

Descripción general del proceso eficiente de clarificación del aceite de palma y de sus condiciones de operación

Guillermo Bernal*

1. OBJETIVO

Separar el aceite de palma puro, de los otros componentes del líquido bruto proveniente de la extracción.

2. CONDICIONES DE OPERACION

La clarificación del aceite requiere de una operación muy eficiente y confiable para evitar, a toda costa, la pérdida del producto que se ha procurado extraer con los mayores rendimientos en las etapas anteriores del proceso. La clarificación se compone básicamente de:

a) Desarenamiento estático y taimizado del aceite bruto.

b) Recalentamiento previo y separación por decantación estática de los dos componentes principales del bruto: aceite puro y aguas lodosas.

c) Sedimentación estática del aceite clarificado.

d) Purificación del aceite por centrifugación.

e) Deshidratación y enfriamiento del aceite y luego bombeo a los tanques de almacenamiento.

f) Tratamiento centrífugo de las aguas lodosas para separación del aceite residual, mejorando el rendimiento de la instalación, por una parte y, además para separación de los sólidos en suspensión, reduciendo al máximo el impacto sobre la contaminación ambiental de la planta.

Los procesos, tanto de clarificación estática, como por centrifugación se basan en el hecho de que el aceite y el agua son inmiscibles y tienden a separarse en dos capas, de tal manera que el líquido de menor densidad,

o sea el aceite se va arriba. La centrifugación lo que hace es acelerar tal separación.

Una gota de aceite de volumen V dentro de las aguas lodosas asciende con una fuerza igual a $VxDw$, siendo Dw la gravedad específica de las aguas lodosas, pero dicha fuerza se contrarresta con el peso de la gota de aceite que es igual a VxD_o , siendo D_o la densidad del aceite, y además por la fricción (f) ejercida por el medio acuoso y cuya magnitud depende, a su vez, de la viscosidad de tal medio. Entonces la fuerza diferencial de ascensión (F_a) será:

$$F_a = VxDw - VxD_o - f = V(Dw - D_o) - f$$

La diferencia en la gravedad específica entre las aguas lodosas y el aceite es prácticamente constante dentro del rango de temperatura desde 40 a 100 grados C. Es decir que podemos tomar la diferencia $Dw - D_o$ como igual a 0.1 con la seguridad de que el error dentro del rango mencionado es prácticamente despreciable y entonces el valor de la fuerza de ascensión estará definido por:

$$F_a = 0.1 \times V - f$$

De la observación de la fórmula anterior podemos concluir varios puntos importantes sobre la operación de la clarificación del aceite:

- Entre mayor sea el tamaño de las gotas de aceite, mayor será su oportunidad de separarse rápidamente en el medio. Sin embargo, de todas maneras, el aceite bruto proveniente de la extracción contiene una cierta pequeña cantidad de aceite suspendido, en forma de pequeñísimas gotas de un tamaño del orden de 15 micrones o menos, que en la práctica no pueden ser separados y constituyen una pérdida permanente. Un incremento en la cantidad de estas pequeñas gotas ocurre bajo ciertas circunstancias, como por ejemplo cuando por un daño en la planta, el digestor continúa operando por largo tiempo, lleno de frutos, favoreciendo

* Gerente Palmallano.
I.P.I. Ltda. Ingeniería de Procesos Industriales Ltda.

el fraccionamiento y la dispersión del aceite en el agua: Lo mismo sucede cuando hay ebullición del aceite bruto o cuando por estar demasiado caliente el líquido en el tanque de aceite bruto, las bombas centrífugas (si han sido instalados equipos de este tipo) cavitan al bombear la clarificación.

-Entre mayor sea la viscosidad del medio acuoso, mayor será el coeficiente o grado de fricción que se opone a la separación del aceite. La viscosidad a su vez se afecta por varios factores, entre los cuales podemos mencionar principalmente: a) La temperatura del medio, la cual debe ser suficientemente alta para que la viscosidad sea baja. Durante la separación estática la temperatura no deberá ser inferior a 90°C, pero tampoco tan alta que se llegue al punto de ebullición del medio. Durante la separación no debe haber calefacción del medio, pues ello causa turbulencia sobre todo cerca de las tuberías de los serpentines de vapor, obstaculizando el ascenso tranquilo del aceite. La calefacción debe efectuarse antes de la separación, en el calentador previsto para tal objeto. El separador estático se encuentra previsto de serpentines de calefacción para ser usado únicamente al inicio de la operación de la planta, cuando el líquido se encuentra frío. Es por lo tanto, muy importante que el separador estático y los demás tanques de proceso de la clarificación se encuentren convenientemente aislados térmicamente, b) La concentración de sólidos en suspensión en el medio acuoso, llamados Sólidos No Aceitosos (SNA), es otro factor importante que influye sobre la viscosidad. En efecto, entre mayor sea esta concentración, mayor será la viscosidad del medio.

