

УДК 621.54
ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ ВОДНОГО РАСТВОРА НИТРАТА НАТРИЯ

А. Н. ЖОГАЛЬСКИЙ, В. П. ЗЫЛЬКОВ, А. М. МУРАЧЕВ
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

На практике часто возникает необходимость в применении теплоносителей и хладоносителей. Температурный интервал применения теплоносителя ограничен его фазовыми переходами (кипение и кристаллизация). Хорошими теплофизическими свойствами обладает вода, но применение её ограничено высокой температурой кристаллизации (0°C). Для понижения температуры замерзания применяются её растворы с этиленгликолем (антифризы) и неорганическими солями NaCl , MgCl_2 , CaCl_2 (рассолы). Антифризы обладают относительно высокой вязкостью и, соответственно, низкой теплопроводностью. Рассолы по свойствам близки к воде, но входящий в их состав хлорид ион является сильным активатором коррозии. Этот недостаток можно устранить заменив в составе соли хлорид ион на нитрат ион. Окислительные свойства нитрат иона в нейтральной среде невысоки ($\varphi^0 = +0,01 \text{ В}$).

Авторами в качестве объекта исследования выбран водный раствор NaNO_3 . В ранее проведенном исследовании была установлена его высокая растворимость в воде и относительно низкая вязкость данных растворов. Целью работы явилось экспериментальное определение влияния концентрации соли на температуры фазовых переходов (кристаллизации) данного смесового теплоносителя.

Методика эксперимента. Нитрат натрия квалификации ч.д.а. Вода дистиллированная. Контроль температуры приводился термометром с ценой деления $0,1$ градуса с интервалом измерения от $+20$ до -30°C . Охлаждение проводилось в специальной морозильной камере. Для предупреждения переохлаждения раствора ниже температуры кристаллизации, к раствору добавлялись частицы тонкоизмельченного стекла.

В процессе исследования были экспериментально определены кривые охлаждения водных растворов нитрата натрия. Анализ кривых охлаждения позволил установить температуры фазовых переходов. В табл. 1 приведены значения температур замерзания растворов при определенных значениях процентной (ω) и моляльной (ν) концентраций нитрата натрия.

Табл. 1. Температуры фазовых переходов (кристаллизации) растворов нитрата натрия

ω , %	14,9	17,0	19,0	24,5	30,8	35,55	39,6
ν , моль/кг	2,05	2,4	2,75	3,8	5,2	5,9	7,7
$T_{\text{зам. экс.}}$, °С	-10,6	-11,5	-12,8	-15,3	-17,0	-16,3	-15,8

Из приведенных в таблице экспериментальных данных следует, что характер зависимости температур замерзания от концентрации соли согласуется с диаграммой состояния двойной системы без образования между компонентами системы химических соединений. В области примерно 30 % раствора находится эвтектическая точка. Данные до и после эвтектической точки (в случае графической зависимости это линии ликвидуса) позволяют установить температуры начала кристаллизации отдельных компонентов. В эвтектической точке, которая соответствует температуре замерзания, примерно, -17 °С происходит кристаллизации обоих компонентов раствора.

Расчет по закону Рауля температуры кипения 30 % дает значения $+105,2$ °С. С учетом высокой ионной силы данного раствора, температура кипения должна составлять примерно $+102,5$ °С. Таким образом, рабочий температурный интервал применения данного теплоносителя при эвтектической концентрации находится в температурном интервале, примерно, $+90 \dots -10$ °С.