

## ЕКСТРЕНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ ПОТЕРПІЛИХ ПРИ ПЕРЕГРІВАННІ ЗА ДОПОМОГОЮ ОХОЛОДЖУЮЧИХ ХІМІЧНИХ ПАКЕТІВ

В.А. Вольський<sup>1</sup>, А.А. Онасенко<sup>2</sup>, О.А. Гаврилко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Науково-дослідний інститут гірсько-рятувальних сил «Респіратор»,

<sup>2</sup>шахта ім. Ф.Е. Дзержинського ГП «Ровенькиантрацит»,

<sup>3</sup>Львівський інститут пожежної безпеки)

*Приведено результати досліджень по розробці хімічних засобів екстреного охолодження при перегріванні людей, що працюють в умовах мікроклімату, що нагріває. Засоби уявляють собою пакети з поліетиленової плівки, що містять роздільно хімічні реактиви і воду. Холод виробляється за рахунок розчинення інгредієнтів у воді при активації пакета.*

***екстрене охолодження, хімічні засоби, активація пакета, інгредієнт, перегрівання людей***

**Вступ.** В даний час у підрозділах гірничорятувальної служби (ГРС), як акумулятор холоду для засобів індивідуального протитеплого захисту, а також для екстреного охолодження потерпілих при перегріванні організму застосовуються водольодяні охолоджуючі елементи ОЕ-2 [1]. До переваг таких охолоджуючих елементів варто віднести простоту конструкції, низьку вартість холодоагенту (водяного льоду), можливість повторного використання.

Основний недолік – постійна витрата електроенергії для утримання ОЕ-2 у замороженому стані (що вимагає витрат приблизно 30 тис. грн у рік) і неможливість тривалого збереження їх поблизу місць застосування через відсутність вибухобезпечних електричних морозильних установок.

Як засоби надання допомоги потерпілим від перегрівання, поряд з водольодяними охолодними елементами, можуть бути використані охолодні пакети, у яких холод виділяється внаслідок ендотермічної реакції при розчиненні деяких речовин або їхніх сумішей у воді [2]. Охолодні пакети з хімічними інгредієнтами не вимагають застосування спеціального устаткування для транспортування і збереження, постійно готові до застосування, зберігають свої охолодні властивості протягом тривалого часу.

У вітчизняній і світовій практиці як інгредієнти для хімічних охолодних пакетів застосовують деякої солі: хлориди калію, кальцію або амонію (KCl, CaCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl), нітрати натрію або амонію (NaNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), тіосульфат натрію (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), а також карбамід (CH<sub>4</sub>ON<sub>2</sub>) [3, 4].

При розчиненні перерахованих вище речовин у воді відбувається значне зниження температури розчину. За рахунок цього з'являється можливість відводу тепла від тіла людини. Ступінь зниження температури усередині пакета, а отже, і його теплозахисні властивості, визначаються видом, співвідношенням і кількістю речовин, що знаходяться в пакеті. У зв'язку з цим були проведені експериментальні дослідження з визначення характеристик охолоджуючих пакетів з різними сумішами речовин.

Були досліджені суміші, що складаються з нітрату або хлорату амонію, карбонату натрію (безводного і декагідрату) і карбаміду в різних сполученнях з додаванням різних кількостей води. Усього досліджено 9 варіантів суміші.

Кожну з експериментальних сумішей поміщали в пакет з поліетиленової плівки, активували шляхом перемішування з водою, встановлювали термометр, а потім пакет з активованою сумішшю укладали в теплоізолюючу оболонку. Температуру суміші вимірювали з інтервалом 5 хв.

Експерименти показали, що суміш: нітрат амонію + декагідрат карбонату натрію дозволяє понизити температуру розчину більш, ніж на 30 °С. Однак практичне застосування такої суміші утруднено, тому що інгредієнти в пакеті повинні утримуватися роздільно і змішуватися безпосередньо перед застосуванням. У протилежному випадку при тривалому збереженні відбувається дегідратація карбонату натрію, і властивості суміші знижуються. Пакет же з роздільними інгредієнтами значно складніше у виготовленні і використанні.

