

1/26

Química Industrial I

Capitulo II.- Refinación del Petróleo. Proceso de Craqueo Catalítico. Continuación.

2/26

5. Craqueo Catalítico

1. Introducción
2. Tipos de Craqueo Catalítico
 - ✓ Lecho fluidizado
 - ✓ Lecho móvil
3. Reacciones
4. Mecanismo de reacción
5. Catalizadores
6. Proceso
7. Variables del Proceso
8. Plantas industriales

3/26

5. Craqueo Catalítico

1. Introducción

- ✓ El proceso mas importante para la conversión a gasolina.
- ✓ Lecho móvil o fluidizado
- ✓ Catalizadores semejante pero diferente configuración física
- ✓ Se produce coque.
- ✓ Regeneración del catalizador
- ✓ Reacción de craqueo endotérmica, regeneración exotérmica.

4/26

5. Craqueo Catalítico

2. Tipos de craqueo catalítico

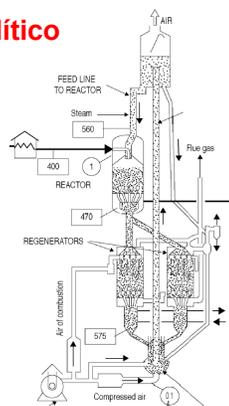
- ✓ Lecho Móvil:
 - Thermafor Catalytic Cracking (TCC) es representativo de estas unidades.
 - Catalizador en forma de esferas o cilindros con diámetros entre 1/8 y 1/4 de pulgada.
- ✓ Lecho fluidizado:
 - Fluid Catalytic Cracker (FCC) es representativo de estas unidades
 - Catalizador en partículas de alrededor de 50 micras

5/26

5. Craqueo Catalítico

Lecho Móvil:

- ✓ Lecho sólido
- ✓ Lecho continuo
- ✓ Masa compacta

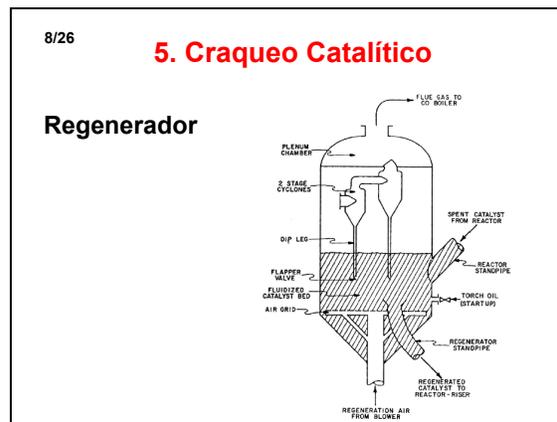
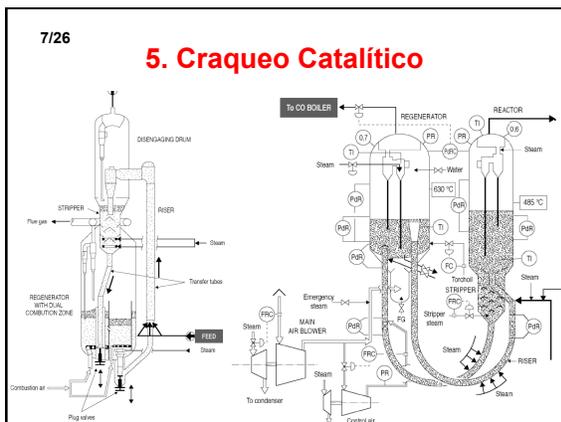


6/26

5. Craqueo Catalítico

Lecho Fluidizado:

- ✓ Muchos diseños
 - ESSO
 - RISER
 - UOP
 - KELLOGG



9/26

5. Craqueo Catalítico

3. Reacciones de Craqueo

- ✓ **Primarias:**
 - Parafina → parafina + olefina
 - Alquil nafteno → nafteno + olefina
 - Alquil aromático → aromático + olefina
- ✓ **Secundarias:**
 - Polimerización de olefinas

