

Experiencias en separación de mezclas líquidas usando campos eléctricos

Clarifying experiences of liquid mixtures in other industries

E. Ayuso; J.Luque; N.Zumaela ¹

RESUMEN

La aplicación de campos eléctricos a la separación de mezclas en donde la fase continua es aceite se viene aplicando a la industria del petróleo, bajo patente, desde hace unos noventa años. Recientes investigaciones han sido desarrolladas buscando simular las condiciones iniciales para las mezclas Agua/Aceite (W/O) para conocer los parámetros de operación y rendimientos de la electro - clarificación, algunos de cuyos resultados se exponen aquí y llegando inclusive determinar los parámetros de diseño de los electro -clarificadores o electro-desmulsificadores. De la misma manera son mencionadas, algunas aplicaciones, a nivel industrial, de esta tecnología de separación, mostrando su diversidad dentro de la industria de alimentos, tanto por las diferentes mezclas a las cuales se aplica, como por la rapidez y los buenos resultados obtenidos. La misma técnica de separación, con las correspondientes adaptaciones, puede ser utilizada para el tratamiento de aguas residuales, mejorando la calidad de sus efluentes y disminuyendo así la contaminación, haciendo de esta tecnología un campo atractivo de investigación para la industria de Aceite de Palma.

SUMMARY

The application of electric fields to the separation of mixtures, where the continuous phase is oil-based, has been applied in the petroleum industry, under patent, for about 90 years. Recent research has been developed seeking to simulate the initial conditions for the mixtures water/oil (W/O) to know the operation and yield parameters of electric clarifying. Some of those results are presented here, including even the parameters of design of the electric clarifiers or electric desmulsifiers. Some applications at industrial level of this separation technology are also mentioned, showing their diversity within the food industry, due to the different mixtures to which it is applied as well as for the quickness and good results obtained. The same separation technique, with the corresponding adaptations, can be used for the treatment of residual waters, improving the quality of the effluents and diminishing, in this way, pollution, turning this technology into an attractive research field for the oil palm industry.

Palabras claves: Clarificación, Técnicas, Procesos, Aceite de palma.

¹ Ingeniería de Producción Agroindustrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de La Sabana. Chía. Colombia.

INTRODUCCIÓN

Desde los comienzos del Siglo XX, la industria del petróleo comenzó a utilizar la acción de campos eléctricos para la separación de agua y solución salina del hidrocarburo, como un proceso, previo a cualquier otra operación, buscando prevenir la corrosión y deshidratar al máximo antes de entrar a destilaciones y craqueo, con las características de tener una separación rápida y eficiente. Los estudios que se hicieron condujeron a la patente de Cottrell y Speed en 1911, citados por Hill y Davis (1986), a la cual se refieren todavía hoy los investigadores y expertos de este tema. De ese entonces hasta ahora, los separadores electrostáticos, también llamados electrocoalescedores, han mantenido su vigencia e inclusive han dado paso a su aplicación en otras industrias, con un mayor y mejor conocimiento de los mecanismos físicoquímicos involucrados en la electroseparación, debidos a los desarrollos recientes en investigación y en la exploración en otras industrias.

NUEVAS APLICACIONES INDUSTRIALES

El problema de fondo para separar a escala industrial dos fases inmiscibles tiene que ver con dos aspectos fundamentales de la ingeniería: rapidez y costo; este último bien sea expresado como energía o como recurso financiero, dado que la separación se efectúa de manera espontánea al cabo de un cierto tiempo. Se podría pensar que sólo la industria del petróleo tendría la capacidad económica suficiente como para costear la implantación de una técnica de separación que a primera vista parece sofisticada y complicada como la electrostática; sin embargo, los equipos utilizados no sólo son de costo razonable, sino que proporcionan una rapidez tal que los hacen económicamente rentable y que, a pesar del paso del tiempo, como tecnología de separación ha demostrado seguir siendo eficiente y eficaz, disminuyendo tiempo de operación, bajo consumo de energía, equipos no costosos y dejando una cantidad de agua residual en el crudo muy baja. Además, la operación es sencilla y simple dentro de la línea de producción, con unos parámetros de funcionamiento muy

fáciles de controlar, como son los eléctricos (voltaje, amperaje, frecuencia de campo eléctrico, tiempo de aplicación, velocidad de fluido etc.), con la ayuda de la instrumentación electrónica disponible en la actualidad y que permite pensar en una posible automatización, una vez estandarizada la técnica.

Esta visión general ha llevado a plantearse la posibilidad de encontrar nuevas aplicaciones, en donde no sólo se busque optimizar una separación, sino estudiar si las fracciones que se obtienen por separado, tienen cada una de ellas un valor industrial y comercial que haga esta técnica aplicable a otras suspensiones y dispersiones con sustancias distintas de los hidrocarburos, el agua y sus soluciones salinas.

Por similitud a la industria del aceite de palma, ha sido la industria alimentaria la que ha comenzado a buscar nuevas aplicaciones como aparece reportado por García, en comunicación personal a los autores, en la revisión bibliográfica recientemente efectuada.

