

Н.А. Мишук

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРИСТОГО ЛЬДА

Институт коллоидной химии и химии воды
им. А.В. Думанского НАН Украины, г. Киев
nat_mis@ukr.net

Получены экспериментальные данные о скорости замерзания воды и формировании цилиндрических и сферических газовых включений, возникающих во льду при охлаждении воды, находящейся в равновесии с атмосферой. Предложены теоретические модели, описывающие изменение агрегатного состояния воды, концентрирование газа и формирование пористого льда. Проанализированы форма и размер возникающих газовых включений.

Ключевые слова: давление Лапласа, диффузия, кристаллизация, межфазная граница, теплопроводность, фазовый переход.

Введение. Исследование закономерностей процесса отверждения воды и характеристик образовавшегося льда нашло отражение в биологии и медицине [1, 2], космологии [3], а также биогеохимии, экологии и палеоэкологии [4 – 14]. Например, структура пористого морского льда и его газопроницаемость [8 – 10] влияют на баланс кислорода и парниковых газов в Арктике и Антарктике, а также на климатические изменения в целом.

Учитывая важность закономерностей возникновения и структуры льда для состояния водного бассейна и атмосферы Земли, в данной работе проведено экспериментальное исследование формирования твердой фазы воды, находящейся в равновесии с атмосферой. Также предложены теоретические модели, описывающие снижение температуры и изменение агрегатного состояния воды, диффузию и концентрирование газа. Проанализированы механизм возникновения, форма и размер газовых включений, формирующих пористый лед.

Экспериментальное исследование структуры льда. Тонкостенный стеклянный цилиндр диаметром 8 и высотой 11 см заполняли дистиллированной водой при начальной температуре 20°C, закрывали и поме-

which is in equilibrium state with atmosphere, are obtained. The theoretical models, which describe the change of aggregate state of water, concentration of gas and formation of porous ice, are developed. The shape and sizes of appeared gas inclusions are analyzed.

Список использованной литературы

- [1] *Karlsson J.O.M., Toner M.* // *Biomaterials.* – 1996. – **17**, N3. – P. 243–256.
- [2] *Matsumoto K., Sameshima K., Teraoka Y. et al.* // *Int. J. Refrigeration.* – 2013. – **36**, N3. – P. 842–851.
- [3] *Steiner G., Komle N. I.* // *Planet. Space Sci.* – 1991. – **39**, N3. – P. 507–513.
- [4] *Бортковский П.С.* // *Изв. РАН, Физика атмосферы и океана.* – 2012. – **48**, №3. – С.602–607.
- [5] *Niedrauer T.M., Martin S.* // *J. Geophys. Res.* – 1979. – **84**, N3. – P. 1176–1186.
- [6] *Gosink T.A., Pearson J.G., Kelley J.J.* // *Nature.* – 1976. – **263**, N 5572. – P. 41–42.
- [7] *Eicken H., Bock C., Witting R., Miller H., Portner H.O.* // *Cold Regions Sci. Technol.* – 2000. – **31**, N3. – P. 207–225.
- [8] *Cole D.M., Eicken H., Frey K., Shapiro L.H.* // *J. Geophys. Res.* – 2004. – **109**, N C8. – P. C08012.
- [9] *Semiletov I., Makshtas A., Akasofu S.-I., Andreas E.* // *Geophys. Res. Lett.* – 2004. – **31**, N5. – L05121.
- [10] *Vancoppenolle M., Meiners K. M., Michel C. et al.* // *Quaternary Sci. Rev.* – 2013. – **79**. – P. 207–230.
- [11] *Raynaud D., Lorius C.* // *Comptes Rendus Geosci.* – 2004. – **336**, N7/ **8**. – P. 647–656.
- [12] *Ikeda-Fukazawa T., Fukumizu K., Kawamura K. et al.* // *Earth and Planet. Sci. Lett.* – 2005. – **229**, N3/4. – P. 183–192.
- [13] *Severinghaus J. P., Battle M. O.* // *Ibid.* – 2006. – **244**, N 1/2. – P. 474–500.
- [14] *Langway C. C.* // *Cold Regions Sci. Technol.* – 2008. – **52**, N2. – P. 101–117.
- [15] *Тихонов А.Н., Самарский А.А.* Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1966. – 724 с.
- [16] *Чиркин В.С.* Теплофизические свойства материалов. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры. 1959. – 357 с.

Поступила в редакцию 25.03.2014 г.