

Un análisis sobre el incremento de crudos “de oportunidad” y cómo optimizar su utilización en la planta.

Automatización para el procesamiento de crudos aprovechables

Por *Ing. Marcelo Carugo* y *Ing. Tim Olsen*
(Emerson Process Management)



asegurarse de que estos importantes diagnósticos no queden sin uso.

Aunque tanto el diseño como la configuración de la unidad de proceso son predeterminados, la refinería cuenta con flexibilidad de la selección del catalizador y de los crudos por procesar. Aunque el catalizador seleccionado no se cambia hasta la siguiente parada de la planta, existen opciones de cambiarlo, dependiendo de las provisiones, la calidad y el rendimiento esperado del crudo. Con respecto a la selección del crudo, la mayoría de las refinerías procesan varios tipos de crudos según su disponibilidad, el precio e idoneidad para procesarlos con la configuración de la refinería.

Por ejemplo, una refinería que no esté diseñada para procesar crudo pesado y ácido tenderá a usar muy poco o nada del crudo que cuente con esas características. Las refinerías de la costa generalmente tienen más acceso a crudos aprovechables y pueden procesar 50 o más crudos diferentes en un año. Debido a que los crudos pueden variar mucho en sus propiedades (Figura 1), las refinerías tratan de ajustar la composición del crudo a su configuración, mezclando dos o más tipos de crudo. Complicando aún más las posibilidades, muchas veces las refinerías no tienen experiencia en el procesamiento de los crudos que adquieren.

Entre las dificultades principales en el proceso de refinación de crudos aprovechables se encuentran la mezcla de crudos para ajustarla a la configuración y a las capacidades de proceso de la refinería, las anomalías durante el intercambio de crudos, la suciedad y el ensuciamiento acelerado por incompatibilidad de mezclas, la corrosión y el balanceo de electricidad en los intercambiadores de precalentamiento del crudo, los problemas relacionados con el H_2S del petróleo compacto (tratado con barredores H_2S a base de aminas), las ceras de parafina, los sólidos filtrables, la variabilidad en gravedad API y el rendimiento de catalizadores expuestos a mayores niveles de calcio y hierro.

Mezcla de crudos y variabilidad de gravedad API

Si se cuenta con numerosas provisiones de crudo para seleccionar y con la gravedad API variable, la refinería necesita asegurarse de que los tanques

de crudo tengan métodos modernos de medición que puedan medir con precisión los niveles del tanque cuando la gravedad del crudo varía considerablemente. Asimismo, en conformidad con la API 2350, un segundo nivel de medición es necesario para evitar que se rebalse el tanque.

Cuando se mezcla crudo, una opción más coherente es contar con medidores máxicos Coriolis para medir y controlar la proporción de la mezcla. Las mediciones en volumen no brindan la mezcla deseada a menos que las pruebas de laboratorio se tomen de manera oportuna para compensar la variabilidad en la gravedad del crudo (Figura 2).

La seguridad en el patio de tanques

El petróleo compacto, también llamado petróleo compacto liviano, es un crudo de esquistos contenido por formaciones de poca permeabilidad (es decir, capacidad de fluido, por ejemplo del petróleo o gas, para atravesar la formación rocosa). A pesar de que el petróleo compacto se considera dulce (por contener bajos niveles de sulfuro), el H_2S necesita tratarse durante el transporte y la descarga. Aunque se agregan barredores a base de amina H_2S para mitigar riesgos de seguridad, el crudo proveniente de *North Dakota Bakken*, por ejemplo, puede cargarse en invierno en condiciones seguras, transportándolo en vagones de tren a un clima más cálido. La mezcla que produce el movimiento del tren junto con el cambio de temperatura puede producir mayor presión de vapor y liberación de H_2S , haciendo que la descarga sea potencialmente peligrosa. El monitoreo de sulfuro de hidrógeno durante la carga y descarga debería estandarizarse para el proceso de petróleo compacto.