En ella aparece referenciada la operación de electrocoalescencia como electroclarificación, término que se seguirá usando de aquí en adelante, con un aplicación en la retención de grasas, aceites y sebos FOG (Fat, Oil, Grease), del orden del 99% en las industrias de panadería, láctea, extractora de aceite (por ejemplo oliva, soya, semilla de algodón), procesadora de pescado, industrias procesadoras de carne de res y de pollo, tanto como las manufactureras que utilizan derivados del aceite (margarina y aderezos) para enfrentar el problema de reducción de contaminantes en sus aguas residuales y para recuperar productos tales como proteínas y grasas de la leche en la industria láctea. Con las consecuentes reducciones de sólidos suspendidos totales SST y de demanda biológica de oxígeno DOB.

Esta comunicación abre varios campos de trabajo en la aplicación de la electroclarificación a: a) sustancias alimenticias de composición mucho más compleja, en las cuales pueden estar presentes aceites, grasas y proteínas con sus

respectivas mezclas para eliminar agua, b) recuperación de sustancias de interés industrial y comercial y c) tratamiento de aguas residuales.

La misma comunicación que suministra la información anterior menciona que la electroclarificación es dentro de las nuevas tecnologías una de las de mayor interés para su desarrollo e incorporación. Obviamente, los reportes de estos procesos y sus datos de operación son de interés industrial y de difícil consecución.

DESARROLLOS DE INVESTIGACIÓN

Por las razones anteriores se hace interesante describir los desarrollos que se realizan actualmente en diversos centros y laboratorios, y que dan cuenta de los materiales, equipos analíticos y de proceso utilizados, medición de variables y resultados obtenidos en dichas investigaciones.

Composición de las mezclas

Para el estudio de la electroclarificación se trata de simular, lo mejor posible, la composición del petróleo crudo, para lo cual, los investigadores usaron diferentes tipos de sustancias orgánicas, que se detallan a continuación.

- Drelich et al. (1992) utilizaron una mezcla de agua con solvente orgánico de alto punto de ebullición, con unas concentraciones comprendidas entre 0,08 a 2,0% de agua. No usaron surfactante para estabilizar la mezcla.
- Harpur et al. (1997) emplearon gas oil (ACPM) y agua en concentraciones que van del 1 al 15% de agua. Utilizaron como surfactante el Synperonic NP2 de ICI en una concentración del 2,5% en volumen de la fase acuosa.

Caracterización fisicoquímica de las mezclas

La eficiencia de la electroclarificación depende del tamaño promedio de las gotas, de manera que la preparación de la mezcla (emulsión-dispersión) debe ser cuidadosamente producida y caracterizada. Los procedimientos y sus sistemas de medida aparecen descritos como sigue:

- Drelich et al. (1992) realizaron una dispersión con un homogenizador y dejaron la mezcla en reposo durante 40 minutos después de lo cual se midió la distribución del tamaño de gota con un microscopio de proyección MP-3 con un aumento de 1000. Diámetro promedio de gota comprendido entre 5 a 20 nm, con gráfica de distribución de tamaño de gota vs. % de masa acumulada.
- Harpur et al. (1997) trataron la mezcla con una bomba de mezclado de chorro y cuando se requirió usaron el corte de una centrífuga y una válvula globo de corte. El tamaño promedio de gotas lo determinó con un Procesador de Imágenes Hamamatsu con difractor laser.
Tamaño promedio de gota de 5 nm.
Rango de temperaturas comprendido entre 25 y 50°C.
Velocidad de flujo entre 20 a 100 l/min.

Algunos investigadores mencionan constante físicas de las mezclas como son: constante dieléctrica, viscosidad, tensión superficial.

Diseño de los electroclarificadores

Las formas y dimensiones varían en función de los distintos parámetros que se quieren estudiar y del tipo de desarrollo alcanzados en el mismo. Así, por ejemplo, Draxler y Marr (1993) describen tres modelos de electroclarificadores: a) de petróleo, b) cilindrico y c) de placas, caracterizando cada uno de ellos con sus ventajas e inconvenientes.

Para efectos de investigación se construyen los electroclarificadores de manera que puedan controlarse y medirse las diferentes variables: longitud y área transversal del electroclarificador, área de electrodos, longitud de los electrodos, distancia entre electrodos, naturaleza de los electrodos (facilidad de sustitución), recubrimiento de los electrodos, tipos de bomba circulante de la mezcla, medidores de flujo, etc. Sin olvidar los equipos de producción y medida de los campos eléctricos que van a ser utilizados en los estudios.

Harpur et al. (1997) trabajaron con un electrocoalescedor (en la literatura aparecen siempre

referidos con este nombre) de siete módulos, cada uno con una longitud de 50 cm y una sección transversal de 10 cm x 2 cm y colocados en el fondo y en la parte superior de manera horizontal. El aislamiento de los electrodos con acrílico tiene un espesor 5 mm.

Por su parte, Drelich et al. (1992) utilizaron una celda de 150 mm x 10 mm x 70 mm construida en polimetacrilato de metilo y sus electrodos son de cobre instalados en el fondo y en la cubierta de manera que sea fácilmente reemplazables. El aislamiento es de resina epóxica con un espesor de 0,2 mm a 2,0 mm y una constante dieléctrica de 3,6.

