

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 535.324.2; 535.327

### ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ И ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЯ

Н.П. Белов, С.Н. Лапшов, А.Ю. Патяев, А.С. Шерстобитова, А.Д. Яськов

На уровне требований промышленных рефрактометрических технологий приведены данные по температурной зависимости показателя преломления и температурному коэффициенту показателя преломления в диапазоне температур от 10°C до 60°C водных растворов этиленгликоля и пропиленгликоля с концентрацией от 0% до 100%.

**Ключевые слова:** показатель преломления, температурный коэффициент, этиленгликоль, пропиленгликоль.

Водные растворы этиленгликоля и пропиленгликоля применяются в современных аэропортах для предполетной противообледенительной обработки корпусов самолетов [1]. Для контроля концентрации  $k$  растворов в процессе такой обработки перспективно использование погружных рефрактометрических датчиков, аналогичных [2–4], что требует достоверных данных по показателю преломления  $n(k)$  и его температурному коэффициенту  $dn(k)/dT$  в рабочем диапазоне температур растворов  $T = 10\text{--}60^\circ\text{C}$ . Если показатель преломления  $n(k)$  здесь определен вполне достоверно (по данным, по крайней мере, трех независимых работ [5–7], где сходимость результатов измерений составляла в худшем случае 0,001), то измеренные величины  $dn(k)/dT$  имеют значительные расхождения случайного характера [5].

Цель работы – измерение температурного коэффициента  $dn(k)/dT$  в таких средах при различных массовых концентрациях растворов  $k = 0\text{--}100\%$  в диапазоне температур  $T = 10\text{--}60^\circ\text{C}$ , определяемых требованиями практической рефрактометрии. Измерение показателя преломления  $n(T)$  производилось в лабораторных условиях с использованием рефрактометра УРЛ-1 и термостата прокачного типа MLW U2<sup>C</sup>. Исследованные растворы приготовлялись на основе этиленгликоля и 1,2-пропиленгликоля марок ОСЧ. Погрешность измерения показателя преломления была не более 0,0003.

Результаты измерений температурных зависимостей показателя преломления  $n(T)$  для растворов с различной массовой концентрацией этиленгликоля и 1,2-пропиленгликоля показаны точками на рис. 1, а и рис. 1, б, соответственно. При температурах до 60°C зависимости были близки к линейным. Результаты линейной интерполяции показаны на рис. 1 сплошными линиями. На поле рисунка приведены также соответствующие интерполяционные формулы и значения среднеквадратичной сходимости результатов расчетов и экспериментов. Погрешность линейной интерполяции составляла не более 0,00154 для концентраций  $k$  менее 5%, и не более 0,00085 при больших значениях  $k$ . При этом погрешность температурной корректировки показаний рефрактометра по шкале концентраций  $\Delta k$  не превышала 1,7%, что вполне приемлемо для рефрактометрических технологий контроля данных водных растворов.

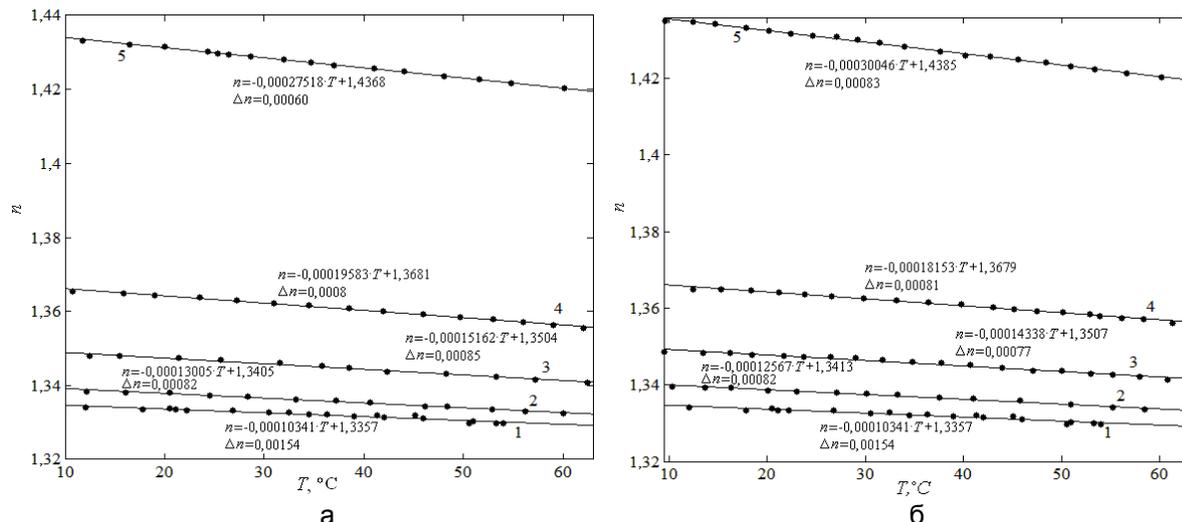


Рис. 1. Температурная зависимость показателя преломления водных растворов этиленгликоля (а) и 1,2-пропиленгликоля (б). Концентрация растворов  $k$ , %: 1 – 0,00, 2 – 5,23, 3 – 14,87, 4 – 31,36, 5 – 100,00 (а); 1 – 0,00, 2 – 4,55, 3 – 13,45, 4 – 27,62, 5 – 100,00 (б).

