

Asfaltenos. Tamaño de Partícula, Evaluación de la Eficiencia de Inhibidores de Crecimiento en Petróleo Crudo



Modelo para estudiar la eficiencia de aditivos que inhiben la aglomeración y el crecimiento de los asfaltenos del petróleo

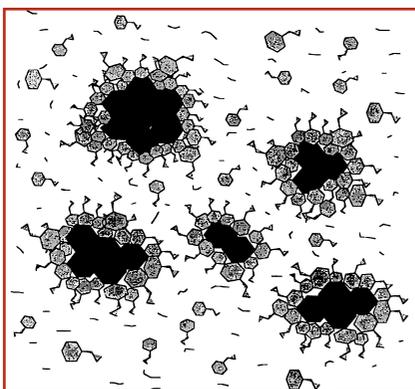


Figura 1. Estructura micelar de asfaltenos.
Fuente: https://petrowiki.org/images/7/78/Vol1_Page_402_Image_0002.png

Los asfaltenos contenidos en el petróleo crudo pueden desencadenar su aglomeración e incrementar la viscosidad, lo cual dificulta su transporte y manejo en las refinerías.

Introducción

Los asfaltenos son considerados las fracciones pesadas del crudo, se encuentran dispersos y, gracias a la presencia de resinas, forman una estructura de micelas. Ver figura 1.

Asimismo, son solubles en disolventes polares como el tolueno, pero insolubles en disolventes no polares como el n-heptano o el n-pentano.

La precipitación de estos hidrocarburos es un fenómeno provocado tanto por el cambio de tamaño como por el cambio de la carga. Los aglomera-



El Litesizer 500, junto a un protocolo experimental, permiten conocer la eficiencia de un aditivo con muestra M4 para comparar su eficiencia, contra una muestra M4 sin inhibidor

dos generan incremento en la viscosidad, modificación de las fases e incluso pueden ocasionar precipitación, separación o hasta deposición de partículas¹. Un estudio reveló que cuando el crudo contiene mayor cantidad de saturados y baja cantidad de aromáticos, las resinas tienden a precipitar y viceversa².

Los asfaltenos de gran tamaño causan incremento en la viscosidad durante su producción, transporte y proceso de refinación; incluso en ocasiones es imposible bombearlos y hasta llegan a dejar sin flujo, tapan la tubería y detienen la operación. Actualmente se utilizan aditivos que inhiben la aglomeración de los asfaltenos, disminuyendo o evitando dicho fenómeno. Tales aditivos consisten en nano emulsiones, nano partículas y nano fluidos que frecuentemente tienen un tamaño menor a 100 nanómetros (nm)³.

Esta aplicación muestra cómo evaluar la eficiencia del aditivo. En el ejemplo que se presenta se utilizó tolueno y heptano a diferente proporción, simulando la polaridad de los aditivos.

Ejercicio o desarrollo experimental

Solución madre de petróleo crudo en tolueno 1 mg / ml, a partir de la cual se prepararon cinco soluciones: M0,

¹ Mohammadi, Mohsen; Akbari, Mahdi; Fakhroueian, Zahra; Bahramian, Alireza; Azin, Reza y Arya Sharareh; "Inhibition of Asphaltene Precipitation by TiO₂, SiO₂, and ZrO₂ Nanofluids", *Energy and Fuels*, June 18, 2011; 25, 7, 3150-3156, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ef2001635> / "Inhibición de la precipitación de asfaltenos por los nanofluidos óxido de titanio (TiO₂), óxido de silicio (SiO₂) y dióxido de circonio (ZrO₂)", revista científica Energía y Combustibles o Combustibles Energéticos,

² Avila, C; Russo, A; Flores, E. e Hidalgo, O; *A Field Methodology to Estimate the Zone of Maximum Probability of Asphaltene Precipitation Occurrence*. Presented at the SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference, Buenos Aires, Argentina; 25-28 March, 2001. SPE-69531-MS. <http://dx.doi.org/10.2118/69531-MS> / *Metodología de campo para estimar la zona de máxima probabilidad de ocurrencia de precipitación de asfaltenos*, presentada en la Conferencia de Ingeniería Petrolera de América Latina y el Caribe de la Sociedad de Ingenieros Petroleros (SPE, por sus siglas en inglés) entre el 25 y 28 de marzo de 2001.

