

ESTABILIZACIÓN DE LA PRESIÓN DIFERENCIAL EN REACTOR C-1101 DE LA UNIDAD DE HIDROTRATAMIENTO DE NAFTA DE COQUE

Nicolás Cavagnaro, Aníbal José.

YPF S.A.; Complejo Industrial La Plata. nicolas.cavagnaro@ypf.com; anibal.jose@ypf.com.

Tabla de contenidos

Sinopsis	2
Introducción	3
Desarrollo	4
Conclusiones	7
Bibliografía	9
Curriculum vitae	9

Sinopsis

En la unidad de Hidrotratamiento de Naftas de Coque “HTNC”, perteneciente al Complejo Industrial La Plata de YPF, se implementó la dosificación de químicos en la nafta de alimentación a la planta para estabilizar el incremento de presión diferencial en el primer reactor C-1101 y de esta manera prolongar el tiempo entre paradas de la unidad; históricamente de un año a causa del taponamiento del mencionado reactor con carbón y gomas.

Normalmente, la presión diferencial en el reactor C-1011 es el cuello de botella que determina la parada de la unidad. Al aumentar dicha variable, la presión a vencer es mayor por lo que se incrementan las presiones de descarga de la bomba de alimentación de nafta J-1101 y del compresor de aporte de hidrógeno JC-1101 a sus límites operativos debiéndose sacar de servicio la unidad, abrir el reactor y realizar un skimming o tamizado del catalizador.

Mediante la dosificación de un químico dispersante y reforzando la dosis de inyección de antioxidante en la nafta de alimentación se consiguió reducir la velocidad de incremento de presión diferencial. De esta manera, no hubo necesidad de intervenir el reactor en el período analizado entre septiembre del 2012 (comienzo del tratamiento) y mayo del 2014.

El beneficio económico por no parar la unidad de HTNC en el año 2013 para realizar exclusivamente skimming o tamizado de catalizador fue de 946.345 UDS.

Desde el punto de vista de seguridad, la tarea de intervención de reactores de hidrotratamiento posee riesgos de consideración. Por lo tanto, reducir la frecuencia de skimming o tamizados de catalizador reduce también la frecuencia de apertura del reactor y la probabilidad de exposición a los riesgos asociados a esta tarea (trabajos en espacio confinado, atmósfera inerte, operaciones de izado, trabajos en altura, trabajo con material sólido inflamable, entre otras).

Introducción

La unidad de HTNC posee dos reactores de hidrogenación en serie C-1101 y C-1102 respectivamente. El primero se utiliza para hidrogenar las diolefinas y parte de las olefinas de la corriente de naftas y el segundo es el encargado de hidrogenar el resto de las olefinas, los compuestos de azufre y de nitrógeno.

Esta unidad históricamente sale de servicio una vez por año por delta P en el primer reactor C-1101 debiéndose hacer un skimming o tamizado del catalizador. Normalmente este es el cuello de botella que determina la parada de la unidad, al aumentar el delta P en el reactor, la presión a vencer es mayor por lo que se incrementan las presiones de descarga de la bomba de alimentación J-1101 y el compresor de aporte JC-1101 a sus límites operativos.

En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo simplificado de la unidad:

