

Харченко Павел Михайлович

канд. техн. наук, доцент

Тимофеев Виталий Павлович

магистрант

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет»

г. Краснодар, Краснодарский край

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ОБЪЁМА ЖИДКОСТЕЙ

Аннотация: в данной статье авторами раскрывается методика измерения удельного объема жидкостей. В работе указаны методы определения термической и изотермической поправок.

Ключевые слова: удельный объем, термическая и изотермическая поправки, пьезометр, пикнометр, плотность.

Заполнение пьезометра [1, с. 7] и объёмомера [2, с. 795] исследуемой жидкостью проводилось под вакуумом через сливную иглу и вентиль распределитель. При этом пьезометр отключался от системы создания вакуума. Исследуемое вещество предварительно деаэрировалось в заправочном баллончике посредством многократного замораживания в жидком азоте и вакуумирования.

Для создания повышенных давлений на изотермах в пьезометр через вентиль распределитель с помощью объёмомера вводилось дополнительно некоторое количество жидкости. Измерения начинались в жидком состоянии и проводились в направлении снижения давления за счёт перезапуска жидкости в объёмомер или слива в пикнометр с переходом в двухфазную область, а затем и в область перегретого пара. Перепуская вещество из объёмомера в пьезометр, проводился эксперимент в обратном направлении до выхода в жидкую фазу.

Температура в пьезометре и барометрическое давление измерялись через каждые 30 минут [3, с. 240].

Удельный объём исследуемой жидкости рассчитывался по уравнению:

$$G_{t,P} = \frac{V_0 - V_n^K - V_T^K + \Delta V_t + \Delta V_P}{m_0 - m_n^K - m_T^K - \sum_0^n m_i}, \quad (1)$$

где V_0 – внутренний объём пьезометра при $P = P_{\text{АТМ}}$, $t = 20^\circ\text{C}$;

V_n^K – объём капилляров в зоне переменных температур;

V_T^K – объём капилляров в термостатирующей зоне;

ΔV_t – поправка на термическое расширение пьезометра;

ΔV_P – поправка на изометрическое расширение пьезометра;

m_0, m_n^K, m_T^K – массы жидкости в соответствующих объёмах;

$\sum_0^n m_i$ – масса выпущенной из пьезометра жидкости.

Поправка на термическое расширение пьезометра рассчитывалась по термическому коэффициенту объёмного расширения стали X18H10T по формуле [4, с. 154]:

$$V = V_0 \cdot [1 + 3 \cdot \alpha \cdot (t - 20)], \quad (2)$$

где V_0 – объём пьезометра при 20°C ;

α – коэффициент объёмного расширения стали.

Величина этой поправки при 300°C достигала $2,15 \text{ см}^3$. Поправка на изометрическое расширение пьезометра определялась по формуле [5, с. 4]:

$$V_0 = F \cdot \omega, \quad (3)$$

где F – площадь цилиндра;

ω – перемещение точки поверхности цилиндра под действием внутреннего давления.

$$\omega = \frac{1}{E} \cdot \frac{P_B \cdot b^2}{a^2 - b^2} \cdot \frac{1}{r} \cdot [(1 - \mu) \cdot r^2 + (1 + \mu) \cdot a^2] - \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\mu}{E} \cdot \frac{P \cdot r}{a^2 - b^2}, \quad (4)$$

где F – модуль упругости;

μ – коэффициент Пуассона;

a и b – внутренний и наружный радиусы;

P_B и P – давление внутри и снаружи пьезометра;

E и μ – приняты по справочнику.

Максимальная величина изотермической поправки при 300°C и 30 МПа составила 0,076 см³.

Список литературы

1. Харченко П.М. Экспериментальное исследование плотности и давления насыщенных паров нефтепродуктов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / П.М. Харченко // Азербайджанский орден Трудового Красного Знамени институт нефти и химии им. М. Азизбекова. – Баку. – 1988. – С. 22.

2. Харченко П.М. Планирование эксперимента и методические опыты на установке по исследованию плотности и давления насыщенных паров (ДНП) нефтепродуктов / П.М. Харченко, В.П. Тимофеев, Д.С. Чижов, А.А. Лазарева // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – №107. – С. 793–805.

3. Харченко П.М. Экспериментальная установка и методики исследования плотности и ДНП промышленных сточных вод / П.М. Харченко, В.В. Христинченко, Н.А. Блощинский // Труды КубГАУ. – Краснодар. – 2012. – №37. – С. 238–242.

4. Харченко П.М. Расчет вентиляции и отопления производственного здания / П.М. Харченко, В.П. Тимофеев // Труды КубГАУ. – 2013. – №42. – С. 152–155.

5. Пат. 2297459 Российская Федерация, МПК С21D6/04. Способ термической обработки деталей машин / И.А. Потапенко, П.М. Харченко // №2005131682/02; заявл. 12.10.2005; опубл. 20.04.2007, бюл. №11.