

БЕЗМАШИННІ ЗАСОБИ ОХОЛОДЖЕННЯ
З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Якушенко Є. М., к.т.н., доц., e-mail: papelats@ukr.net

Семенюк Д. П., к.т.н., проф., e-mail: dmitriy.semeniuk@gmail.com

Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження. На сучасному рівні функціонування холодильного та кліматичного обладнання в умовах відсутності стаціонарного забезпечення джерелами енергії можливо за рахунок застосування безмашинних засобів охолодження або машинного охолодження з використанням альтернативних (нетрадиційних) джерел енергії. Найбільш актуальності це питання набуває для забезпечення холодом мобільних військових кухонь в польових умовах.

Мета дослідження. Розглянемо можливі варіанти вирішення даної проблеми з метою подальшого вибору найбільш оптимального рішення холодопостачання.

Основні матеріали досліджень. Безмашинні способи охолодження ґрунтуються на процесах плавлення, випаровування, сублімації з використанням готових холодоносіїв (водний, евтектичний і сухий лід, повітря).

Охолодження водним льодом. Засноване на властивості льоду в процесі плавлення поглинати велику кількість теплоти (335 кДж/кг). Крижане охолодження дозволяє доводити температуру в середовищі, яке охолоджується до +4...+6°C, що цілком достатньо для зберігання багатьох швидкопсувних продуктів. Залежно від способу отримання водний лід буває природним і штучним. Природний лід – пошарове заморожування води в зимовий час або випилювання з водою. Штучний виготовляють на льодозаводах за допомогою холодильних машин. Фізичні властивості однакові. Використовують в основному для охолодження напоїв, плодів, ягід, зелені, овочів, риби та морепродуктів. Є найбільш доступним, простим, екологічно чистим, відносно дешевим. Недоліки крижаного охолодження: недостатньо низька температура, великі витрати праці при заготівлі, транспортуванні, необхідність постійного поповнення і видалення талої води.

Льодосоляне охолодження – це охолодження за допомогою суміші дробленого водного льоду і солі. Завдяки додаванню солі швидкість танення льоду збільшується, а температура танення льоду знижується. Це пояснюється тим, що додавання солі викликає ослаблення молекулярної взаємодії та руйнування кристалічних решіток льоду. При цьому способі до теплоти, що поглинається льодом, додається теплота, яка поглинається сіллю при її розчиненні в воді, що утворилася в суміші. Температура плавлення суміші залежить від концентрації та хімічного складу солі. Розчин солі з найнижчою температурою танення називається евтектичним, а температура його танення – криогідратною точкою. Так, при концентрації NaCl в розчині 23,1% можна отримати температуру в середовищі, яке охолоджується -21°C. Під час заморожування водного розчину NaCl в концентрації, що відповідає криогідратній точці, отримуємо однорідну суміш кристалів льоду і солі, яка називається евтектичним твердим розчином. Евтектичний розчин застосовують для зероторного охолодження. Для цього в зероти – наглухо запаянні форми – заливають евтектичні розчини і заморожують їх. Льодосоляні суміші застосовують в основному для охолодження вагонів-льодовиків, переносних сумок-холодильників. Перевага даного способу – більш низька температура охолодження, недолік – більш дорогий процес.

Останнім часом евтектичне охолодження набуває популярності при перевезенні швидкопсувної продукції та фармацевтичних препаратів в ізотермічному транспорті або контейнерах завдяки застосуванню сучасних евтектичних розчинів (водяних розчинів кристалогідратів, гліколів та спиртів). Сьогодні широко застосовуються так звані побутові АХ для сумок-холодильників, переносних контейнерів із температурою фазового переходу від мінус 2 до мінус 5°C. Проведений огляд показав, що для енергоефективного практичного

застосування евтектичних холодильних систем (ЕХС) необхідні АХ із більш широким діапазоном температур. Для цього перспективним є застосування водно-солевих систем неорганічних солей як робочих речовин, яким притаманна висока теплота фазового перетворення та відносно невелика вартість [4].

