alimento dado la cantidad de reciclado se determina por la presión de la columna de fraccionamiento y por la temperatura de los vapores que alcanzan el plato de extracción del gas oil.