

Холодоаккумулирующие материалы на основе водно-солевых систем

Долесов А.Г., Данилин В.Н., Хрисониди В.А

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье приведены исследования водно-солевых систем и на их основе разработаны и рекомендованы холодоаккумулирующие материалы. Которые получили широкое применение: для стабилизации температуры некоторых элементов радио - и опто-электронной аппаратуры, в холодильной технике, для хранения и транспортировки медицинских препаратов и пищевых продуктов.

Ключевые слова. Водно-солевые системы, эвтектические смеси, аккумулярование холода, холодоаккумулирующие материалы (ХАМ).

COLD ACCUMULATING MATERIAL WATER-SALT SYSTEM

Dolesov A.G., Danilin V.N., Hrisonidi V.A.

Kuban Staty University of Technologies

Annotation. In this article describes the study of water-salt systems and use them to develop and recommend cold accumulating material. Which are widely used for temperature stabilization of some elements of radio, and optoelectronic equipment, in refrigerating facilities, for storage and transportation of medical and foodstuff.

Key words. Water-salt systems, eutectic mixtures, cold storage, cold accumulating material (CAM).

Аккумуляции холода в последнее время уделяют большое внимание. Так как они получили широкое применение: для стабилизации температуры некоторых элементов радио - и опто-электронной аппаратуры, в холодильной технике, для хранения и транспортировки медицинских препаратов и пищевых продуктов.

Аккумуляция холода (АХ) осуществляется, как правило, за счет теплоты фазового перехода при температуре плавления или кристаллизации индивидуальных веществ или их смесей.

Для рекомендации веществ в качестве холодоаккумулирующие материалы (ХАМ) необходимо, чтобы они удовлетворяли следующим требованиям:

- иметь необходимую температуру плавления;
- высокую удельную теплоту фазового перехода;
- незначительную величину переохлаждения при кристаллизации;
- сохранение стабильности свойств при многократных циклах плавления и кристаллизации;
- незначительную токсичность, взрывобезопасность;
- доступность и низкую стоимость.

Анализ научно-технической литературы показал, что в качестве АХ, перспективными веществами являются многие водно-солевые системы.

Однако отсутствие важных физико-химических характеристик для многих систем исключает возможность использования их в качестве АХ без проведения специальных исследований.

К настоящему времени, к разработке холодоаккумулирующих материалов, посвящено много работ.

Из справочной литературы (Киргинцев А.Н., Трушников Л.Н., Лаврентьева В.Г. Растворимость неорганических веществ в воде. Справочник. Издательство "Химия". Л., 1972 г., стр. 248) выбраны эвтектические смеси с температурой плавления ниже 0 °С (табл. 1), которые могут быть использованы в качестве холодоаккумулирующих материалов (ХАМ).

Таблица 1 - Холодоаккумулирующие материалы на основе водно-солевых систем

№ п/п	Состав, мас. % соли	T _{пл} , °С
1	NaCl - 23,3	- 21,2
2	KCl - 19,7	- 10,6
3	RbCl - 40,2	- 17
4	NH ₄ Cl - 19,7	- 15,2
5	MgCl ₂ - 30,6	- 16,3
6	CaCl ₂ - 30,5	- 49,8
7	SrCl ₂ - 26,2	- 18,7
8	CdCl ₂ - 43,4	- 11,5
9	CoCl ₂ - 26	- 27,3
10	NaBr - 40,3	- 28,2
11	KBr - 32	- 13
12	NH ₄ Br - 32,1	- 17
13	SrBr ₂ - 26,2	- 28
14	BaBr ₂ - 26,2	- 22,6
15	LiOH - 10,5	- 18,2
16	Li ₂ SO ₄ - 27,2	- 22,9
17	Na ₂ SO ₄ - 4	- 1,2

18	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - 12,7	- 19
19	MgSO_4 - 19,4	- 5,2
20	MgSO_4 - 18,6	- 4,8
21	CdSO_4 - 43	- 16,8
22	Al_2SO_4 - 27,2	- 12
23	LiNO_3 - 24,6	- 22,8
24	NaNO_3 - 38,2	- 17,4
25	NaNO_3 - 44	- 23,3
26	KNO_3 - 11	- 3
27	NH_4NO_3 - 42,8	- 16,7
28	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ - 42,5	- 28,4
29	$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ - 36,9	- 16
30	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ - 38,9	- 32
31	$\text{Al}(\text{NO}_3)_2$ - 36,9	- 27
32	$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ - 36,9	- 27,8
33	K_3PO_4 - 38,3	- 24
34	K_2HPO_4 - 36,8	- 13,5
35	Na_2CO_3 - 5,75	- 2,1
36	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ - 30	- 14,6
37	K_2CO_3 - 40,4	- 36,4
38	NaHCO_3 - 6,26	- 2,33
39	NH_4HCO_3 - 9,5	- 3,9

Методом дифференциально-термического анализа (ДТА), детально исследованы эвтектические смеси с номерами 1, 2, 4-8, 17-20, 24, 27, 29, 35-39. Исследования показали, что многие из этих систем при кристаллизации переохлаждаются на 10 - 20 °С, а отдельные смеси не кристаллизуются даже при охлаждении до 50 °С ниже температуры ее плавления и переходят в стеклообразное состояние (например смесь № 6).

Вопросу снижения переохлаждения веществ посвящено ряд теоретических и экспериментальных работ, но до конца этот вопрос остается нерешенным. Поэтому на практике для каждого вещества этот вопрос решается эмпирическим путем. В связи с этим, нами были проведены исследования и найдены эффективные инициаторы кристаллизации для большинства смесей, которые снижают величину переохлаждения до 5 °С.

Запись кривых нагрева и охлаждения показали, что для отдельных смесей стабильность температуры плавления и кристаллизации при многократном цикле нарушается. По нашему мнению, это связано с тем, что при многократных циклах фазового перехода, из-за различной плотности веществ происходит частичное расслоение компонентов. В результате исследований было установлено, что если в эти смеси с инициаторами кристаллизации вводить загустители, то можно исключить их расслоение и тем

самым сохранит стабильность температуры плавления и кристаллизации. Для каждого класса смесей подобраны эффективные загустители.

На основании этих исследований уточнены координаты эвтектик некоторых систем, определены их теплоты плавления, подобраны эффективные инициаторы кристаллизации, загустители и они рекомендованы в качестве ХАМ. Например, разработанный ХАМ с температурой плавления минус 15 °С успешно используется для транспортировки биоматериалов и плазмы крови из космической станции.

Кроме того, разработаны ХАМ с более низкими температурами плавления (ниже минус 85 °С) на основе органических веществ, которые используются на практике.