Suciedad y ensuciamiento acelerado

En una refinería, el diseño original y la configuración de las unidades de proceso siempre han manejado un tipo específico o rango de crudos. Con el paso de los años, esos crudos en particular pueden no estar disponibles o presentar precios competitivos en comparación con otros. Para la mayoría de las refinerías, la solu-

La industria de refinería ha cambiado considerablemente durante los últimos años, debido al vasto suministro de crudos aprovechables disponibles. Los crudos aprovechables han existido por años, pero su abundancia nunca fue tomada con seriedad por las refinerías hasta hace muy poco tiempo.

El uso de crudos aprovechables presenta nuevos retos de proceso, los cuales se pretenden solventar con los avances en la tecnología de automatización.

La automatización inteligente, que está equipada con sistemas de diagnóstico avanzado, alertan en caso de que el instrumento no funcione adecuadamente. La clave reside en

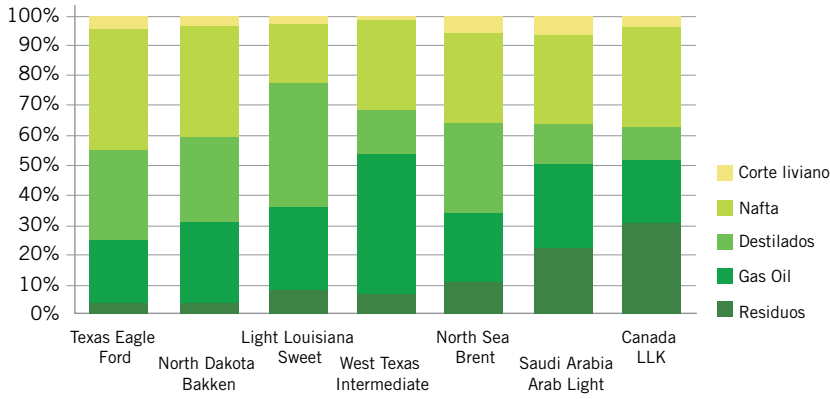


Figura 1. Los distintos cortes presentan diferentes propiedades.

ción es mezclar dos o más crudos y así obtener las propiedades deseadas que se ajusten a las funcionalidades de la refinería. Lamentablemente, las incompatibilidades pueden ocurrir si la refinería no tiene experiencia con mezclas de crudo.

Cuando los crudos no son compatibles se produce ensuciamiento acelerado en el tren de intercambio de calor de la unidad pre-calentadora de crudo, debido a la precipitación de asfalteno. El ensuciamiento acelerado puede aumentar el gasto de electricidad en el calentador de la unidad de crudo, limitar el rendimiento cuando las funciones del calentador se reducen o apagarlo con mas frecuencia para realizar mantenimiento. Todos estos factores afectan negativamente la rentabilidad de la refinería. El monitoreo tradicional del intercambiador de calor brinda datos limitados y no siempre detecta las mezclas de crudo incompatibles, por lo que las condiciones de ensuciamiento acelerado se pueden repetir más adelante en el proceso. Las refinerías que procesan muchos crudos han reconocido que la medición de temperaturas y presión adicionales en los intercambiadores de calor, junto con los programas de predicción analítica pueden detectar el ensuciamiento acelerado y determinar cuándo un paquete de intercambiadores de calor debe limpiarse. El *Wireless HART* ofrece una solución sencilla y económica al añadir sensores para un monitoreo y análisis más completos.

Si se detecta ensuciamiento acelerado, la refinería puede observar la mezcla actual de crudo y realizar procedimientos para evitar que se repita ese coeficiente específico de mezcla. Se debe destacar que el porcentaje de mezcla influenciará las incompatibilidades de crudo. Por ejemplo, una mezcla 80-20 con un 20% de óleo compacto pue-

de no ser suficiente para que se produzca ensuciamiento acelerado, mientras que una mezcla 70-30 puede resultar inestable y acelerar el ensuciamiento.

Monitoreo de corrosión y nivel de desalinización

Recientemente, las refinerías han invertido más en monitoreo de corrosión, ya que utilizan un mayor número de crudos aprovechables, de los cuales algunos contienen altos niveles de TAN por sus siglas en inglés *total acid number* (aunque intentan mezclarlos y mantener el TAN dentro de los límites de diseño de la unidad de proceso). El monitoreo típico tradicional se hace por medio de cupones de

corrosión e inspecciones durante las paradas de la planta.