³ Padilla, Grey Dina Luz y Watt, Ayola Katherine Elena; *Precipitación de asfaltenos: técnicas de predicción y control*. Universidad de San Buenaventura Cartagena; Facultad de Ingeniería, Arquitectura, Arte y Diseño. Programa de Ingeniería Química, 27 pp. / *Asphaltene precipitation: Prediction and Control Techniques*; https://www.academia.edu/22939871/Precipitación_de_asfaltenos_Técnicas_de_predicción_y_control_Aspaltene_precipitation_Prediction_and_Control_Techniques

M1, M2, M3 y M4, modificando la proporción de n-heptano y tolueno. Todos los disolventes se filtraron a través de una membrana con tamaño de poro de 0.02 micrómetros, micrones o micras (µm).

Las muestras se analizaron utilizando el instrumento Litesizer 500. Se usaron celdas de cuarzo a temperatura de 20 °C y con un ángulo de 175 °. La posición del filtro y el foco se optimizaron automáticamente por el instrumento Litesizer 500. En la tabla 2 se muestra la composición de cada muestra.

De manera independiente se midieron las soluciones heptano/tolueno para registrar la viscosidad y el índice de refracción a 20 °C. Ver tabla 1.

Solvent	% n-Heptane	% Toluene	Refractive Index 20 °C	Viscosity mPa.s 20 °C
A	0	100	1.4951	0.5917
B	20	80	1.4752	0.5407
C	40	60	1.4545	0.4984
D	60	40	1.4342	0.4696
E	80	20	1.4125	0.4497

Tabla 1.- Disolventes para cada muestra.

Sample	ml n-Heptane	ml Toluene	ml 1mg/ml Asphaltens in Toluene
M0	0	1.8	0.2
M1	0.4	1.4	0.2
M2	0.8	1.0	0.2
M3	1.2	0.6	0.2
M4	1.6	0.2	0.2

Tabla 2.- Preparación de la muestra.

Resultados y discusión

La captura de los datos y los resultados, se realizaron empleando el *software* Kalliope, y están expresados en radio hidrodinámico en nanómetros para cada muestra.



El programa informático Kalliope arroja gráficas de diferentes poblaciones, evalúa la polidispersidad y reporta el diámetro hidrodinámico

Se anexan los gráficos de un ejemplo donde se puede ver cómo al ir modificando la proporción del disolvente no polar, se va generando incremento en el tamaño de la partícula. La polidispersidad también aumenta, debido a la presencia de más de una población y en la solución M4 se reporta un tamaño de partícula mayor a una micra, en tanto la polidispersidad se reduce.

En la tabla 3, se muestran dos tipos de petróleo crudo, donde la partícula llega a crecer hasta 1.193 micras, y la tabla 4 refleja un crecimiento de hasta 1.801 micras.

Sample	Hydrodynamic diameter nm	St dev. %	Polydispersity Index %	Transmittance %
M0	0.42	60.6	45.1	21.1
M1	15.18	145.0	169.6	22.1
M2	113.45	119.06	27.0	22.0
M3	57.05	29.07	25.8	21.43
M4	1193	10.92	8.43	20.9

Tabla 3.- Asfaltenos 1^{er} ejemplo.

Sample	Hydrodynamic diameter nm	St dev %	Polydispersity Index	Transmittance %
M0	0.60	68.61	39.9	21.46
M2	29.98	99.17	56.93	20.0
M4	1801.76	36.19	21.37	18.90

Tabla 4.- Asfaltenos 2^o ejemplo.

Puede observarse la capacidad del instrumento Litesizer Anton Paar para detectar un tamaño menor a un nm, el cual corresponde a la solución M0 de la tabla 3, tabla 4 y figura 2. El programa informático Kalliope muestra las gráficas de las diferentes poblaciones, evalúa la polidispersidad y reporta el diámetro hidrodinámico.

Cada mezcla de disolvente genera diferente polaridad y eso provoca un tamaño de partícula distinto. M2 y M3 son muestras inestables. Sin embargo, M4 regresa a la estabilidad, partícula grande mayor a una micra y reduce la polidispersidad. La evaluación de



la eficiencia de un aditivo que inhiba la viscosidad y el crecimiento de asfaltenos reduce el tamaño de la solución M4 y lo mantiene estable.

Dentro de nuestra experiencia, en Anton Paar se han probado aditivos que reducen el tamaño de M4 hasta 40 por ciento.

Conclusiones

Utilizando el Litesizer 500 y este protocolo experimental, se puede conocer la eficiencia de un aditivo con muestra M4 para comparar su eficiencia contra una muestra M4 sin inhibidor.

