

GUÍA SIM PARA LA CALIBRACIÓN DE HIDRÓMETROS, MÉTODO DE CUCKOW

Daued Arturo A, Becerra Luis O, Peña Luis M, Mata Cesar A.
 Centro Nacional de Metrología
 Km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro. México
 (442) 2 11 05 00 - vservin@cenam.mx

Resumen: En este trabajo se presenta la Guía SIM para la Calibración de Hidrómetros por el método de Cuckow. Esta Guía SIM ha sido discutida por el Grupo de Trabajo de Masa y Unidades Relacionadas del SIM (SIM-MWG7) con la intención de armonizar los métodos para la calibración de los hidrómetros utilizando el método de Cuckow entre los países del SIM. El documento ofrece una guía a las entidades nacionales de acreditación sobre los requerimientos mínimos para la calibración de los hidrómetros, y por otro lado, propone procedimientos prácticos para los laboratorios de calibración de hidrómetros.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta la Guía SIM para la calibración de hidrómetros utilizando el método de Cuckow.

La Guía Técnica aplica para la calibración de hidrómetros a masa constante en el intervalo de medición de 600 kg m^{-3} a $2\,000 \text{ kg m}^{-3}$, a un valor de temperatura definida por el instrumento o a la que el usuario lo requiera, y con incertidumbre expandida ($k=2$) de calibración asociada a la corrección de la escala del instrumento de hasta 0.033 kg m^{-3} .

Esta Guía Técnica establece los requisitos mínimos para la calibración de hidrómetros, para garantizar la uniformidad en la estimación de incertidumbre de calibración y la evaluación de la trazabilidad de los patrones de medición de laboratorios en la calibración [1].

2. CLASIFICACIÓN DE LOS DENSÍMETROS DE TIPO OSCILATORIO E INCERTIDUMBRE REQUERIDA.

Los hidrómetros tienen características como resolución, alcance nominal, intervalo de indicaciones entre otras; las cuales deben ser consideradas al momento de elegir el instrumento adecuado a las necesidades del uso y/o aplicación.

De acuerdo con la norma internacional ISO 649/1 se tienen cinco series principales de hidrómetros, con las cuales se cubre un alcance de 600 kg m^{-3} a $2\,000 \text{ kg m}^{-3}$. Las series de fabricación de estos instrumentos son L20, L50, M50, M100 y S50. La terminación 20, 50 y 100 indica la amplitud nominal

del instrumento en kilogramos por metro cúbico. La ISO 649/1 incluye también tres sub-series que cubren un rango total de 600 kg m^{-3} a $1\,100 \text{ kg m}^{-3}$, éstas son las L50SP, M50SP Y S50SP [2].

Cada serie y sub-serie de instrumentos tiene asociados características de fabricación, además de errores máximos permitidos asociados a cada una de ellas.

La incertidumbre requerida en la calibración de los hidrómetros (incertidumbre expandida con un factor de cobertura igual a 2), deberá ser menor o igual a un tercio del *emp* (error máximo permitido) de la serie correspondiente al instrumento bajo calibración como se muestra en la Tabla 1.

Series	<i>emp</i> kg m^{-3}	<i>Ureq, k=2</i> kg m^{-3}
L20	± 0.2	≤ 0.067
L50	± 0.5	≤ 0.17
M50	± 1.0	≤ 0.33
M100	± 2.0	≤ 0.67
S50	± 2.0	≤ 0.67
Sub-series		
L50SP	± 0.3	≤ 0.10
M50SP	± 0.6	≤ 0.20
S50SP	± 1.0	≤ 0.33

Tabla 1. Incertidumbre requerida en la calibración de los hidrómetros en función de la serie [2].

3. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA CALIBRACIÓN

La calibración de hidrómetros por el método de Cuckow requiere de la medición de la masa del hidrómetro en el aire, y la medición de la masa del hidrómetro parcialmente inmerso en el líquido de referencia hasta la marca a calibrar.

El nivel del espejo del líquido debe estar alineado al centro de la marca. Existen diferentes técnicas para la alineación de la marca del hidrómetro al espejo del líquido de referencia así como diferentes dispositivos para auxiliar al metrologo en esta alineación, p.ej. cámara, lente de aumento, etc. El método y dispositivo a emplear por el metrologo depende del nivel de incertidumbre requerido en calibración [3].

4. MODELO DE MEDICIÓN

Para obtener la corrección de la indicación del densímetro se calcula el promedio de las indicaciones registradas durante la calibración y se calcula la corrección del instrumento según el siguiente modelo matemático, Ec. (1):

$$E(I) = I(\rho) - \rho_x - \varepsilon_d \quad (1)$$

Donde,

$I(\rho)$	Indicación del hidrómetro, valor nominal de la marca a calibrar; kg m^{-3}
ρ_x	Densidad a la marca calibrada; kg m^{-3}
ε_d	Error debido a la resolución finita del hidrómetro, tiene media cero pero contribuye a la incertidumbre $\approx 0 \text{ kg m}^{-3}$

La unidad de medida es el kilogramo por metro cúbico kg m^{-3} , sin embargo pueden ser utilizados los múltiplos o submúltiplos de la unidad de densidad p.ej. gramo por centímetro cúbico, g cm^{-3} .

5. INCERTIDUMBRE ASOCIADA AL ERROR DE INDICACIÓN

El cálculo de la incertidumbre de calibración del hidrómetro se realiza aplicando la ley de propagación de incertidumbres al modelo matemático que describe la calibración, Ec. (2) [4].

$$u^2(E(I)) = u^2(I) + u^2(\rho_x) + u^2(\varepsilon_d) \quad (2)$$

6. MEDICIÓN DE DENSIDAD DE LÍQUIDOS UTILIZANDO UN HIDRÓMETRO CALIBRADO

En la industria es necesario medir la densidad de líquidos utilizados en procesos de transformación, por lo que se utilizan hidrómetros calibrados para la determinación de la densidad de líquidos.

En la Guía se presenta el modelo de medición a utilizar en el uso normal de un instrumento calibrado el cual incluye las principales correcciones y fuentes de incertidumbre a considerar [5].

7. CONCLUSIONES

La Guía SIM para la calibración de hidrómetros – Método de Cuckow, es un documento original que presenta una propuesta para la calibración de este tipo de instrumentos con la intención de armonizar el método de calibración y ofrecer al usuario la posibilidad de obtener resultados de densidad con trazabilidad e incertidumbre apropiadas a las características del instrumento. Adicionalmente en el documento se encuentran algunas recomendaciones sobre el uso apropiado del instrumento una vez calibrado.

REFERENCIAS

- [1] SIM Guidelines on the calibration of hydrometers – Cuckow method, SIM MWG//cg-03/v.00 2016, ISBN 978-607-97187-3-2, 978-607-97187-1-8, 978-607-97187-5-6, 978-607-97187-7-0.
- [2] ISO 649-1:1981 Laboratory glassware – Density hydrometers for general purposes—Part 1: Specification.
- [3] CUCKOW – Calibration of Reference Standard Hydrometers (**Journal of the Society of Chemical Industry, 68, February 1949**).
- [4] ISO/IEC – Guide to the expression of Uncertainty in Measurements, second edition 1995.
- [5] Luis O Becerra, Luis M Peña, Arturo A Daued – Incertidumbre requerida en la evaluación de la conformidad de instrumentos para la medición de densidad, Octubre 2012, Simposio de Metrología 2012.