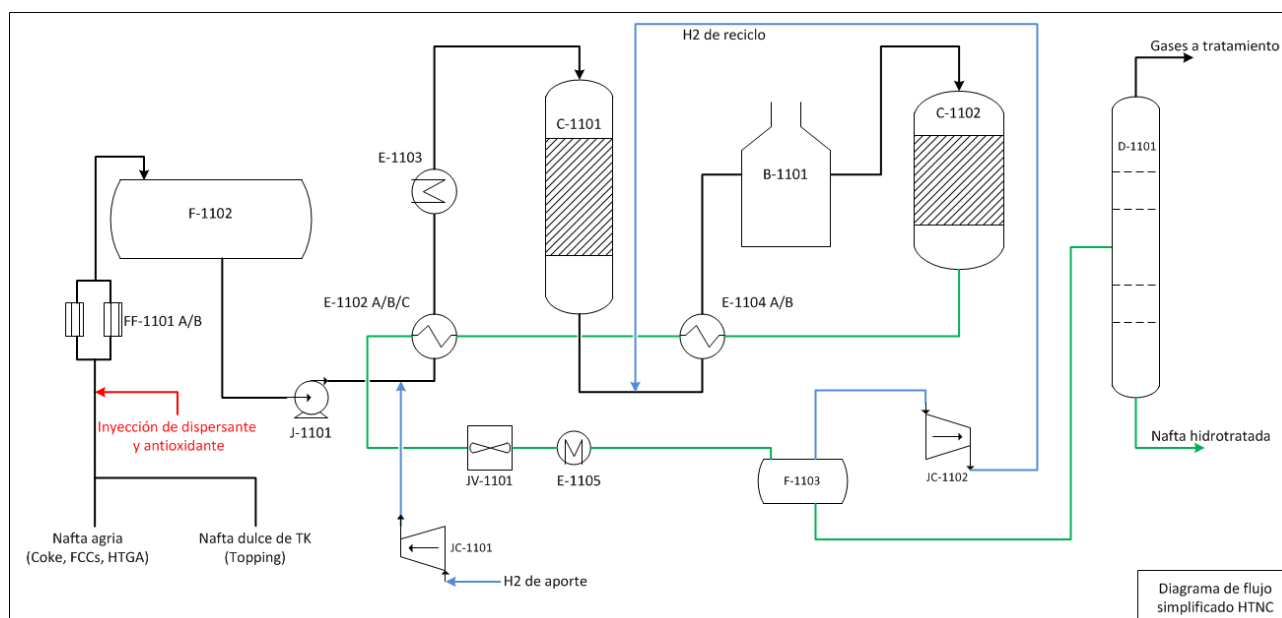


Figura 1: Diagrama de flujo simplificado de la unidad de HTNC.

Desarrollo

Estudio técnico

El delta P en los reactores de hidrotratamiento se genera mayormente por deposición de carbón en la parte superior de los mismos.

Analizadas las posibles causas de esta acumulación de carbón, se plantearon las siguientes posibilidades:

- 1- Deposición de coke que llega en la forma de partículas en suspensión. Este carbón puede provenir con la nafta desde unidades aguas arriba, principalmente la nafta de coke. Si bien existe un filtro de arena, no impediría el paso de partículas pequeñas.
- 2- Deposición de coke generado in situ por polimerización de aromáticos polinucleares (PNA) que llegan principalmente con la nafta de coke.

Es conocida la tendencia de este tipo de compuestos (PNA) a polimerizar y formar coke con facilidad. Si bien las naftas de cracking catalítico también los poseen, el hecho de que tengan un fraccionamiento previo permite descartar este origen en ese sentido.

- 3- Depósito a partir de la coquización in situ de gomas formadas a partir de diolefinas conjugadas. Las gomas son polímeros que se originan en cargas preferentemente olefínicas a temperaturas superiores a los 140°C. Generalmente los radicales libres como el oxígeno, vía radical peróxido son los iniciadores de las reacciones de polimerización donde pueden intervenir olefinas y diolefinas conjugadas, principalmente estas últimas.



Figura 2: Carbón en el catalizador del reactor C-1101 en skimming Agosto del 2011

De hecho, las diolefinas conjugadas pueden formar gomas aún a temperatura ambiente, y se acelera el proceso en las condiciones del primer reactor de hidrotratamiento, que opera a 180 °C. Así, parte de las gomas se forman ya en la tubería de entrada y en los intercambiadores de calor que precalientan la carga al primer reactor de hidrotratamiento, y continúan en la primera porción del lecho catalítico.

Todas las causas mencionadas, y especialmente las últimas dos, tienen alta probabilidad de ocurrencia en nuestro sistema de HTN, por lo que se vio la posibilidad de atacar el problema por dos vías: reducir al máximo la cantidad de oxígeno a través de supresores comerciales, y dosificar un dispersante comercial para minimizar el apelmazamiento de polímeros en el lecho catalítico.

Así, dada la elevada frecuencia de parada de la unidad por delta P límite del reactor C-1101 (una vez por año) se decidió realizar una prueba de adición de químicos con el objetivo prolongar lo más posible el ciclo de operación de la unidad de hidrotratamiento de naftas.

