

EL FUTURO DE LOS TÉRMOMETROS DE LÍQUIDO EN VIDRIO

Rosa Hernández Nava, Enrique Martínez López
Centro Nacional de Metrología
km. 4.5 Carretera a Los Cués, Municipio El Marqués Querétaro, México.
4422593691, rhernand@cenam.mx.

Resumen: Entre los termómetros de líquido en vidrio (TLV) más conocidos se encuentran los termómetros de mercurio, los cuales se han utilizado por más de 300 años en diversas aplicaciones. En los últimos años varios organismos internacionales han alertado sobre los efectos negativos del mercurio tanto a la salud como al medio ambiente, por lo cual se espera que en los próximos años este tipo de termómetros salgan del mercado y ya no se utilicen en los procesos de medición; por lo anterior, se deben buscar alternativas para sustituirlos. En este artículo se hace una revisión del desarrollo histórico que han tenido los TLV, sus características y uso en el futuro. Además se discuten las alternativas que existen para sustituir a los termómetros de mercurio.

1. INTRODUCCIÓN

Los termómetros de líquido en vidrio (TLV) fueron los primeros tipos de termómetros que se fabricaron para medir la temperatura (hace más de 300 años) empleando fluidos termométricos como aire, agua o alcohol [1-3] y cuyo principio de medición relaciona el cambio de volumen con el cambio de temperatura.

El termómetro de mercurio es uno de los más conocidos y el que mayor tiempo de uso tiene a lo largo de la historia, el cual se ha utilizado para validar experimentalmente varias leyes físicas como la ley de Boyle [1-3], la ley de Dalton [1-3], Ley de Gay-Lussac [1-3], la teoría de calor de Maxwell [4], la ley conducción de calor de Fourier [5], entre otras. Además se utilizó en experimentos de Mayer, Joule y otros en la formulación de la primera ley de la termodinámica [2, 6]. Adicionalmente, fue un instrumento de transferencia en el establecimiento de la primera escala internacional de temperatura de 1888 (Escala de Hidrógeno Normal) [7]. Además se utilizó para estudiar las propiedades del agua y para obtener los primeros registros de temperatura con fines meteorológicos, entre otras [1-3].

Por otro lado, dado que el mercurio es un material altamente tóxico, hace varios años, diversos organismos internacionales alertaron sobre los efectos negativos de este material en la salud del ser humano, en los animales y en el medio ambiente. Por tal motivo varios países firmaron el convenio de Minamata [8] en el cual acordaron retirar del mercado y poner fuera de uso todos los instrumentos que contienen mercurio, como son los termómetros, los esfigmomanómetros, entre otros.

Para atender las recomendaciones del convenio de Minamata en el área de metrología, varios países suspendieron sus servicios de calibración de termómetros de mercurio, entre ellos el CENAM quién suspendió en 2013 varios de los servicios de calibración de estos termómetros y sólo ofrece este servicio de manera esporádica.

Ante la necesidad de reducir el uso de termómetros de mercurio, se requiere contar con iniciativas que apoyen la reducción paulatina de este tipo de termómetros, así como planear alternativas de termómetros que permitan sustituirlos satisfactoriamente.

2. PROPIEDADES DE LOS TERMÓMETROS DE MERCURIO

Algunas de las propiedades de los termómetros de mercurio que los hacen adecuados para medir la temperatura son:

- Indicación directa de la temperatura.
- Coeficiente de expansión térmica lineal.
- El mercurio no reacciona químicamente con el vidrio y éste último es compatible con muchos materiales.
- Cubre un amplio intervalo de temperatura (-38 °C a 550 °C).
- Tiene bajo costo.
- Alta exactitud
- Se puede verificar el estado de su calibración con sólo un punto de temperatura (0 °C).
- Inmersión variable.