Entonces, para reducirla se hace necesario diluir en lo posible el aceite bruto proveniente de las prensas y ello se lleva a cabo a la descarga de las mismas, para ayudar además en la evacuación del líquido y también a la llegada a los tamices vibratorios filtrantes. La experiencia demuestra que la dilución del líquido bruto debe efectuarse hasta el punto de que la concentración de SNA se encuentre en el orden de 5-6 % en peso sobre la fase acuosa, a la cual corresponde aproximadamente una concentración volumétrica de 35% de aceite sobre el total del aceite bruto. Sin embargo, tal dilución no debe exagerarse hasta el grado de llegar a una concentración en peso de SNA del orden de 3-4 % porque en tal caso, la viscosidad del

medio se hace tan baja, que también ascienden en el medio con facilidad, ciertas materias mucilaginosas (gomas) que se encuentran en el líquido bruto formando una capa intermedia entre el aceite y el agua, llamada la tercera capa, que evita la separación posterior de las

dos fases principales, c) La temperatura del agua de dilución es también importante para obtener una buena separación de las fases. Independientemente del hecho de que el agua de dilución no suficientemente caliente disminuye la temperatura promedio del líquido bruto, se ha encontrado en la práctica, sin una explicación científica adecuada, que dicha agua incrementa el efecto negativo que producen sobre la

separación de las dos fases los almidones y pectinas que aparecen en el líquido descargado de las prensas y que provienen sobre todo de los frutos de cultivos jóvenes de la selección tenera (D x P).

3. EQUIPOS

Decantador estático de aceite

Antes de tamizar el aceite bruto éste pasa a través de un tanque vertical de sección elíptica provisto de dos fondos cónicos y cuyo objetivo es hacer una separación previa de arena y otras materias pesadas, las cuales se purgan por medio de unas válvulas colocadas en los fondos.

Tamices vibratorios

El aceite bruto que proviene de las prensas, diluido hasta cierto punto, pues allí se le ha agregado unos 180 -200 litros de agua por tonelada de racimos procesados, se pasa por los tamices filtrantes de tipo vibratorio equipados cada uno con una tela de acero inoxidable de unos 30 mesh, para retener la mayor parte de la materia fibrosa que éste trae. Para facilitar la operación se agrega, en el punto de alimentación, otra cantidad de agua hasta llegara la dilución requerida para obtener una buena separación estática posterior.

Además de los efectos en los procesos siguientes de la clarificación, el agua caliente adicionada en esta etapa es necesaria para disminuir al máximo la cantidad de residuos (ariche) separados en los tamices y también

*La temperatura del
agua de dilución es
importante para
obtener una buena
separación de las fases.*

el contenido de aceite en los mismos.

El aceite filtrado en los tamices se recoge en un tanque pulmón de proceso llamado de aceite bruto, provisto de calefacción al vapor de tipo indirecto cuyo objetivo es el sostenimiento de la temperatura en un nivel conveniente.

Bombas de aceite bruto

Para este propósito se puede utilizar prácticamente cualquier clase de bomba, aunque se preferiría bombas volumétricas de baja velocidad del tipo de tornillo rotatorio o de diafragma, con lo cual se evitaría al máximo la posibilidad de emulsificación del aceite. A pesar de esto, las bombas centrífugas son hoy en día comunmente utilizadas, por su bajo costo, pero deben ser de la menor velocidad posible y cuidar que la temperatura del aceite bruto no se eleve tanto que en las bombas ocurra cavitación y en consecuencia cierto grado de emulsificación. Es primordial, por otra parte, que el caudal de bombeo hacia la sección de clarificación sea continuo y que corresponda a la capacidad general de proceso de la fábrica y por tanto a la capacidad de diseño de los equipos, lo que conduce a una operación efectivamente eficiente de los mismos.

*El separador
funciona en
forma
continua y se
ajusta
automáticamente
al tipo de
alimentación.*

Recalentadores de Aceite

Con el fin de llevar la temperatura del aceite a los niveles necesarios para obtener una buena separación se emplean recalentadores del tipo de columna con inyección directa de vapor o del tipo de intercambiador tubular. Estos últimos son más seguros para evitar el exceso de turbulencia (que produce emulsificación), pero son también más sensibles a la falta de continuidad en el caudal de bombeo, produciéndose cuando hay poco o ningún flujo de aceite el efecto de la "cacerola de freír", es decir la aparición sobre la superficie de los tubos de una capa de aceite quemado que reduce o evita la transferencia de calor.

