

АНАЛИЗ МЕТОДИК КАЛИБРОВКИ ВИБРАЦИОННЫХ ПЛОТНОМЕРОВ**Мосбах Ф.М.****Научные руководители – Хасаншин Т.С., д.т.н., профессор;****Щемелёв А.П., к.т.н., доцент****Могилёвский государственный университет продовольствия,****г. Могилёв, Беларусь**

Среди многочисленных методов измерения плотности, вибрационные методы относятся к высокоточным методам, которые наряду с простотой в эксплуатации, обеспечивают проведение экспериментальных исследований за достаточно короткий период времени. На погрешность результатов измерений плотности жидкости относительными методами влияет не только приборная база и её точность, но и методика калибровки, а также жидкости, используемые для её осуществления. Наибольшей точности при измерениях вибрационными методами можно добиться, применяя для калибровки вакуум и наиболее изученную жидкость – воду. Существует три различных методики, использующих для калибровки указанные выше среды: методика Буше-Ришона [1], методика Холкомб-Ауткальт [2] и методика Мэй и др. [3]. При анализе этих работ, учитывался диапазон измерений плотности $600-1000 \text{ кг/м}^3$, а также погрешность данных, полученных с использованием данных методик. Кроме того, в лаборатории университета на вибрационном плотномере DMA НРМ были выполнены измерения периода колебаний U-образной трубки, как заполненной дистиллированной водой, так и отвакуумированной. По результатам измерений, параметры калибровочных уравнений, представленных в работах [1-3] определялись методом нелинейной регрессии по значениям плотности воды, полученным из фундаментального уравнения Вагнера и Пруса [4]. Отклонение рассчитанных значений от экспериментальных величин составило для методики Буше-Ришона $\delta\rho = 0,02\%$, для методики Холкомб-Ауткальт $\delta\rho = 0,03\%$ и для методики Мэй и др. $\delta\rho = 0,05\%$. Наименьшее отклонение, полученное при помощи методики Буше-Ришона, предопределило её дальнейшее использование. Однако оригинальная методика требует, чтобы два искомого параметра калибровки определялись на каждой изотерме, что, к примеру, для 10 изотерм даёт набор 20 значений параметров. Модифицировав калибровочное уравнение путём закрепления значения одного параметра и представления второго параметра в виде функции температуры и давления, удалось сохранить отклонение от стандартных справочных данных на уровне $\delta\rho = 0,02\%$, а также значительно упростить процедуру калибровки.

1. Bouchot, C. An enhanced method to calibrate vibrating tube densimeters / C. Bouchot, D. Richon // Fluid Phase Equilib. – 2001. – Vol. 191. – I. 1-2. – P. 189-208.
2. Holcomb, C.D. A theoretically-based calibration and evaluation procedure for vibrating-tube densimeters / C.D. Holcomb, S.L. Outcalt // Fluid Phase Equilib. – 1998. – Vol. 150-151. – P. 815-827.
3. Physical apparatus parameters and model for vibrating tube densimeters at pressures to 140 MPa and temperatures to 473 K / Eric F. May [et al] // Rev. Sci. Instrum. – 2014. – Vol. 85. – I. 9. – 095111.
4. Wagner, W. The IAPWS Formulation 1995 for the Thermodynamic Properties of Ordinary Water Substance for General and Scientific Use / W. Wagner, A. Pruß // J. Phys. Chem. Ref. Data – 2002. – Vol. 31. – No. 2. – P. 387-535.