

EFECTO DEL TRATAMIENTO MAGNÉTICO EN EMULSIONES DE PETRÓLEO MESA 30 CON DIFERENTES EMULGENTES

Melek Campos Sofia*, José Falcón Hernández**, Alina Moro Martínez**

*Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Universidad de Oriente; **Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Oriente

El Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado desarrolla investigaciones con el objetivo de incrementar la eficiencia en diferentes procesos industriales, mediante la aplicación del tratamiento magnético. En este trabajo se evalúa su utilidad para los procesos de desalinización y deshidratación del crudo en las refinerías de petróleo, en los que es importante la separación de la mayor cantidad del agua emulsionada para mejorar la eficiencia de estos procesos. Actualmente en la refinería Hermanos Díaz, se procesa petróleo Mesa 30, por lo que se realiza un estudio del efecto del tratamiento magnético en el comportamiento de algunas de las variables del proceso de deshidratación del mismo, tales como empleo de emulgente, viscosidad, tamaño y distribución de las gotas de agua, por ciento de recuperación de agua y estabilidad de las emulsiones. Se trataron emulsiones con un campo magnético de intensidad 0,15 T, se colocó una manguera de 0,005 m de diámetro entre los dos pares de caras polares del imán, manteniendo la velocidad de exposición entre 0,5 m/s y 1,5 m/s. Se prepararon emulsiones con el agua previamente tratada magnéticamente y emulsiones sin tratamiento, como control. En las emulsiones preparadas con petróleo ligero sin tratamiento magnético no se observa separación de fases cuando se incrementa la velocidad de agitación, las mismas se mantienen estables durante el período evaluado. Sin embargo, cuando éstas se prepararon a 600 rpm, con agua tratada magnéticamente se observó la separación de fases y por consiguiente, el incremento de la recuperación de agua.

Palabras clave: reología, emulsiones, petróleo.

National Center of Applied Electromagnetism conducts research to increase the efficiency in various industrial processes, using the magnetic treatment. In this paper was evaluated their usefulness to the processes of dehydration and desalting of crude oil refineries, where it is important to the separation of the largest quantity of water emulsified to improve the efficiency of these processes. "Hermanos Díaz" Refinery is processing Mesa 30 oil, which is conducting a study of the effect of magnetic treatment on the behavior of some of the variables of the dehydration process of it, such as use of emulsifier, viscosity, size and distribution of water droplets, percentage of recovery of water and emulsion's stability. Emulsions were treated with a magnetic field intensity of 0,15 T, a hose of 0,005 m diameter, while maintaining the speed of exposure between 0,5 m/s and 1,5 m/s. Emulsions were prepared with water previously magnetically treated and untreated emulsions, as control. Emulsions prepared with light oil without magnetic treatment is not observed phase separation when it increases the speed of agitation, they remain stable during the assessment period. However, when they were prepared to 600 rpm, with magnetically treated water was observed to phase separation and thus increasing the recovery of water.

Keys word: rheology, emulsions, petroleum, magnetic treatment.

Introducción

El petróleo se transporta a la refinería o a un puerto mediante oleoductos, en cualquiera de los casos se mueve mediante agua. A pesar de la inmiscibilidad del agua y el petróleo se pueden

formar emulsiones sobre todo cuando el movimiento es turbulento /1/. Antes del transporte, en la decantación se producen capas bien determinadas: arena, agua prácticamente libre de petróleo, emulsión y petróleo relativamente puro.

La formulación de emulsiones se basa en un conocimiento lo más profundo posible de sus componentes básicos y de sus interrelaciones: la fase oleosa, la fase acuosa y el o los emulsionantes /2/. En algunos casos para que la emulsión presente unas propiedades funcionales aceptables es también fundamental utilizar algún tipo de estabilizante o estabilizador. La estabilidad física de una emulsión está condicionada por el resultado de un balance complejo de fuerzas de atracción y repulsión entre las gotas de fase dispersa, condicionado por las condiciones fisicoquímicas del medio continuo/3/. Esto constituye una situación problemática a la cual se dedican diferentes trabajos investigativos.

La tecnología de emulsión presenta ciertas ventajas, sobre todo si se puede emplear un agente emulsionante barato y se reducen los costos de separación del agua del petróleo, en caso de ello ser necesario.