Para la corrosión acuosa del sistema de recargo de la unidad de crudo, las refinerías están instalando sensores de pH para monitorear el agua de lavado circulante y sistemas de monitoreo de corrosión que están en contacto con los fluidos de proceso. Para la corrosión por ácido nafténico en las áreas calientes, particularmente en los ductos que van de los calentadores de crudo y de vacío a las columnas de vacío y crudo, respectivamente, las refinerías están instalando soluciones de detección no intrusivos en los ductos de proceso. Asimismo, las mejoras en la detección de los niveles de emulsión en el desalinizador permiten evitar la contaminación de las unidades de drenaje con solución de salmuera.

Si la refinería usa petróleo compacto, los desechos de cera y sólidos filtrables que alcanzan hasta 90,7 kilogramos vienen incluidos en el crudo y son usualmente tratados con químicos para eliminarlos del desalinizador. Como se espera que el desalinizador realice más funciones, esos químicos y sólidos adicionales dificultan la detección de la emulsión que separa el agua y el aceite en el desalinizador. La medición de radar de onda es la solución que permite que no se contaminen las unidades de drenaje con solución de salmuera.

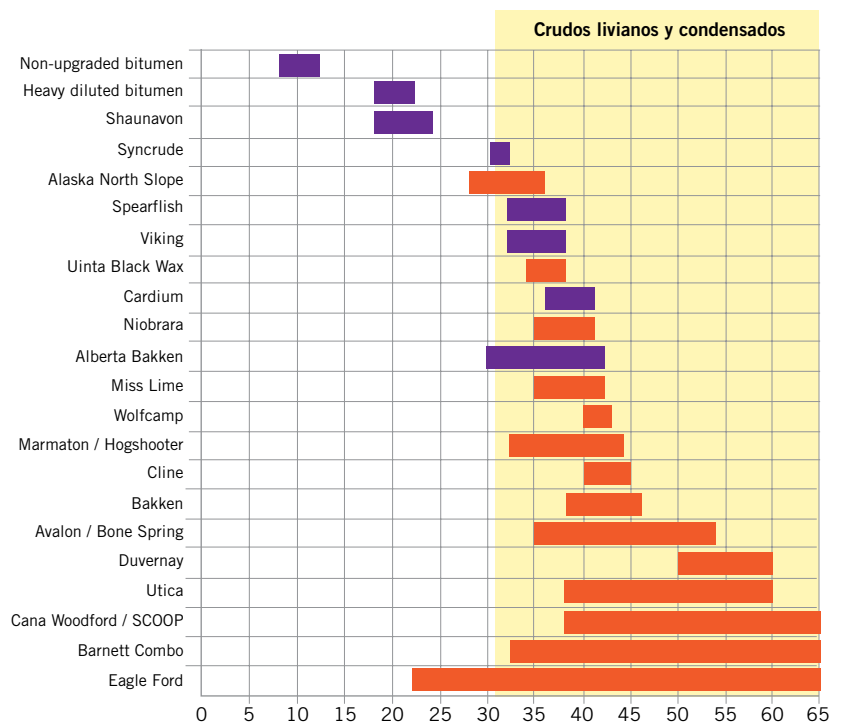


Figura 2. Variación de la gravedad API en distintos crudos.

Optimización y seguridad del calentador

El calentador de la unidad de crudo antes del ingreso al fraccionador es el principal usuario de combustible de gas/gas natural. Como se indicó antes, la suciedad en el intercambiador de calor puede aumentar la demanda de operatividad del calentador, pero eso también lo puede causar operar el calentador con mucho aire. Todas las refinerías están conscientes de la importancia de operar con un uso de aire óptimo, pero muchas tienden a usar métodos tradicionales que requieren demasiado aire para mantener condiciones de operación seguras. La razón principal de ese comportamiento es la desconfianza con respecto a los índices de CO y O₂ del analizador de gas combustible. Como se mencionó en este artículo, los instrumentos inteligentes realizan diagnósticos para garantizar el uso apropiado de los instrumentos. Los diagnósticos en línea permiten a los operadores en la sala de control sentirse más cómodos operando el calentador con menos aire pero de forma segura.

