

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ IN SITU МОНИТОРИНГ НЕРАВНОВЕСНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ЛЬДА В ПЕРЕОХЛАЖДЕННОЙ ВОДЕ

М.А.Желтов, А.Е.Золотов, В.В.Скворцов, А.А.Шибков

Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина,
392000, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33, E-MAIL: shibkov@tsu.tmb.ru

Известно, что в условиях неравновесного роста кристалла из переохлажденного расплава фазовая граница является источником физических полей не только диффузионной природы, но также акустического и электромагнитного. Последнее характерно для многих диэлектриков и связано с возникновением разности электрических потенциалов между твердой и жидкой фазами, достигающей при определенных условиях (например, при кристаллизации водных растворов электролитов) десятков вольт (эффект Воркмана-Рейнольдса). В [1] обнаружено, что кристаллизация дистиллированной воды сопровождается электромагнитным излучением импульсного характера, амплитудой от нескольких десятков до сотен микровольт. При различных степенях исходного переохлаждения воды формируются различные морфологические типы неустойчивости фазовой границы лед/вода [2]. Амплитудно-частотные характеристики сигнала электромагнитного излучения при кристаллизации, таким образом, определяются как геометрией фазовой границы и характером ее движения, так и мощностью двойного электрического слоя, формирование которого происходит за счет диффузии примесных ионов на фронте кристаллизации. Изменение концентрации примеси в расплаве влияет на морфологические характеристики растущих кристаллов льда и, следовательно, на параметры электромагнитного сигнала, сопровождающего процесс кристаллизации. Были проведены систематические исследования роста льда в чистой воде, водном растворе NaCl и морской воде при различных исходных переохлаждениях. Обнаружено, что фазовая граница лед-морская вода (или лед-раствор NaCl) морфологически более неустойчива, чем в случае пресной воды, из-за наличия большего уровня концентрационного шума системы.

Поскольку неравновесная динамика фазовой границы является источником электрического поля, возможен и обратный эффект – влияния внешнего электрического поля на динамику фазовой границы, что в перспективе дает возможность управления ростом неравновесной структуры кристалла. Полученные результаты имеют важное фундаментальное и прикладное значение. В частности, помимо традиционной задачи, состоящей в получении кристаллов с заданными свойствами, в настоящее время процессы неравновесного роста представляют несомненный интерес и для медицины. Так форма дендритов некоторых кристаллов используется в диагностических целях. Кроме того, исследование процесса замерзания водных растворов может указать пути решения такой важной проблемы, как деграция и электромагнитное излучение живой клетки при замерзании и размораживании.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 09-02-97540-р_центр-а).

ELECTROMAGNETIC IN SITU MONITORING OF NONEQUILIBRIUM CRYSTALLIZATION OF ICE IN SUPERCOOLED WATER

A.A.Shibkov, M.A.Zhelotov, V.V.Skvortsov, A.E.Zolotov

Tambov State University. 392000, Tambov, Internationalnaya str., 33, E-MAIL: shibkov@tsu.tmb.ru

The electromagnetic signals accompanying freezing distilled water, and dilute aqueous NaCl solution and sea water is revealed and investigated. The electromagnetic signal is a sequence of discrete pulses of the electric field potential in the vicinity of the outward surface of ice-water system during the crystallization process. We found correlation between parameters of emission and kinetics and morphology of growing ice.

Литература

1. Shibkov A.A., Golovin Yu.I, Zheltov M.A. In situ monitoring of growth of ice from supercooled water by a new electromagnetic method // J. Cryst. Growth. 2002. V. 236. № 1-3. P. 434.
2. Shibkov A.A., Golovin Yu.L, Zheltov M.A. et al. Morphology diagram of nonequilibrium patterns of ice crystals growing in supercooled water // Physica A. 2003. V. 319. P. 65-79.