

УДК 628.1.03:53 + 546.212\*2

**В.В. Гончарук<sup>1</sup>, Е.А. Орехова<sup>2</sup>, М.Д. Скильская<sup>1</sup>,  
А.А. Кавицкая<sup>1</sup>**

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КРИОСКОПИИ  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАМЕРЗАНИЯ ВОД  
С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ДЕЙТЕРИЯ**

<sup>1</sup>Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского  
НАН Украины, г. Киев;

<sup>2</sup>University of Geneva, Versoix, Switzerland  
a\_kav@ukr.net

*Методом криоскопии определена температура замерзания легкой воды с  $D/ = 4,2$  пррт,  $^{16}O / ^{18}O = 910$  пррт. Установлено, что легкая вода замерзает при плюсовой температуре  $(0,3 \pm 0,1^\circ C)$  независимо от скорости охлаждения. Показано, что замерзает легкая вода начинает только в переохлажденном метастабильном состоянии. В условиях эксперимента зародышеобразование и рост дендритовых кристаллов льда зависит от скорости охлаждения и начинается при температуре  $-5,3; -8,8; -9,8 \pm 0,1^\circ C$  со средней скоростью охлаждения соответственно  $0,2; 0,3; 0,5^\circ C \text{ мин}^{-1}$ . Показано, что в обычной воде рост дендритовых кристаллов льда начинается при минусовой температуре  $(-6,4; -7,5; -8,8 \pm 0,1^\circ C)$  и увеличивается с повышением средней скорости охлаждения соответственно от  $0,2$  до  $0,6^\circ C \text{ мин}^{-1}$ . Установлено, что начальная температура замерзания тяжелой воды составляет  $-3,0 - -4,0 \pm 0,1^\circ C$  при скорости ее охлаждения  $0,2 - 1,0^\circ C \text{ мин}^{-1}$ . Однако при этом температура замерзания обычной и тяжелой вод не зависит от скорости охлаждения и, согласно справочным данным, составляет соответственно  $0,1 \pm 0,1$  и  $3,9 \pm 0,1^\circ C$ .*

**Ключевые слова:** криоскопия, легкая вода, тяжелая вода, температура охлаждения, температура замерзания.

**Введение.** Результаты двадцатилетних исследований обычной воды с природным изотопным составом обобщены в [1]. За последнее десятилетие изучение этого объекта продолжает расширяться, внося

© В.В. Гончарук, Е.А. Орехова, М.Д. Скильская, А.А. Кавицкая, 2015

temperature when the process of heavy water freezing starts, is  $-3,0 - -4,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$  at a speed cooling of  $0,2 - 1,0^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ . However, freezing temperature of usual and heavy water doesn't depend on cooling rate and corresponds to reference values  $0,1 \pm 0,1^\circ\text{C}$  and  $3,9 \pm 0,1^\circ\text{C}$  respectively.

#### Список использованной литературы

- [1] *Вода и водные растворы при температурах ниже  $0^\circ\text{C}$*  / Под ред. Ф. Франкса. – К.: Наук. думка, 1985. – 388 с.
- [2] *Goncharuk V.V.* Science about water. – К.: Nauk. dumka, 2010. – 512 p.
- [3] *Goncharuk V.V., Kavitskaya A.A., Romanyukina I.Y. et al.* // Chem. Central. J. – 2013. – 7, N 103. – P. 1 – 5.
- [4] *Robinson G.W., Cho C.H., Gellene G.I.* // J. Phys. Chem., B. – 2000. – 104. – P. 7179 – 7182.
- [5] *Cho C.H., Singh S., Robinson G.W.* // Chem. Phys. – 1998. – 232. – P. 329 – 341.
- [6] *Chaplin M.F.* // Biophys. Chem. – 2000. – 83. – P. 211 – 221.
- [7] *Khan A., Khan M.R., Khan M.F., Khanam F.* // Jap. J. Appl. Phys. – 2001. – 40. – P. 1467 – 1471.
- [8] *Khan A., Khan R., Khan M.F., Khanam F.* // Chem. Phys. Lett. – 1997. – 266. – P. 473 – 480.
- [9] *Huang C., Wikfeldt K.T., Tokushima T. et al.* // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2009. – 106. – P. 15214 – 15218.
- [10] *Braga S.L., Milon J.J.* // Int. J. Heat and Mass Transfer. – 2012. – 55. – P. 3694 – 3703.
- [11] *Goncharuk V., Lapshin B., Burdeinaya T. et al.* // J. Water Chem. and Technol. – 2011. – 33, N1. – P. 8 – 13.
- [12] *Bigg E.K.* // Proc. Phys. Soc. – 1953. – 66. – P. 688 – 694.
- [13] *Bigg E.K.* // Quart. L. Met. Soc. – 1953. – 79. – P. 510 – 516.
- [14] *Стромберг А.Г., Семченко Д.П.* Физическая химия: В 2-х т. – М.: Высш. шк., 2001. – Т. 1. – 527 с.
- [15] *Краткий справочник по химии* / Под ред. О.Д. Куриленко. – К.: Наук. думка, 1974. – 992 с.
- [16] *Краткая химическая энциклопедия* / Под ред. И. Л. Кнунянц и др. – М.: Сов. энцикл., 1967. – Т. 5. – 1184 с.
- [17] *Goncharuk, V.V., Burdeinaya, T.N., Romanyukina, I.Y. et al.* // J. Water Chem. and Technol. – 2014. – 36, N3. – P. 103 – 109.
- [18] *Изотопный состав воды*/Энциклопедия. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1504699>

Поступила в редакцию 20.11.2014 г.