El Grupo de Emulsiones de la Universidad de Oriente ha desarrollado agentes emulsionantes a partir de productos de la pirólisis de materiales lignocelulósicos, cuyo costo resulta menos de 10 veces de los ofertados en el mercado.

El campo magnético puede tener efectos sobre la rotura o la estabilización de la emulsión y es escasa la información para su aplicación en el caso específico de las emulsiones acuosas de petróleo /4/, por lo que se requiere de una investigación exploratoria, en la cual el problema científico considerado resulta: “La necesidad de conocer el efecto del campo magnético sobre la estabilidad de emulsiones acuosas de petróleo”

El objetivo general de esta investigación es determinar el efecto del campo magnético en el proceso de deshidratación de las emulsiones acuosas de petróleo Mesa 30.

Desarrollo

Para el desarrollo de este trabajo se empleó petróleo Venezolano Mesa 30, utilizado para el procesamiento en la Refinería “Hermanos Díaz”.

Se empleó Emulgente B, el cual tiene como base bióleo de pirólisis rápida, producido en Brasil. El mismo presenta un pH= 8,19. Se preparó al 1 % y el pH = 7,29. Además, se utilizó Emulgente P, agente emulsionante aplicado en la preparación de emulsiones acuosas de combustible Diesel, y también se ha aplicado y estudiado en emulsiones de petróleo crudo, petróleo combustible (Fuel oil), pinturas asfálticas y otras fracciones del petróleo. Este producto se obtuvo de la mezcla de las fracciones de pirólisis de materiales lignocelulósicos (alquitrán y ácido piroleñoso) alcalizadas con hidróxido de sodio y alcohol etílico.

El proceso de emulsificación se realizó a escala de laboratorio utilizando un agitador mecánico con velocidad regulable. El período de tiempo empleado para la agitación fue de 15 m. De esta forma se logra una mayor dispersión de las gotas de agua en el petróleo.

De forma general, las emulsiones se prepararon según el diagrama de formación de las emulsiones que se muestra en la figura 1. Las emulsiones se prepararon a 20 % de fase interna (agua).

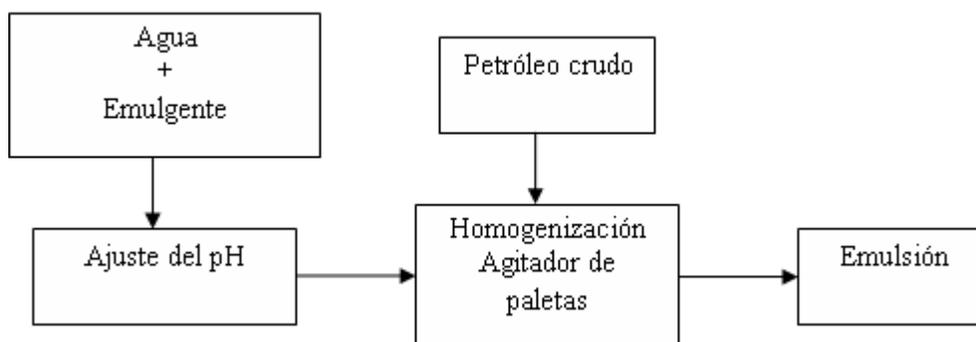


Fig. 1 Diagrama de preparación de las emulsiones petróleo en agua.

Los procedimientos principales empleados en la preparación de las emulsiones son los siguientes:

Emulsiones patrón

- Para preparar una emulsión de agua en petróleo se pesa el petróleo ligero en un beaker, se coloca en el agitador mecánico y se le añade lentamente 20 % de agua, mientras se agita de forma mecánica lentamente y luego, se incrementa la agitación hasta alcanzar la velocidad deseada, durante 15 min.

Emulsiones con emulgente P

- Se prepara una solución de agua con emulgente P al 1 % cuyo pH = 5,07.
- Las emulsiones son preparadas según la metodología de la figura 2.1.

Emulsiones con emulgente B

- Se prepara una solución de agua con emulgente B al 1 % cuyo pH = 7,29 a 28,2 °C.
- Las emulsiones son preparadas según la metodología de la figura 1.