10/26

5. Craqueo Catalítico

3. Reacciones de Craqueo

- ✓ **Craqueo de parafinas**
 - Producción alta de C₃ y C₄ en gases
 - Isomerización hacia estructuras ramificadas
 - Formación de aromáticos por reacción secundaria de olefinas
- ✓ **Craqueo de olefinas**
 - Isomerización, polimerización, saturación, aromatización y formación de coque
 - La isomerización por saturación y aromatización ayudan a aumentar octanaje

11/26

5. Craqueo Catalítico

3. Reacciones de Craqueo

- ✓ **Craqueo Naftenos**
 - Deshidrogenación a aromáticos.
 - Alta deshidrogenación de naftenos C₉ y mayores (aumentan octanaje)
- ✓ **Craqueo de Aromáticos**
 - Con grupos alquilo de menos de 3 carbonos: no son muy reactivos.
 - Ruptura de cadenas laterales sin romper el anillo.

12/26

5. Craqueo Catalítico

4. Mecanismo de reacción

- **Etapa 1: Iniciación. Craqueo térmico suave**

$$nC_8H_{18} \rightarrow CH_4 + R-CH=CH_2$$
- **Etapa 2: Transferencia de un protón**

$$R-CH=CH_2 + H_2O + \left[\begin{array}{c} O \\ | \\ A-O-Si \\ | \\ O \end{array} \right] \rightarrow R-\overset{+}{C}H-CH_3 + [HO-Al-O-Si]^-$$
- **Etapa 3: Escisión beta**

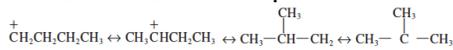
$$R-\overset{+}{C}H-CH_3 \rightarrow CH_3CH_2=CH_2 + \overset{+}{C}H_2CH_2CH_2CH_3$$

13/26

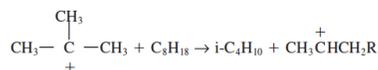
5. Craqueo Catalítico

4. Mecanismo de reacción

- Etapa 4: Reordenamiento hacia una estructura mas estable:
terciario > secundario > primario



- Etapa 5: Transferencia del ión hidrógeno

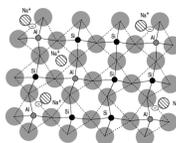


14/26

5. Craqueo Catalítico

5. Catalizadores

- Se pueden dividir
 - Aluminosilicatos naturales tratados con acido
 - Combinaciones de alumina-silicio sintéticas amorfas.
 - Catalizadores de alumina-silicio sintéticos cristalinos (zeolitas o tamices moleculares)



	Amorphous	Zeolite
Coke, wt%	4	4
Conversion, vol%	55	65
C ₃ + gasoline, vol%	38	51
C ₁ - gas, wt%	7	6
C ₄ 's, vol%	17	16

15/26

5. Craqueo Catalítico

✓ Ventajas de las zeolitas:

- Actividad mas alta
- Rendimientos a gasolinas mayores para una misma conversión
- Producción de gasolinas con mayor porcentaje de parafinas y aromáticos
- Menor producción de coque
- Mayor producción de isobutano
- Conversiones mas altas sin craqueo excesivo
- Tiempos de residencia cortos

16/26

5. Craqueo Catalítico

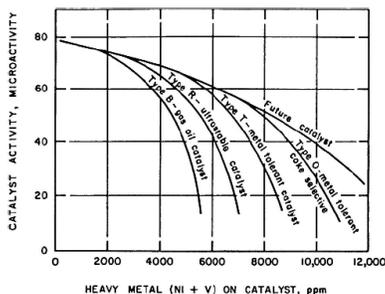
5. Catalizadores

- Venenos: nitrógeno básico, hierro, níquel, vanadio y cobre.
- El nitrógeno reacciona con los centros ácidos
- Los metales se depositan sobre la superficie
- Los metales se acumulan
- Los metales aumentan la formación de coque
- Los metales disminuyen la cantidad de coque eliminado en regeneración