H3 – Gráficos del software Kalliope

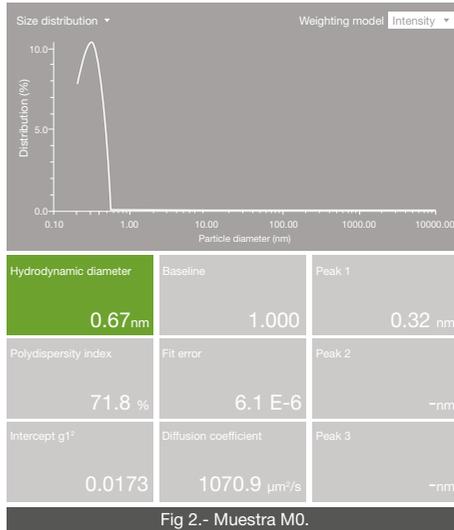


Fig 2.- Muestra M0.

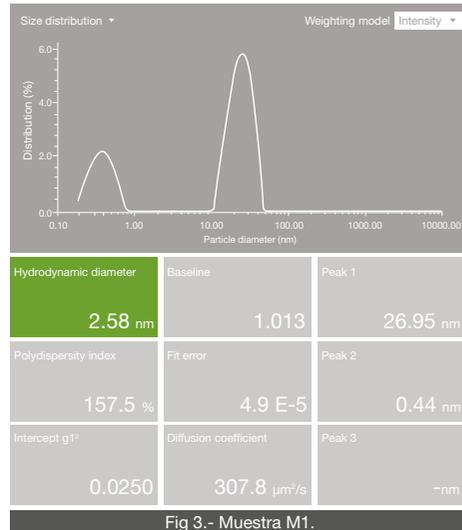


Fig 3.- Muestra M1.

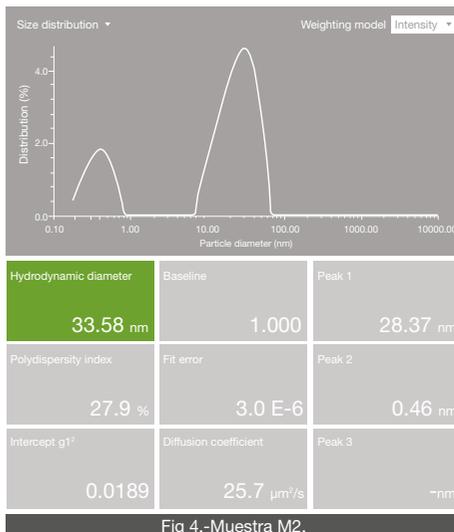


Fig 4.-Muestra M2.

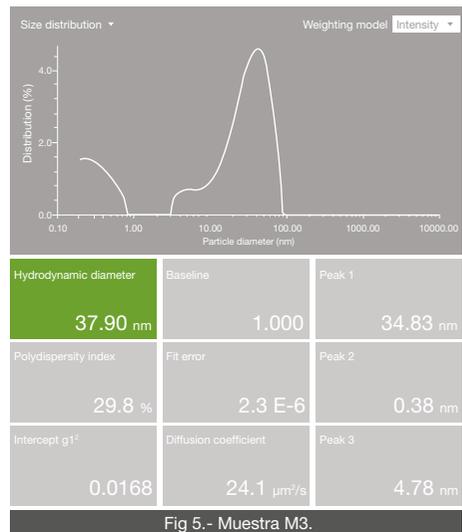


Fig 5.- Muestra M3.

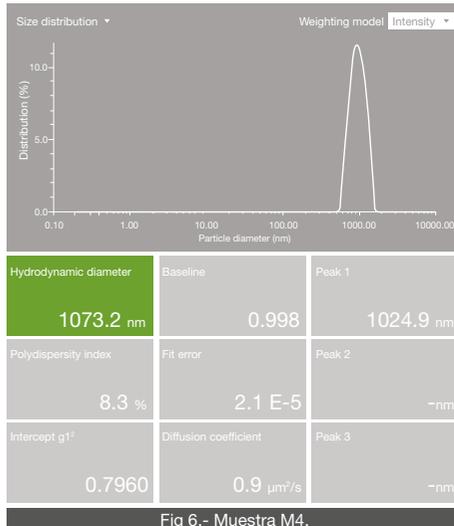


Fig 6.- Muestra M4.

Otras referencias

- Desarrollo y experimentos experimentales
Rosario Espinosa
rosario.espinosa@anton-paar.com
- González, Gaspar; Sousa, Marcia; Lucas, Elizabete F. "Asphaltenes precipitation from crude oil and hydrocarbon media", *Energy Fuels*, 2006, October 20, 6, 2544-2551, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ef060220j> / "Precipitación de asfaltenos a partir de petróleo crudo e hidrocarburos".