En abril de 2011, API publicó un RP 556 para calentadores actualizado. Las prácticas nuevas recomendadas incluyen, desde 1997, un historial de avances en automatización de seguridad, procedimientos de diseño y prácticas de implementación (no incluido en el documento anterior). La revisión la realizó un comité conformado por expertos en instrumentación, control y calentadores; y a pesar de que las refinerías saben de su publicación, algunas quizá no hayan estudiado su contenido o no se hayan percatado de la problemática específica de los calentadores que usan en sus instalaciones.

Un ejemplo de las prácticas recomendadas en la actualización es controlar el caudal de gas combustible regulando la señal de presión en el cabezal del quemador o el caudal a través de la presión diferencial por placa de orificio. Cambiar la composición del gas combustible de la refinería cambiaría la cantidad de calor liberado en el calentador, ya sea con presión de cabezal u orificio dP constante. Por lo tanto, esta alteración de variar la composición del gas combustible no se corregiría por medio de los controles de proceso hasta que la temperatura de salida del calentador cambie. Sin embargo, como el índice calórico de las mezclas livianas de gas



se relacionan más estrechamente con el caudal másico de gas combustible que con el volumétrico, se recomienda regular el caudal másico que fluye al calentador para minimizar el impacto del proceso cuando ocurran los cambios de composición del gas; también se recomienda utilizar un medidor Coriolis para monitorear los niveles de caudal másico sin necesidad de compensación.

Por último, los controles de proceso avanzados (APC) en calentadores garantizan una operación segura y coherente durante todos los turnos de la planta, independientemente de los cambios de operador en la sala de control. La mayoría de las refinerías implementan el APC en calentadores y fraccionadores de drenaje.

Fraccionador atmosférico

A pesar de que las refinerías tratan de mitigar las irregularidades en los cambios del crudo al mantener propiedades similares en el mismo durante la mezcla, pueden presentarse condiciones que están fuera de su control. Por ejemplo, un cargamento de crudo puede atrasarse, lo que llevaría a usar existencias de crudo en la planta (y no un segundo crudo para mezclar, por ejemplo). Las refinerías que cuentan con el APC tienen la capacidad de mitigar las anomalías causadas por el cambio, mitigando el impacto en las unidades de drenaje. Para las instalaciones que no cuentan con un APC, los operadores en la sala de control pueden enfrentarse a dificultades durante todo su turno de trabajo, creando constantemente nuevas condiciones de operación para las diferentes propiedades del crudo, lo que implica un proceso de reinicio laborioso que impacta las unidades de drenaje por más tiempo.

Otra ventaja del APC en el fraccionador es la capacidad para maximizar ciertos empates de cotas cuando se

dan condiciones favorables en el mercado, siempre y cuando estén especificadas. Los sistemas automatizados actuales incluyen funcionalidades diferentes a las tradicionales, tales como los controles de proceso avanzados, el monitoreo estadístico, el control de dispositivos inteligentes y de la condición de los activos, entre otros. El operador en la sala de control debe preocuparse más por recibir información vital para la oportuna toma de decisiones que por las mediciones.

Capacitación

Como último punto, con la nueva automatización y notificación temprana del análisis predictivo, los operadores en la sala de control necesitan capacitación para trabajar con esta nueva metodología. Las nuevas alertas no deben causar confusión, sino promover acciones decisivas para mitigar anomalías o fallas totales en la operación. Las refinerías que están invirtiendo en esta tecnología deben asegurarse de que su personal sepa cómo usarla.

Consideraciones finales

Los crudos aprovechables pueden descartarse fácilmente y no tomarse en cuenta para su uso. Como sus propiedades pueden variar, los análisis tradicionales de crudo pueden no reflejar el crudo que se entrega a la refinería. Por esta razón, se necesitan mediciones adicionales, análisis predictivos y controles avanzados de proceso para manejar esas provisiones variables adecuadamente. La tecnología y las prácticas automatizadas de manejo de información están avanzando para enfrentar los nuevos retos que conllevan los suministros de crudos aprovechables. ■