Se tomaron las siguientes acciones junto con la empresa proveedora de químicos de la Refinería para atacar problemas de este tipo:

- Se reforzó la dosis de **antioxidante** que se inyecta en la carga de nafta combinada a la unidad:
Normalmente se usan compuestos del tipo PDA (fenil di amina) o Fenólicos. Los antioxidantes suprimen las reacciones de iniciación de polimerización, interceptan la etapa de propagación reaccionando con los radicales y peróxidos formados.
- Se incorporó la dosificación de un **dispersante** en la unidad: El objetivo de este químico es mantener en suspensión los elementos orgánicos e inorgánicos que pudieran depositarse por aglomeración de los mismos.

Estas sustancias se conocen como dispersantes, actúan modificando las propiedades superficiales de las impurezas (orgánicas e inorgánicas).

Retardan la cristalización y polimerización (físicamente, no químicamente), manteniendo las partículas finamente divididas y en suspensión, evitando su aglomeración. Se basan principalmente en compuestos que poseen una parte polar y otra soluble.

La dosificación de mayor caudal de antioxidante y la inclusión del dispersante se llevó a cabo luego del tamizado del primer reactor C-1101 y el cambio de catalizador del segundo reactor C-1102 en septiembre del 2012. La evolución de delta P desde la fecha mencionada a la actualidad en el primer reactor se muestra en el gráfico 1, se observa que el mismo se ha estabilizado en valores entre 0,4-1,2 kg/cm² siendo la velocidad de incremento del delta P considerablemente menor a la histórica.

Como consecuencia de estabilizar esta variable, en el año 2013 no fue necesaria la apertura del reactor para destaparlo mediante skimming o tamizado por lo tanto no fue necesaria la parada de la unidad para tal fin, como sí lo era cada año.

Cabe mencionar que HTNC paró en 2013 pero fue porque se paró la unidad de Platforming (unidad aguas abajo) para la regeneración del catalizador de reformado, además de otros días fuera de servicio debido a problemas generales de la refinería (cortes de electricidad, inundación del mes de abril, etc.).

Durante el período entre septiembre del 2012 a marzo del 2014 se observa una mayor velocidad de incremento de delta P en C-1102 que el ciclo anterior, no obstante los valores no llegan a ser elevados como para sacar de servicio la unidad.

En conclusión, se estima a futuro que en lugar de parar una vez por año por delta P en el primer reactor, se parará cada dos años por delta P en el primer o segundo reactor.

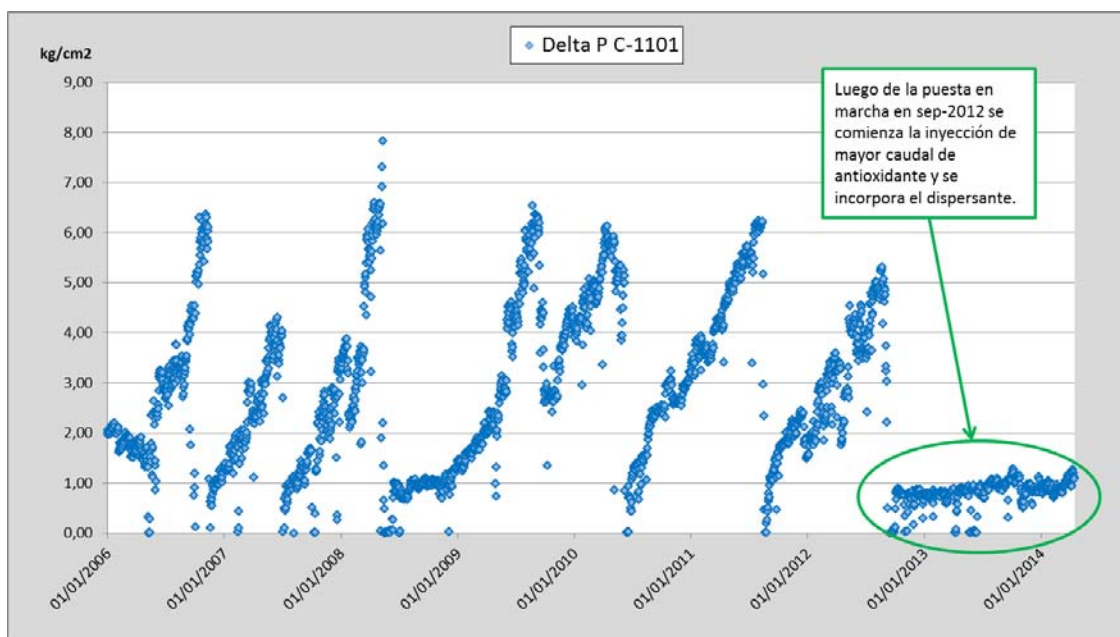


Gráfico 1: Evolución de delta P en reactor C-1101 desde el año 2006.