Para cada caso se prepararon emulsiones siguiendo los mismos pasos empleando agua tratada magnéticamente variando la velocidad del fluido a través del campo magnético (0,5 m/s, 1 m/s y 1,5 m/s).

- A todas las emulsiones se les determinó el comportamiento reológico con el viscosímetro.
- Después, se dejaron en reposo en el embudo separador para determinar el porcentaje de recuperación de agua.
- Mediante el método de observación microscópica se determinó el tamaño de las gotas de agua en las emulsiones.
- Se determinó la estabilidad de las emulsiones en el período de tiempo evaluado mediante el método de agitación de la emulsión.

El tratamiento magnético a las emulsiones y al agua se realizó en un magnetizador de campo homogéneo de Inducción magnética de 0,15 T.

Se realizaron experimentos variando la velocidad de agitación a la hora de preparar las emulsiones:

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. E - 600 rpm | 6. EB- 2 000 rpm |
| 2. E- 1 200 rpm | 7. EP- 600 rpm |
| 3. E- 2 000 rpm | 8. EP- 1 200 rpm |
| 4. EB- 600 rpm | 9. EP- 2 000 rpm |
| 5. EB- 1 200 rpm | |

Se determinó la velocidad de agitación adecuada (600 rpm) y se realizaron experiencias preparando las emulsiones empleando agua tratada magnéticamente variando la velocidad de exposición al campo magnético de la misma.

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. E- Sin tto. | 7. E- 1 m/s |
| 2. EP- Sin tto. | 8. EP- 1 m/s |
| 3. EB- Sin tto. | 9. EB- 1 m/s |
| 4. E- 0,5 m/s | 10. E- 1,5 m/s |
| 5. EP- 0,5 m/s | 11. EP- 1,5 m/s |
| 6. EB- 0,5 m/s | 12. EB- 1,5m/s. |

Se realizaron tres réplicas de cada uno de los experimentos.

Resultados y discusión

Para todas las emulsiones preparadas se determinó el gradiente de velocidad (γ) y esfuerzo cortante (τ). En la figura 2 se muestra el comportamiento reológico de las mismas.

Como se puede apreciar, a medida que aumenta la velocidad de agitación, al preparar emulsiones que no poseen agente emulsionante externo, se incrementa la viscosidad del sistema, por lo que existe una mayor dispersión del agua dentro del petróleo.

Este comportamiento se repite para las emulsiones preparadas con emulgente B al igual que las anteriores, para 1 200 rpm y 2 000 rpm el comportamiento es lineal. Sin embargo, a 600 rpm, los valores se ajustan a una curva potencial.

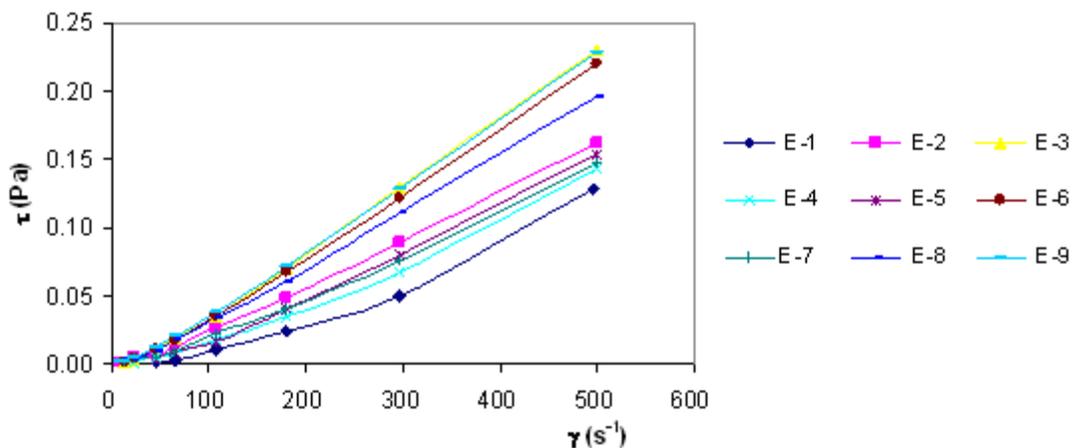


Fig. 2 Influencia de la velocidad de agitación en las emulsiones preparadas.