Características del campo eléctrico

La técnica de electroclarificación utiliza una amplia gama de características del campo eléctrico, comenzando por los dos tipos de corriente: alterna y continua y siguiendo por las variaciones que se pueden tener en frecuencia, voltaje y pulsos y tiempo de residencia de la mezcla en el mismo.

Hill y Davies (1986) reportan el uso de corriente tanto directa como alterna en unas intensidades de campo que van desde 10 a 100 V/cm para electrodos sin aislamiento y de 1 a 10 kV /cm cuanto está aislado. El consumo de corriente es muy bajo del orden de 3 mA, y con un resultado en la separación de 30-500 ppm de agua presente en el crudo del Mar del Norte. Estos investigadores anotan que la electroclarificación es una técnica que puede funcionar perfectamente con las dos formas de presentación física del agua en la mezcla: emulsión y dispersión, o bien en una situación que estén presentes las dos formas. Al comparar las fuerzas de acción desarrolladas por el electroclarificador con la fuerza gravitacional y con la centrifugación o un hidrociclón medidas en velocidades de separación, los factores de relación son 10.000 y de 100 respectivamente.

No sólo habría que tener en cuenta el voltaje. Draxler y Marr (1993) mencionan que la mayoría de las plantas desalinizadoras de petróleo trabajan con una frecuencia de 50 Hz en corriente alterna y que no existe una diferencia

significativa cuando se emplean pulsos de corriente alterna en su reemplazo; mientras que el uso de la corriente directa sola presenta los peores resultados. El estudio compara voltajes y frecuencias llegando a un óptimo de 3000 V y de 3 kHz, con una eficiencia de separación del 90%. La forma de la onda también parece influir, y dentro de las conocidas: sinusoidal, triangular, diente de sierra, cuadrada, parece ser esta última la que mejores resultados produce.

De otra parte, Drelich et al. (1992) trabajaron con frecuencias bajas menores de 30 Hz y voltajes altos, hasta 1100 kV/m con el resultado de que la mejor separación se obtiene con un voltaje de 140 kV/m y una frecuencia de 8-11 Hz con una eficiencia del 63% y un tiempo de residencia en electrodos de 25 segundos, para mezclas no estabilizadas por surfactantes.

La eficiencia de separación Harpur et al. (1997) la midieron con el aumento en el diámetro promedio del volumen VMD de la gota, lo cual tiene una relación directa con la disminución del contenido de agua en la fase oleosa. Sus resultados indican que para flujos del orden de 20-40 l/min y un voltaje aplicado de 12,5 kV, se produce un aumento en el VMD de aproximadamente un orden de magnitud. En velocidades de flujo mayores los efectos son menores.

DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN

La técnica de electroclarificación siendo conocida de tiempo atrás y que mantiene su vigencia, como es el caso de la industria petrolera, tiene unos desarrollos en investigaciones recientes que la hacen de un interés extraordinario. No sólo por su sencillez desde el punto de vista técnico, sino por los resultados de eficiencia en la separación de agua y en los cortos tiempos empleados en dicho proceso, comprobados al estudiar el aumento del VMD para mezclas en reposo y en movimiento.

Esto se entiende, si se tiene en cuenta que la electroclarificación potencia la separación del agua y su aglutinamiento en gotas mayores en los momentos iniciales cuando el proceso es muy

lento, permitiendo a continuación que la acción del campo gravitatorio manifieste su influencia con mayor rapidez.

La búsqueda del perfeccionamiento de esta técnica ha llevado a encontrar otros campos de aplicación como son los alimentos, en una doble aplicación, tanto para recuperación de productos deseables como para el tratamiento de aguas residuales, con la condición de presentar una complejidad muchísimo mayor en su composición química y una mayor labilidad que el petróleo o el aceite de palma.

Esta situación se ve reflejada por el comentario que hacen Draxler y Man (1993), de que la electroclarificación sólo se aplica a emulsiones de agua como fase dispersa en aceite (W/O) y no para emulsiones O/W. Comentario que parece superado por los trabajos enunciados por Anderson (1996).

Teniendo en cuenta las similitudes que presenta el aceite de palma con las industrias ante-

riormente mencionadas, se vería altamente recomendable la aplicación de esta técnica en su procesamiento, con la seguridad de acercar cada día más el uso de nuevas tecnologías en el sector industrial colombiano, con los consiguientes beneficios que conllevan para la industria y para la sociedad en general.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, D.R. 1996. *Grease Doaor, ENVIROTEST Research Inc.*, Seattle.Washington.
- DRAXLER, J.; MARR R. 1993. *International Chemical Engineering*, (Estados Unidos) v.33 no. 1, p. 1-7.
- DRELICH, J. et al. 1992. *Fuel Processing Technology (Holanda)* v. 31, p. 105-113.
- HARPUR, I.G. et al. 1997. *Journalof Electrostatics (Holanda)* v.40-41, p. 135-140.
- HILL, K.G.; DAVIES, G.A. 1986. *Separation Processes*, ICI Wilton Centre, Middlesborough.