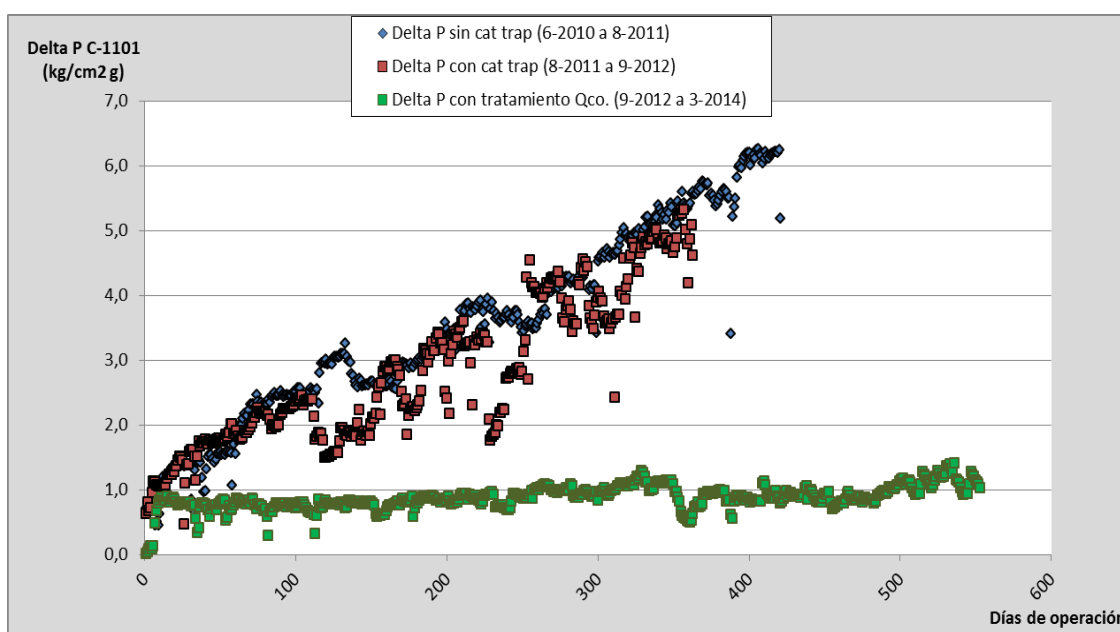


Gráfico 2: Comparación de delta P del C-1101 en los tres últimos ciclos.