Las emulsiones preparadas con 1 % de emulgente P mantienen su comportamiento lineal, independientemente de la velocidad de agitación empleada. Además, se cumple igualmente que a mayor velocidad de agitación aumenta la viscosidad de las mismas.

En general, independientemente del tipo de emulgente y de su empleo o no, el comportamiento reológico de las emulsiones preparadas es similar. Sin embargo, para cada uno de los casos estudiados, la viscosidad de las emulsiones aumenta con el incremento de la velocidad de agitación y, por consiguiente, la estabilidad de la emulsión. Este criterio coincide con lo referido en la literatura por varios autores /5/.

En las emulsiones sin emulgente y en las preparadas con emulgente B a 600 rpm, las líneas de tendencia potencial ajustan y describen satisfactoriamente como función $y = ax^b$, para la cual se obtuvo que $R^2 = 0,994\ 3$, y $R^2 = 0,995\ 7$, respectivamente. Esta función coincide con el modelo de Ostwald de Waele para $y = t$, $a = k$, $x = g$, y $b = n$. Este ajuste se

realizó con el programa profesional Microsoft Office Excel 2003.

Distribución y tamaños de gotas de la fase dispersa en la emulsión

Se debe destacar que en el caso de las emulsiones preparadas con agua tratada magnéticamente, sin emulgente, existe una tendencia a la aparición de gotas alargadas, como consecuencia de lo cual se produce la separación de agua en las mismas.

En la figura 3 se muestra el comportamiento del tamaño de gotas observado microscópicamente para las emulsiones preparadas, lo cual confirma lo planteado anteriormente.

Los tamaños de gotas de las emulsiones sin emulgente se encuentran entre 31-93 μm ; para las de emulgente P, entre 9,1-15,5 μm y algunas mayores de hasta 46,5 μm y para las preparadas con emulgente B, alrededor de 15,5 μm , aunque se encuentran gotas entre 46,5-62 μm .

En la figura 4 se observan muestras fotográficas de las emulsiones preparadas con agua tratada magnéticamente a 1 m/s. Las emulsiones sin emulgente presentan tamaños de

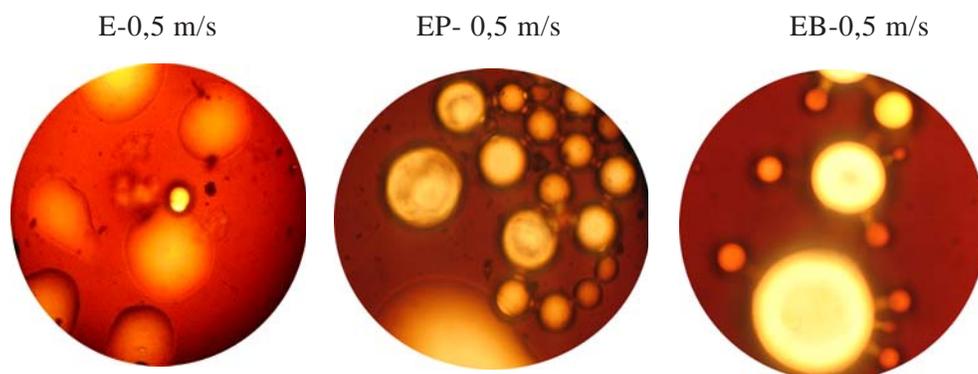


Fig. 3 Microfotografía de emulsiones variando el tipo de emulgente, con agua tratada magnéticamente a 0,5 m/s.

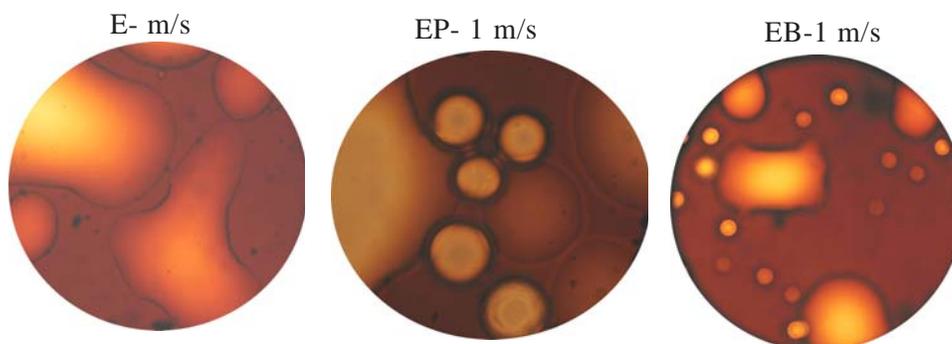


Fig. 4 Microfotografía de emulsiones variando el tipo de emulgente, con agua tratada magnéticamente a 1 m/s.