Точки – экспериментальные данные, сплошные линии – результаты линейной интерполяции

Зависимость температурного коэффициента показателя преломления  $dn/dT$  от концентрации растворов  $k$  до 60% представлена на рис. 2. Погрешность измерений для этиленгликоля и 1,2-пропиленгликоля была сопоставимой с погрешностью измерений  $n(T)$ . Полученные зависимости  $dn/dT$  от

концентрации имеют существенно нелинейный характер. Вместо используемой для большинства сред линейной температурной коррекции рефрактометрических данных может быть применена квадратичная коррекция (рис. 2, сплошная линия). Соответствующая интерполяционная формула приведена на поле рисунка.

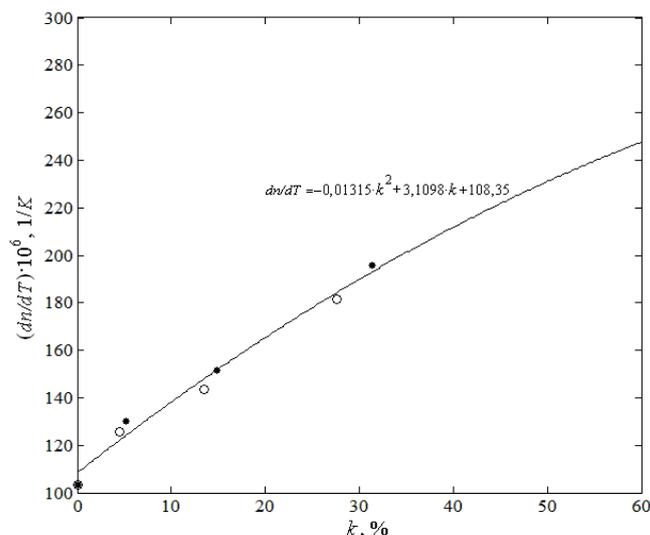


Рис. 2. Зависимость температурного коэффициента показателя преломления от концентрации водных растворов этиленгликоля (●) и 1,2-пропиленгликоля (○). Точки – экспериментальные данные, сплошная линия – квадратичная интерполяция

Таким образом, установлено, что температурный коэффициент  $dn/dT$  нелинейно зависит от концентрации водных растворов этиленгликоля и 1,2-пропиленгликоля. Получена интерполяционная формула. Приведенные данные позволяют уточнить температурную коррекцию показаний рефрактометрических датчиков при противообледенительной обработке корпусов самолетов.

1. Жидкости для антиобледенительной обработки самолетов // Новые химические технологии. Аналитический портал химической промышленности. – Соп. 2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.newchemistry.ru/letter.php?n\\_id=7509](http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=7509), свободный. Яз. рус. (дата обращения: 15.10.2011).
2. Refracto 30GS. Портативный рефрактометр с расширенным диапазоном измерений // Mettler-Toledo International Inc. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ru.mt.com/ru/ru/home/products/Laboratory\\_Analytics\\_Browse/Refractometry\\_Family\\_Browse\\_main/Portable\\_Refractometer\\_Family\\_browse\\_main/Refracto\\_30GS\\_1.html](http://ru.mt.com/ru/ru/home/products/Laboratory_Analytics_Browse/Refractometry_Family_Browse_main/Portable_Refractometer_Family_browse_main/Refracto_30GS_1.html), свободный. Яз. англ. (дата обращения: 17.10.2011).
3. Eclipse «Professional» Hand-Held Refractometer // Xylem Corporation. – Соп. 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.globalw.com/products/eclipse.html>, свободный. Яз. англ. (дата обращения: 17.10.2011).
4. De-icing of aeroplanes. Automatic Digital Refractometer RX-5000a // Essex Scientific Laboratory Supplies Ltd. – Соп. 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.esslab.com/atago/atago-CS-de-icing.htm>, свободный. Яз. англ. (дата обращения: 17.10.2011).
5. Tsierkezos N.G., Molinou I.E. Thermodynamic Properties of Water + Ethylene Glycol at 283.15, 293.15, 303.15, and 313.15 K // J. Chem. Eng. Data. – 1998. – V. 43. – P. 989–993.
6. Zhou Y., Li S., Zhai Q., Jiang Y., Hu M. Compositions, Densities, and Refractive Indices for the Ternary Systems Ethylene Glycol + NaCl + H<sub>2</sub>O, Ethylene Glycol + KCl + H<sub>2</sub>O, Ethylene Glycol + RbCl + H<sub>2</sub>O, and Ethylene Glycol + CsCl + H<sub>2</sub>O at 298.15 K // J. Chem. Eng. Data. – 2010. – V. 55. – P. 1289–1294.
7. Дыммент О.Н., Казанский К.С., Мирошников А.М. Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. – М.: Химия, 1976. – 376 с.

**Белов Николай Павлович** – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, старший научный сотрудник, [ttoe@hotmail.ru](mailto:ttoe@hotmail.ru)

**Лапшов Сергей Николаевич** – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, аспирант, [serglapshov@gmail.com](mailto:serglapshov@gmail.com)

**Патяев Александр Юрьевич** – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, аспирант, [neverfall86@gmail.com](mailto:neverfall86@gmail.com)

**Шерстобитова Александра Сергеевна** – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ассистент, [ashev87@mail.ru](mailto:ashev87@mail.ru)