Separador estático de aceite

Este equipo de proceso es seguramente el corazón de la sección de clarificación, pues en efecto allí se realiza la separación principal de las dos fases básicas. De forma cuadrangular horizontal, más largo que ancho, troncopiramidales. Provisto de un colector de alimentación en el extremo anterior y de otro colector de descarga de

las aguas lodosas en el extremo posterior así como de un dispositivo de altura ajustable para la salida de aceite. El líquido bruto entra suavemente a través del colector de alimentación y durante el recorrido a lo largo del equipo el aceite va separándose del agua y de la mayor parte de los sólidos en suspensión que permanecen en el agua. El aceite, casi puro, sale por medio del dispositivo especial de altura ajustable que lo recoge en la parte más alta de la capa superior. Las aguas lodosas en cambio, se evacúan mediante un colector en el extremo final que las toma del fondo y las

conduce a un tanque pulmón para el desarenador, a través de una tubería de amplio diámetro. El nivel de descarga de las aguas lodosas está situado un poco más bajo que el nivel de descarga del aceite y esto es lógico debido a que aquellas son más pesadas que este último. Si el dispositivo de ajuste de la salida de aceite se coloca a un mayor nivel, la capa del mismo será más alta y ocurre lo contrario si el ajuste es hacia abajo. La cantidad de líquido bruto alimentado al sistema y el tamaño de la capa de aceite determinan el tiempo de retención del aceite en el separador estático. Cuando no haya alimentación de aceite bruto, no habrá descarga de aceite clarificado ni tampoco de aguas lodosas. Si la alimentación fuera únicamente de aceite, entonces la descarga sería

solamente de aceite y si fuera de aguas lodosas, la descarga sería solo de aguas lodosas. Es decir que el separador funciona en forma continua y se ajusta automáticamente al tipo de alimentación. Unas válvulas de drenaje están provistas en los fondos para evacuar arena y otros sedimentos, una o dos veces por día, dependiendo de la cantidad que traiga consigo la materia prima.

Equipo desarenador centrífugo

Las aguas lodosas que vienen del separador estático se reciben en un tanque pulmón alimentador de las bombas del desarenado y que dispone de inyección directa de vapor y de serpentines para calefacción. Las bombas del tipo centrífugo fabricados en materiales especiales resistentes al desgaste, se encuentran equipadas de variador de velocidad, el cual hay que ajustar para obtener un caudal entre 1 a 2 veces el flujo correspondiente a la capacidad de operación de la planta, con el fin de asegurar el paso de las aguas por lo menos una vez, a través de los ciclones desarenadores.

No sobra mencionar que el desarenador es necesario para reducir el desgaste que causan las aguas sobre la máquina de operación centrífuga del aceite residual en las aguas lodosas.

Centrífuga separadora de tres fases

En años recientes se ha extendido el uso de las centrífugas horizontales de tambor rotatorio llamadas "superdecanter" o simplemente "decanter" las cuales son máquinas que operan a altas velocidades (del orden de 8.000 - 9.000 rpm.), obteniendo con ellas la separación de dos o de tres fracciones componentes de las aguas lodosas salientes del separador estático así:

a) Una fracción aceitosa compuesta por aceite residual más agua y una fracción acuosa compuesta por agua más sólidos en suspensión, en el caso de las centrífugas de dos fases.

b) Una fracción aceitosa compuesta por aceite residual más agua, una fracción acuosa compuesta básicamente por agua y una tercera fracción integrada esencialmente por sólidos ligeramente húmedos, en el caso de las centrífugas de tres fases. La segunda clase de centrífugas mencionada tiene la ventaja, especialmente para las grandes instalaciones, de que separa los sólidos en suspensión, en su gran mayoría y con ello contribuye a evitar la contaminación ambiental.

Las máquinas centrífugas del tipo "decanter" son fabricadas en aceros inoxidable especiales, con piezas de desgaste en materiales muy resistentes a la abrasión.

Luego del proceso de las aguas lodosas a través de los "decanter" hay una cierta cantidad de aceite residual que permanece sobre todo en los sólidos y que se

pierde definitivamente, pues no es recuperable debido a que éste no se encuentra exclusivamente en forma de pequeñas gotas en suspensión, sino también adherido fuertemente a trocitos de las celdas oleaginosas originales y aún, contenido dentro de algunas de esas celdas que todavía permanecen intactas a pesar de todos los procesos anteriores. Además del lógico control que debe afectuarse en la operación de las máquinas es importante mantener un control estricto sobre la temperatura de las aguas de alimentación a las centrífugas pues de ella depende, en parte la eficiencia de la separación.

Centrifugas purificadoras de aceite

El aceite húmedo clarificado, proveniente del separador estático contiene cierta cantidad de impurezas y una humedad de hasta 0.5%. Por esta razón este aceite es pasado a través de las centrífugas llamadas purificadoras, en las cuales la humedad se reduce alrededor de 0.006 - 0.24 - 0.30 % y el contenido de impurezas alrededor de 0.006 - 0.012%. Estas centrífugas, del tipo de platos, verticales, de alta velocidad se fabrican para este efecto en aceros inoxidables.

Secadores de aceite

A la salida de las centrífugas purificadoras la humedad es aún muy alta para poder almacenar el aceite durante períodos largos (de varios meses) y por lo tanto se hace necesario un secamiento como el de tipo de vacío, mediante el cual la evaporación posible de la humedad se realiza a baja temperatura con poco o ningún riesgo de oxidación. La operación de este equipo se efectúa a una presión absoluta de aproximadamente 50 torr. (50 mm.Hg), con la ayuda de eyectores a vapor.

La humedad final del aceite después del secador a vacío es del orden de 0.08 - 0.10%.