gotas alrededor de 77,5 μm , aunque se producen gotas de hasta 155 μm . Con emulgente P se producen gotas de 31-62 μm y algunas llegan a tener 155 μm . Las emulsiones con emulgente B, producen gotas alrededor de 77,5 μm .

En la figura 5 las emulsiones preparadas con agua tratada magnéticamente a 1,5 m/s, muestran

que para las que no tienen emulgente los tamaños de gotas se encuentran entre 31-46,5 μm y se llegan a producir gotas hasta de 71,3 μm . Con emulgente P se obtienen tamaños de gotas entre 31-108,5 μm , y algunas gotas de 186 μm . Sin embargo, las de emulgente B entre 31-40,3 μm y se llegan a producir gotas de 55,8 μm .

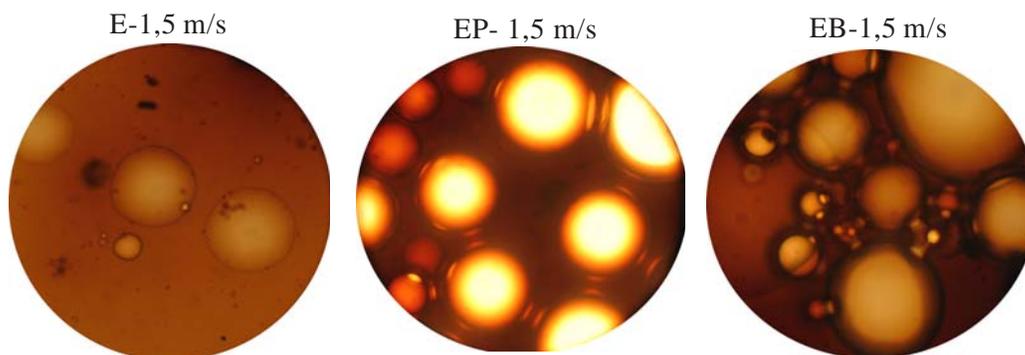


Fig. 5 Microfotografía de emulsiones variando el tipo de emulgente, con agua tratada magnéticamente a 1,5 m/s.

La distribución y tamaños de gotas de agua en las emulsiones influye en la separación de agua, de ahí la importancia de determinar este parámetro, determinante en la estabilidad de las emulsiones.

Separación de agua

Se analizó la influencia de la velocidad en el tratamiento magnético de agua para la preparación de emulsiones.

En las emulsiones preparadas sin emulgente se separa alrededor del 80 % de agua y, a pesar de que a 0,5 m/s se incrementa la separación de agua a 91 %, estas diferencias no son estadísticamente significativas.

En las emulsiones preparadas con emulgente P, las cuales fueron tratadas magnéticamente a diferentes velocidades de exposición, se obtuvo que a pesar de que es mayor la cantidad de agua separada cuando se emplea el tratamiento magnético, las diferencias no son estadísticamente significativas en todos los casos, y se separa menos del 20 % de agua.

El por ciento de agua separada en las emulsiones preparadas con emulgente B al 1 %, tratado magnéticamente a diferentes velocidades de exposición se encuentra alrededor de 70 % y no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

A pesar de que hasta el momento no se reportan diferencias significativas para los diferentes tratamientos en un mismo tipo de emulsión, sí se pueden apreciar diferencias estadísticamente significativas para un mismo tratamiento entre los diferentes tipos de emulsiones.

Este comportamiento se repite en el caso de los tratamientos a 1 m/s y a 1,5 m/s, apareciendo diferencias estadísticamente significativas entre las emulsiones con emulgente P y las de emulgente B.