17/26

5. Craqueo Catalítico

• Actividad del catalizador vs rendimiento



18/26

5. Craqueo Catalítico

6. Proceso

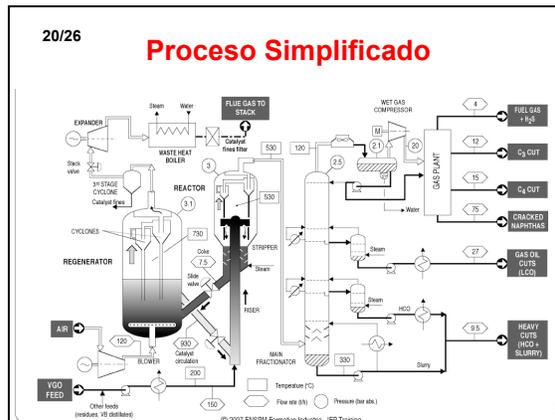
- La alimentación se pone en contacto con el catalizador.
- El catalizador se va desactivando con el avance de la reacción
- Separación mecánica de los vapores y catalizador mediante ciclones.
- Agotamiento de hidrocarburo mediante inyección de vapor.
- Separación de los productos en torre fraccionadora

19/26

5. Craqueo Catalítico

6. Proceso

- ✓ Regeneración mediante combustión con aire.
- ✓ Las temperaturas en regenerador son controladas con control de flujo de aire.
- ✓ Temperaturas medias del reactor entre 450 – 510 °C
- ✓ Temperaturas medias de la alimentación entre 315 – 450 °C
- ✓ Temperaturas medias salida del regenerador entre 590 – 690 °C

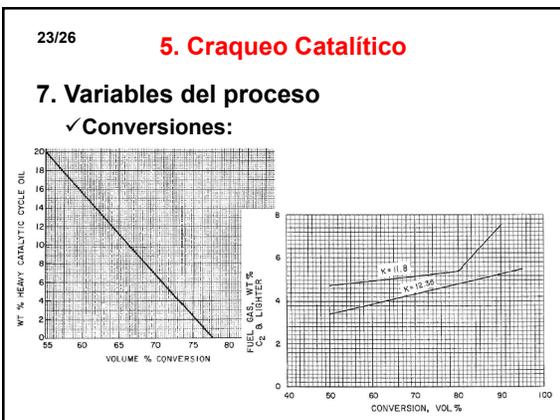
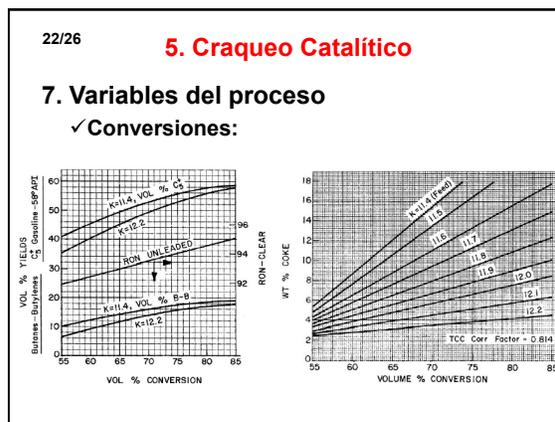


21/26

5. Craqueo Catalítico

7. Variables del proceso

- ✓ Aumentan la conversión:
 - Incrementando la temperatura de reacción
 - Incrementando relación catalizador/aceite
 - Incrementando la actividad del catalizador
 - Disminuyendo velocidad espacial
- ✓ Un aumento en conversión no implica aumento a gasolina
- ✓ Presiones: 15 – 20 psig
- ✓ Si aumenta presión, aumenta producción de coque y grado de saturación de la gasolina pero disminuye octanaje.



25/26

5. Craqueo Catalítico

8. Plantas industriales



26/26

5. Craqueo Catalítico

8. Plantas industriales

