

УДК 621.564.3.

Низкотемпературные экологически чистые хладоносители

Д-р хим. наук **В.П. БАРАННИК**

Московский государственный областной университет

Д-р техн. наук **Б.Т. МАРИНЮК**

Московский государственный университет инженерной экологии

Низкотемпературные хладоносители широко применяются в пищевой, химической и других отраслях промышленности, в медицине и т. д.

При всем многообразии существующих в настоящее время хладоносителей их низкотемпературная группа весьма ограничена. Среди солевых хладоносителей можно отметить водные растворы формиатов калия и натрия, а также хлорида кальция, работающего при температурах до -50°C . Несколько шире ряд органических соединений, которые можно применять при низких температурах: дихлорметан (R30), трихлорэтилен,

ацетон, водные растворы некоторых спиртов. Условно в этот ряд можно включить и водный раствор этиленгликоля, однако его вязкость заметно увеличивается при температурах ниже -35°C . [1]

Обе названные группы хладоносителей весьма уязвимы с точки зрения экологической чистоты, особенно хладоносители органического происхождения. Они отрицательно влияют на окружающую среду, большая часть их пожаро- и взрывоопасна при положительных температурах, а этиленгликоль, R30 и трихлорэтилен являются токсичными соединениями.

К экологически чистым низкотемпературным хладоносителям можно отнести только водные растворы хлорида кальция (солевая группа) и этилового спирта (группа органических соединений).

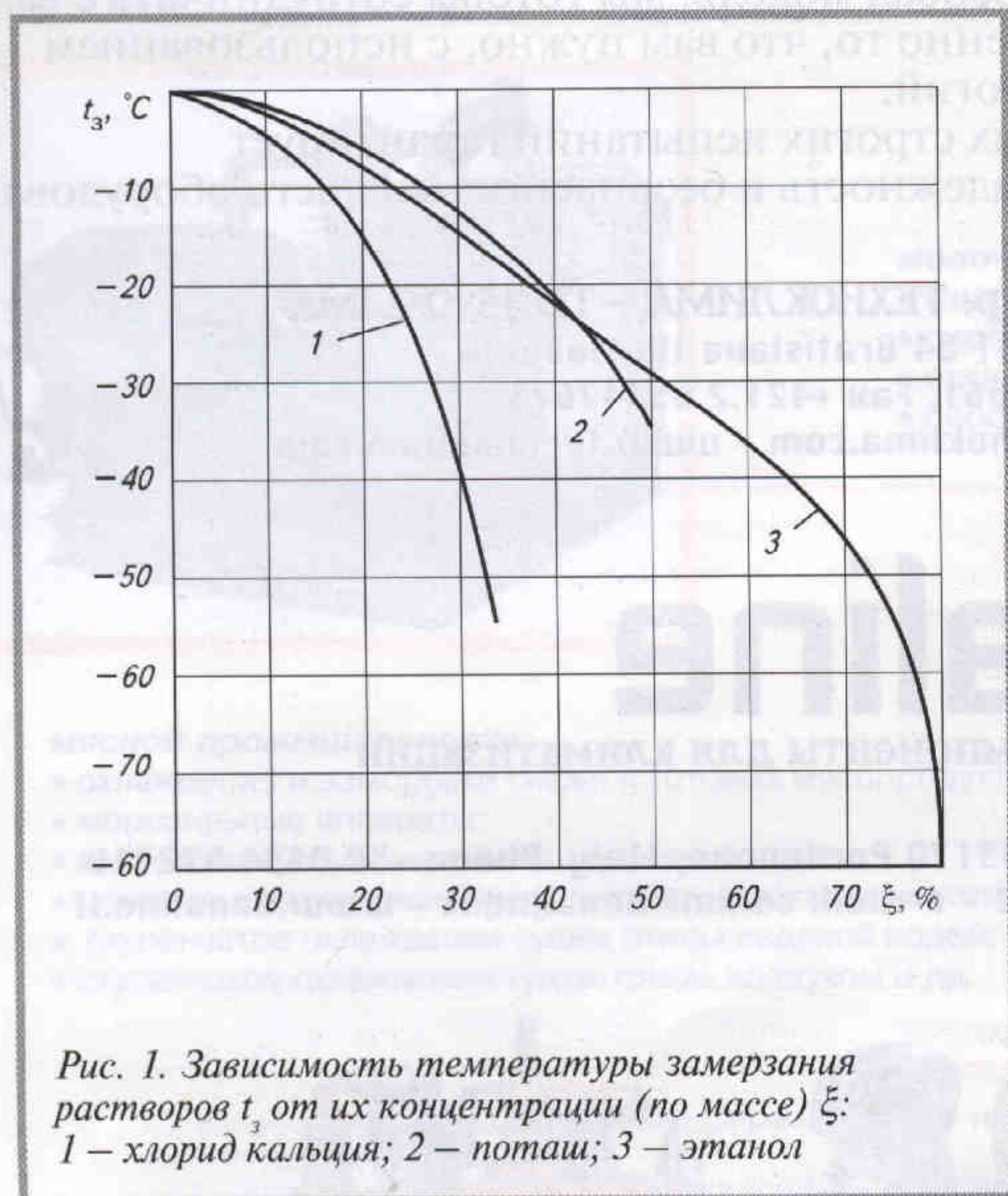
Хлорид кальция применяют в технике с давних пор, например еще в конце XIX в. при смешении гексагидрата хлорида кальция со снегом или льдом получали эвтектический лед с температурой плавления -55°C . Водный раствор хлорида кальция широко применяют в современной холодильной технике благодаря хорошим теплофизическим свойствам