En la figura 6 se observa el comportamiento la recuperación de agua, para todas las emulsiones a diferentes velocidades de exposición al campo magnético. Se muestra cómo el tratamiento magnético empleado con emulgente P, al aumentar la velocidad de exposición al campo magnético produce una disminución en el por ciento de separación de agua, manifestándose el efecto contrario a lo que ocurre con el emulgente B.

En general, independientemente de que para las emulsiones con tratamiento magnético, se incrementan la frecuencia de aparición de gotas de mayor diámetro, en el caso de las que contienen emulgente P, esto no conlleva a la unión de las mismas ni a que se produzca la coalescencia, como ocurrió en las otras emulsiones. Esto se debe a que las gotas mayores tenían una frecuencia de aparición menor que en ese caso.

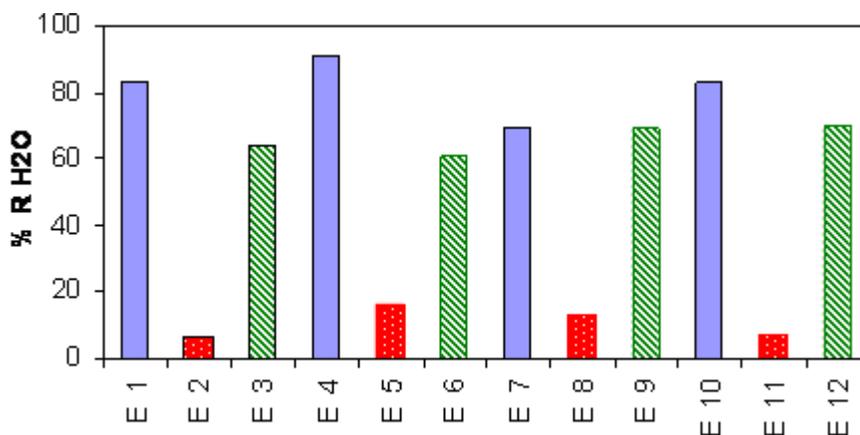


Fig. 6. Influencia del TM a diferentes velocidades y emulgentes.

Al parecer, en las emulsiones sin emulgente y en las que contienen emulgente B, el campo magnético influye en que se produzcan las interacciones a nivel de la emulsión, es decir, a nivel del agua contenida en ellas, esta debe ser la causa de que se separe mayor cantidad de agua en menor tiempo. Sin embargo, en el caso de las emulsiones con emulgente P, estas interacciones se trasladan a la interfase creando un reforzamiento de las características mecánicas de la misma, esto se puede apreciar en la figura 7; lo que permite que se mantengan estables durante un tiempo más prolongado.



Fig. 7 Microfotografía de una emulsión con emulgente P, con agua tratada magnéticamente a 1,5 m/s.

Conclusiones

En el rango de experimentación empleado, la aplicación del tratamiento magnético de 0,15 T produce un efecto significativo en el

comportamiento de la emulsión y en el por ciento de separación de agua cuando se varía el tipo de emulgente.

Las emulsiones preparadas con agitación de 600 rpm, y 0,5 m/s de tratamiento magnético muestran un ligero aumento en la separación de agua respecto a las demás (alrededor de 91 %). Esto es de utilidad para los procesos como la desalinización y la deshidratación del crudo en las refinerías de petróleo en los que es importante la separación de la mayor cantidad del agua emulsionada posible para mejorar la eficiencia del proceso de destilación.

Bibliografía

1. Hunter R. J., "Foundation of Colloid Science". Second Edition. University Press, Oxford, New York, 2007.
2. Muñoz, José y col. "Avances en la formulación de emulsiones", 2007. Grasas y Aceites, 58 (1), ISSN: 0017-3495, p. 64-73.
3. Placencia P, Ana. & David Martínez C., "Informe Final: Formulación de Emulsiones de Petróleo Pesado en Agua". PETROECUADOR. Quito - Ecuador, pág. 12. Enero 1998.
4. Velez, R y N. Pirovorova. "Aplicación de campos magnéticos en líquidos y soluciones acuosas". Conferencias. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. Santiago de Cuba. 1993.
5. Wu X. Investigating the Stability Mechanism of Water-in-Diluted Bitumen Emulsions through Isolation. Energy and Fuels, 17, pág. 179-190. 2003.