Дослідженнями вчених [5] встановлено, що багато водно-солевих систем переохолоджуються більш ніж на 30...50°C, а деякі з них узагалі не кристалізуються та переходять у склоподібний стан, деякі системи розшаровуються. Ці явища ускладнюють використання їх як АХ, бо порушуються оборотність і стабільність температури початку кристалізації таких систем, витрачається велика кількість енергії та часу. Для запобігання розшаруванню розчинів була доведена необхідність вводити в них згущувачі. Найчастіше як згущувач використовують карбоксиметилцелюлозу (КМЦ).

Найбільш перспективними речовинами для АХ, за даними авторів [6], виявилися водяні розчини кристалогідратів: хлориди натрію, калію, магнію, амонію, стронцію, бікарбонату натрію, броміди натрію, стронцію, нітрати нікелю, магнію, цинку, роданід амонію.

Охолодження сухим льодом. Сухий лід – це двоокис вуглецю CO_2 в твердому стані. Являє собою тверде кристалічне тіло білого кольору. При атмосферному тиску двоокис вуглецю перетворюється на вуглекислий газ, минаючи рідку фазу. Застосовують його в основному при транспортуванні морозива, фруктів і овочів, зберіганні та продажу їх в кіосках, наметах, на вулиці. Зберігають сухий лід в спеціальних контейнерах з посиленою теплоізоляцією. Переваги: більш низька температура охолодження (до мінус 78,9°C); вуглекислий газ, що виділяється, створює сприятливі умови для консервації швидкопсувних продуктів; відсутність вологи, необхідні санітарно-гігієнічні умови. Недоліки: висока вартість, шкідливість для обслуговуючого персоналу. Тривале вдихання повітря, що містить вуглекислий газ, викликає головний біль, запаморочення і нудоту. При концентрації більше 6% погіршується працездатність, з'являється сонливість, послаблюється дихання і серцева діяльність. При концентрації понад 9% людина швидко втрачає свідомість. Можливо обмороження рук.

Висновок. Обладнання, що працює на готових холодоносіях, просте за конструкцією і, отже, найбільш доступне, але воно має істотні недоліки: повну залежність від можливості і умов отримання холодоносіїв; великий обсяг вантажних робіт, пов'язаних з зарядкою холодоносіями і підтриманням гігієни в об'єктах охолодження.

Недоліки, що притаманні безмашинним способам охолодження, відсутні у машинних способах, коли енергія (механічна, тепла, електрична) надходить ззовні. На сьогодні ці способи є найбільш поширеними. У порівнянні з безмашинними способами машинне охолодження має значні переваги: можливість створення низької температури в широкому діапазоні, автоматизація всіх процесів, легкість експлуатації та технічного обслуговування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Холодильні установки : підручник. 6-е вид., перероб. та доп. Одесса. Пальміра, 2006. С. 552.
2. Сайт компанії «CarrierTransicold» : веб-сайт. URL:www.carriertransicoldeurope.com (дата звернення 10.07.2019).
3. Евтектические плиты : веб-сайт. URL: <https://www.fic.com/ru/product/eutectic-plates> (дата звернення 10.07.2019).
- 4.Обзоры по теплофизическим свойствам веществ : монография М. ИВТАН, 1990. № 2 (82). С. 105.
5. Данилин В. Н. Холодоаккумулирующие материалы на основе водно-солевых систем. *Физико-химический анализ многокомпонентных систем.* 2010. № 5. веб-сайт. URL:<http://www.kubstu.ru/fh/farms> (дата звернення 10.07.2019).
6. Долесов А. Г. Холодоаккумулирующие материалы на основе водных растворов солей. *Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании: междунар. науч.-практ. конф.* Т. 30. География, Химия. Одесса, Черноморье, 2010. – С. 46–48.