3. ALTERNATIVAS DE LOS TERMÓMETROS DE MERCURIO

Las alternativas que existen para sustituir a los termómetros de mercurio son:

a) Termómetros de indicación directa

Entre los termómetros de indicación directa (Figura 1) más conocidos se encuentran los termómetros industriales de resistencia de platino, termistores, termopares, termómetros de estado sólido y termómetros infrarrojos. Con estos termómetros se puede cubrir un amplio intervalo de temperatura desde $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta aproximadamente $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$, con incertidumbres desde décimas de $^{\circ}\text{C}$ hasta mK.

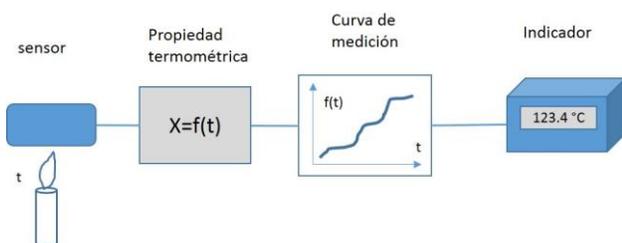


Fig. 1. Esquema general de un termómetro de indicación directa.

b) TLV con líquidos de bajo riesgo

Los TLV que no usan mercurio son las alternativas para sustituir a los termómetros de mercurio. El inconveniente que se tiene cuando se usan líquidos termométricos como alcohol, tolueno y pentano es que con ellos no se pueden alcanzar temperaturas mayores de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (generalmente operan de $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$), además de tener coeficientes de expansión no lineales, lo que dificulta su graduación.

En años recientes se han desarrollado termómetros con líquidos de bajo riesgo (a base de silicón) y se han investigado los líquidos iónicos (compuestos a base de sales) como otra alternativa.

Los termómetros con líquidos de bajo riesgo alcanzan temperaturas desde $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ [9]. La norma ASTM E2251-03 presenta las especificaciones de un conjunto de termómetros de líquido en vidrio con líquidos de bajo riesgo [10].

Los líquidos iónicos son compuestos químicos a base de sales que se han utilizado como solventes, lubricantes, materiales energéticos, en la ciencia de

polímeros, entre otras. Operan desde $-76\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ [11].

4. CONCLUSIONES

Por sus efectos negativos en la salud y al medio ambiente, los termómetros de mercurio en los próximos años se dejarán de usar.

Las alternativas para atender las necesidades de medición que actualmente se tienen con termómetros de mercurio incluyen a los termómetros de indicación directa, los termómetros de líquidos iónicos y TLVs con líquidos de bajo riesgo.

REFERENCIAS

- [1] M.K. Barnett, The Development of Thermometry and Temperature concept, Osiris, Vol. 12, pag.. 269-341, 1956.
- [2] H. Chang, Inventing temperature: Measurement and temperature progress, Oxford University Press, Chap.1-Chap. 4, pp. 3-217, 2004.
- [3] S. Velasco Maillo, C. Fernández Pineda, "un paseo por la historia de la termometría", http://qtfe.usal.es/pdfs/ensenanza/santi_rsef_termometria_05.pdf, 13/05/2016.
- [4] J.C. Maxwell, the Theory of Heat, Longmans, Green and Co. 1872.
- [5] J. Fourier, the Analytical Theory of Heat, The Cambridge University Press, 1878.
- [6] E. Mach, The Theory of Heat: A critical and Historical Account of its Development, The Open Court, Vol XVI, no. II, 1902.
- [7] Temperature measurement, chapter 1, pag. 1-18, Wiley, 2002.
- [8] Minamata Convention Agreed by Nations <http://www.unep.org/newscentre/default.aspx?DocumentID=2702&ArticleID=9373>, 13/05/2016.
- [9] C. J. Miller. D. M. Emory, "preliminary results of a new type of non.hazardous liquid-filled precision Glass Thermometer", Temperature: Its measurement and Control in Science and Industry, volume 7, pag.1109-1114, 2003.
- [10] ASTM E2251 03a, Standard Specification for Liquid-in-Glass ASTM Thermometers with Low-Hazard Precision Liquids, 2003.
- [11] H. Rodríguez, M. Williams, J.S Wilkes, R. D. Rogers, Ionic liquids for liquid-in-glass thermometers, Green Chem., pag.501-505, 2008.