Ecologically pure low-temperature coolants have been considered: calcium chloride and ethyl alcohol solutions. Their comparative characteristics are presented: dependence of freezing temperature of the solution from concentration and viscosity from temperature. Aqueous-alcohol coolants of the mark «Ecofrost» are described in more detail.

и возможности использования в широком диапазоне температур (+40...-50 °C).

Относительно низкая стоимость соли определяется наличием в стране развитой сырьевой и промышленной базы (CaCl_2 – побочный продукт содового производства). Однако более широкое применение раствора хлорида кальция сдерживается его высокой коррозионной активностью. Частично разрешить проблему помог созданный авторами эффективный ингибитор коррозии ИКХ, позволяющий предохранять основные конструкционные материалы (черные стали, медь, сплавы на основе меди) от коррозионного разрушения вплоть до температуры 40 °С. Состав ингибитора ИКХ позволяет использовать хладоноситель в пищевой промышленности [2].

Определяющими свойствами низкотемпературных хладоносителей являются морозостойкость (или температура замерзания) и вязкость при низких температурах. На рис. 1 представлены кривые зависимости температуры замерзания водных растворов хлорида кальция, этилового спирта и поташа от их концентрации. Как видно из рис. 1, кривая замерзания раствора хлорида кальция отличается большей крутизной, поэтому рабо-



чий диапазон применения раствора CaCl_2 лежит в пределах концентрации 25–32 %, тогда как для водных растворов спирта и поташа рабочие концентрационные пределы гораздо шире. Такая концентрация CaCl_2 определяет приемлемое значение вязкости раствора даже при температурах ниже -30°C (см. рис. 2).

В НПО «Химсинтез» (г. Красноармейск) разработан хладоноситель «Экофрост», представляющий собой водно-спиртовую композицию с комплексом присадок, обеспечивающих отсутствие коррозионного воздействия на основные конструкционные материалы и сплавы. Он совместим с резинами и пластмассами. Производятся «Экофросты» марок 20, 40, 60, 80 и 100 (цифра соответствует

Температура, °С	Динамическая вязкость, мПа · с		Плотность, кг/м³		Теплоемкость, кДж/(кг · К)		Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · К)	
	40	60	40	60	40	60	40	60
–61,5	—	84	—	919	—	4,0	—	0,217
–40	46,8	22	936,5	905	4,086	4,013	0,264	0,216
–30	23,7	12,4	932	898	4,088	4,018	0,270	0,215
–20	12,6	8	926,5	890	4,091	4,021	0,270	0,214
–10	7,4	5	919,5	882	4,094	4,034	0,273	0,213
0	4,8	3,6	911,5	874,8	4,097	4,043	0,278	0,212
10	3,2	2,6	905	867,7	4,099	4,052	0,281	0,211

Сопоставление динамической вязкости «Экофростов» 40 и 60, водного раствора хлорида кальция и фризума в зависимости от температуры представлено на рис. 2. Показатели вязкости «Экофроста 60» и фризума в диапазоне температур $-40 \dots -10$ °C практически совпадают. Вязкости водных растворов хлорида кальция и «Экофроста 40» близки и в среднем на 40–50 % выше, чем у «Экофроста 60» и фризума. Величины объемных теплоемкостей сравниваемых хладоносителей также мало различаются.

«Экофросты» и растворы хлоридов кальция производятся в России, они дешевле фризума. Некоторым препятствием для масштабного применения «Экофростов» марок 40, 60 и выше являются их горючесть и летучесть водно-спиртового раствора, особенно при концентрации выше 35 % по объему. Однако

В случае отепления системы хладоноситель должен быть слит из ванны испарителя в замкнутую емкость, отсекаемую от окружающей среды и других коммуникаций установки с помощью специальной арматуры.

В заключение укажем на уникальную возможность охлаждения ряда скоропортящихся продуктов (рыбы, мясопродуктов) путем непосредственного погружения их в ванну с холодным «Экофростом». Из-за высокой интенсивности теплообмена такой прием охлаждения весьма эффективен.

1. Богданов С.Н., Бурцев С.И., Иванов О.П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ/Справ./ Под ред. С.Н. Богданова. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: СПбГАХП, 1999.

2. **Маринюк Б.Т.** Вакуумно-испарительные холодильные установки, теплообменники и газификаторы техники низких температур. – М.: Энергоатомиздат, 2003.