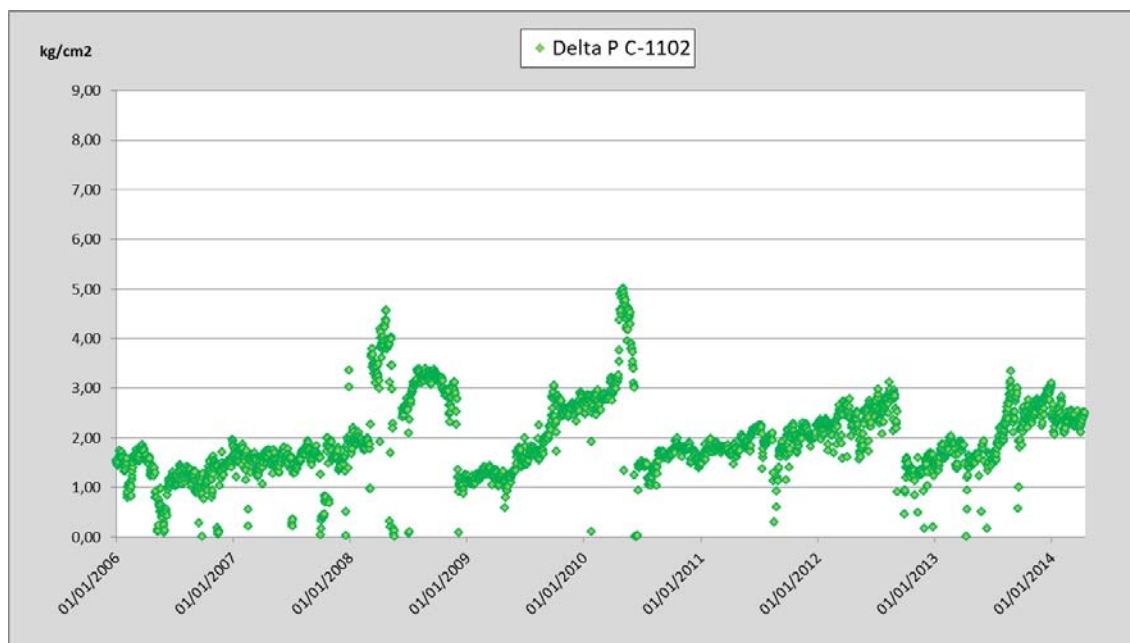


Gráfico 3: Evolución de delta P en reactor C-1102 desde el año 2006.

Beneficio económico

Con esta implementación y evidenciándose la disminución de velocidad de aumento de delta P en el primer reactor C-1101, el margen anual por cada año que no se pare la unidad para intervenir el sistema de reacción es de 946.345 UDS.

Respecto al escenario histórico, en 2013 se percibieron ahorros ya que no se realizó skimming/tamizado en los reactores y no se paró la planta durante 5 días para realizar esta tarea, mientras que se tiene un costo por el consumo extra de antioxidante y por consumo de dispersante.

Conclusiones

- Mediante la dosificación de un químico dispersante y reforzando la dosis de inyección de antioxidante en la nafta de alimentación a la unidad de HTNC se consiguió reducir la velocidad de incremento de delta P en el primer reactor C-1101, siendo esta la principal causa de salida de servicio de la unidad cada año para realizar tareas de skimming o tamizado del catalizador.
- Teniendo como experiencia la performance del sistema de reacción en el año 2013 en cuanto a evolución de la pérdida de carga en los reactores se estima que en lugar de una parada por año para intervenir el sistema de reacción se reducirá la frecuencia de parada de la unidad a la mitad para tal propósito, es decir, una vez cada dos años. Este estudio se limita a la unidad de HTNC según fue diseñada, si la planta sale de servicio por cambio por paros en unidades aguas arriba y/o aguas abajo, si existen modificaciones futuras en la unidad (revamp para procesar mayor caudal de nafta, cambio

de tecnología del catalizador, procesamiento de mayor porcentaje de naftas craqueadas, etc.) no está contemplado.

- Respecto al escenario histórico, el beneficio económico por cada año que no se para HTNC para realizar exclusivamente skimming o tamizado es de aproximadamente 946.345 UDS.
- Desde el punto de vista de seguridad, la tarea de intervención de reactores de hidrotratamiento posee riesgos de consideración. Por lo tanto, reducir la frecuencia de skimming o tamizados de catalizador reduce a la mitad la apertura de reactores y la probabilidad de exposición a los riesgos asociados a esta tarea (trabajos en espacio confinado, atmósfera inerte, operaciones de izado, trabajos en altura, trabajo con material sólido inflamable, entre otras).



Figura 3: Intervención de C-1101 y C-1102. Operaciones de izado y trabajo en altura.

Bibliografía

1. Programa integral de control de ensuciamiento. Nalco.
2. “Effect of mono-olefins and diolefins on the stability of automotive gasoline”. Pereira Rita C. C.; Pasa Vanya M. D.
3. “Formation of gum and deposits in an oxygenated naphtha stream”. Yonghua Li, Paul Watkinson, Patricio Herrera, Feridoun Fahiminia, Morgan James.

Curriculum vitae

Nicolás C. Cavagnaro.

Ingeniero Químico Universidad Tecnológica Nacional.

Ingeniero de Procesos YPF SA.

Aníbal Jose.

Licenciado Químico Universidad Nacional La Plata.

Coordinador de Procesos YPF SA.