

ESTUDIO DE LA TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y DENSIDAD COMO VARIABLES DE INFLUENCIA PARA LA MEDICIÓN DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL DE PENTADECANO

Servín Víctor A^a, Becerra Luis O^a, Baldenegro Leonardo A^b, Daued Arturo A^a, Rivera José L.^a

^aCentro Nacional de Metrología

Km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro. México

^bCentro de Ingeniería y Desarrollo Industrial

Av. Playa Pie de la Cuesta 702, Desarrollo San Pablo, Querétaro, Qro. México

(442) 2 11 05 00 - vservin@cenam.mx

Resumen: La determinación de la magnitud de tensión superficial de líquidos está dada en función de varios factores que afectan el comportamiento que tienen las moléculas de un líquido en su superficie al estar en contacto con un gas u otro líquido. En el presente trabajo se muestran los resultados experimentales de la medición de tensión superficial de Pentadecano, un líquido utilizado como material de referencia en mediciones de densidad para la calibración de hidrómetros, donde el factor de tensión superficial juega un papel importante.

1. INTRODUCCIÓN

La manera de determinar el valor de tensión superficial de líquidos es muy variado debido a que se pueden clasificar de acuerdo al principio utilizado, donde existen métodos basados en la medición de fuerza (métodos: placa, anillo), en la medición de presión (métodos: capilar, presión de una burbuja,) o en la medición de una forma geométrica (métodos: gota colgante, ángulo de contacto) [1].

Para las moléculas que conforman un líquido es energéticamente favorable estar rodeadas de otras moléculas del mismo tipo. Las moléculas se atraen entre sí por diferentes interacciones como fuerzas de Van Der Waals o enlaces de hidrógeno. En la superficie, las moléculas están sólo parcialmente rodeadas por otras, el número de moléculas adyacentes es menor por lo que no les favorece energéticamente [2].

2. TENSIÓN SUPERFICIAL DE PENTADECANO POR EL MÉTODO DEL ANILLO

En particular, el método del anillo (o también llamado método DuNoüy en honor al creador de esta metodología) utiliza como principio de medición la fuerza necesaria para poder desprender un anillo que se sumerge a una determinada profundidad en el líquido, este se comienza a sacar y se la fuerza máxima en que es desprendido de la superficie del líquido [3].

2.1. Cálculo de tensión superficial

$$\gamma = \frac{P}{4\pi R} \cdot F \quad (1)$$

donde;

F Factor de corrección de tensión superficial.

R Radio del anillo utilizado.

P Fuerza necesaria para desprender el anillo de la superficie del líquido, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$P = m \cdot g \quad (2)$$

donde;

m Masa censada por una celda de carga.

g Aceleración de la gravedad local.

Las mediciones se realizaron utilizando dos factores correspondientes a temperatura y humedad relativa.

2.2. Factor de corrección de tensión superficial

Existe una corrección necesaria para mejorar la precisión en la medición de la tensión superficial dada por [4]:

$$F = \left(\sqrt{\left(\frac{4b}{\pi^2} \cdot \frac{1}{R^2} \right) \left(\frac{P}{D-d} \right) + c} \right) + a \quad (3)$$

Donde;

a Constante igual a 0.725.

b Constante igual a 0.0009075.

c Constante igual a 0.04534 - 1.679 (r/R).

D Densidad de la fase más densa.

d Densidad de la fase menos densa.

r Radio del alambre que conforma el anillo.

R Radio del anillo.

3. RESULTADOS

Se llevaron a cabo mediciones de tensión superficial de Pentadecano y se obtuvieron resultados al utilizar los dos factores previamente mencionados a tres diferentes niveles. La Fig. 1. muestra el instrumento marca Dataphysics utilizado en el presente trabajo.

También se aprecia el detalle del anillo experimental, fabricado con una aleación de platino-iridio.



Fig. 1. Tensiómetro y anillo utilizados.

La temperatura de la muestra fue de 15 °C, 20 °C y 25 °C. La humedad relativa ambiental fue de 30 %, 50 % y 70 %. Los resultados obtenidos se muestran en la Fig. 2., mismos que fueron validados con las expresiones (1), (2) y (3) en una hoja de cálculo.

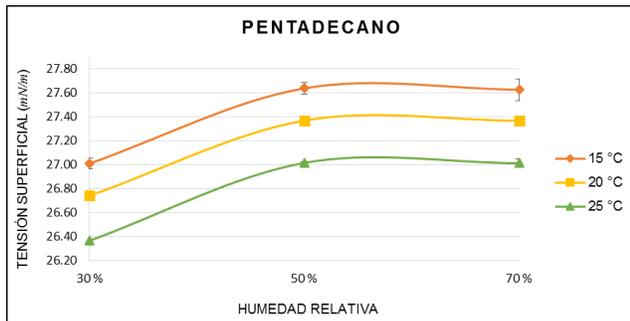


Fig. 2. Resultados experimentales de tensión superficial de Pentadecano.

4. DISCUSIÓN

Una ventaja relevante es que la metodología utilizada en el presente trabajo presenta similitudes a las condiciones a las que se hacen las mediciones de densidad, como es el caso del método de pesada hidrostática [5]. Por lo tanto, su uso permite mejorar las mediciones de densidad de líquidos y calibración de hidrómetros [5].

Es evidente que la temperatura tiene un efecto en la tensión superficial al disminuir a medida que la temperatura aumenta. Este comportamiento está reportado en la literatura para otros líquidos como el agua, aceites y alcoholes. La diferencia está en que se utilizaron distintos métodos como el del capilar y la gota colgante, y son muy pocos los reportes que usan el método del presente trabajo [6 - 7].

Así mismo, la humedad afecta las mediciones de tensión superficial en el líquido, en el rango de 30 % a 50 % de humedad relativa, donde la variación fue considerable. En el de 50 % a 70 % la variación fue

mínima, mostrando ser un comportamiento característico de este líquido en particular.

5. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se observa el efecto de dos factores en la medición de la tensión superficial del Pentadecano.

El aumento de la temperatura disminuye la tensión superficial que puede ser asociado al incremento de energía en la interface del líquido. Por otro lado la variación de la humedad relativa del aire provocó un incremento del valor de la tensión superficial.

AGRADECIMIENTOS

Para el desarrollo de este trabajo se hace un atento reconocimiento y agradecimiento a las personas que han colaborado directa e indirectamente en las instituciones de CENAM y CIDESI.

REFERENCIAS

- [1] Elias I Franses, Osman A Basaran, and Chien-Hsiang Chang, Techniques to measure dynamic surface tension, *Colloid & Interface Science* 1996, 1:296-303.
- [2] Hans-Jürgen Butt, Karlheinz Graf, Michael Kapp, *Physics and Chemistry of Interfaces* pag. 5, 2003 Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA
- [3] Du Nouy, P. Lecomte, *J.Gen.Physiol.* 1,521 (1919).
- [4] H. H. Zuidema and George W. Waters, *Ring Method for the Determination of Interfacial Tension, Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 13, Mayo 1941.*
- [5] Guía Técnica para la calibración de densímetros de inmersión (hidrómetros) por el método de Cuckow / Mayo 2016. Centro Nacional de Metrología, Entidad Mexicana de Acreditación.
- [6] G. J. GITTENS, Variation of surface tension of water with temperature, *Journal of Colloid and Interface Science*, Vol. 30, No. 3, July 1969.
- [7] José L. Pérez-Díaz, Marco A. Álvarez-Valenzuela, Juan C. García-Prada, The effect of the partial pressure of water vapor on the surface tension of the liquid water-air interface, *Journal of Colloid and Interface Science* 381 (2012) 180–182.