Аналіз даних експериментів показав, що найбільш прийнятним для створення охолоджуючих пакетів представляється застосування карбаміду і солей амонію. Високі показники (зниження температури приблизно на 25 °С) отримані при використанні суміші карбаміду і хлористого амонію. Найкращі результати показала суміш, у яку рівними частками входили нітрат амонію, карбамід і вода. Зниження температури склало 37 °С. Таким чином, ця суміш виявилася найбільш ефективною для застосування в охолоджуючих пакетах. Завдяки негативній температурі, пакет з такою сумішшю дозволяє у випадку його застосування для надання допомоги людині, що знаходиться в стані перегрівання, нанести йому холодової удар, що відразу значно поліпшить його самопочуття.

Таким чином, для подальших експериментів у якості охолоджуючої була відібрана суміш, що складається з однакових по масі кількостей нітрату амонію, карбаміду і води. Така суміш дозволяє одержати максимальне зниження температури в момент активації. Крім того, інгредієнти суміші хімічно нейтральні по відношенню друг до друга, що дозволяє зберігати пакет з підготовленою сумішшю тривалий час без втрати властивостей.

Перевірку часу захисної дії пакетів проводили в термокамері, нагрітої до 40 °С. Це дозволило імітувати дію навколишнього середовища на людину.

Пластикову флягу місткістю 2 дм<sup>3</sup>, заповнену водою з температурою 38 °С розміщали в теплоізолюючу оболонку. До фляги прикладали пакет з охолодною сумішшю і термометром. Після активації суміші починали виміри температури, що вироблялися через кожні 5 хв. Були використані пакети з масою суміші 0,12 – 0,36 кг.

Важливою характеристикою засобів захисту від тепла є час захисної дії. Для досліджуваних пакетів цей параметр визначали як період, протягом якого температура суміші підвищувалася до 20 °С.

Отримане рівняння дозволяє робити розрахунки охолодних пакетів, зокрема, по масі суміші визначати час захисної дії, або за необхідним часом визначати масу.

Дослідження проводилися при умовах, що температура води, яка подавалась до суміші, складала 13 – 15 °С. На практиці такі умови забезпечити важко. Тому був проведений експеримент, при якому температура води складала 40 °С, а маса суміші – 0,3 кг. Після активації пакет поміщали в теплоізолюючу оболонку і проводили виміри температури, як описано вище. Результати експерименту приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Зміна температури суміші в пакеті при активації водою з  $t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\tau$ , хв	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$t$ , °С	-12,0	-10,8	-10,0	-9,0	-9,0	-8,0	-8,0	-7,0	-70,0	-6,5	-5,2	-5,0	-4,0

Як випливає з таблиці, навіть при застосуванні води з високою температурою може бути досягнута негативна температура суміші, що також дозволяє використовувати пакет для екстреного охолодження потерпілих.

Таким чином, результати досліджень показують, що як альтернативне джерело холоду в екстрених випадках може бути рекомендоване застосування пакетів, що містять нітрат амонію, карбамід і воду в рівних кількостях. При цьому вода повинна бути відділена від сухої суміші, але необхідно передбачити можливість швидкої активації пакета шляхом змішування сухої частини з водою. Такий пакет до моменту активації може тривалий час зберігатися в безпосередній близькості від ймовірного місця застосування й у потрібний момент може бути приведений у дію, зокрема, при необхідності надання екстреної допомоги потерпілому від перегріву.

На основі проведених досліджень розроблений охолодний пакет ОП-1. Всі елементи пакета виконані з поліетиленової плівки і герметизовані методом термосклеювання. Усередині пакета в роздільних оболо-

нках з поліетиленової плівки розміщені суміш карбаміду з нітратом амонію і вода.

При необхідності використання пакет активується шляхом здавлювання. У результаті розривається внутрішній пакет, заповнений водою, вода попадає в суміш, починається розчинення, і температура пакета знижується. Для активації процесу пакет кілька разів струшують.

Технічна характеристика пакета приведена в табл. 2.

Таблиця 2

Технічна характеристика охолодного пакета ОП-1

Найменування параметра	Величина	
Час захисної дії, хв, при швидкості повітряного потоку 1 м/с і температурі навколишнього середовища	30 °С	35
	35 °С	30
	25 °С	25
Запас холоду, кДж	25	
Маса пакета, г	320 ± 10	
Габаритні розміри, мм	240 × 130 × 20	

Розроблені пакети успішно застосовуються гірничорятувальниками, а також можуть використовуватись пожежно-рятувальними підрозділами МНС України, працівниками металургійної, хімічної, скляної промисловості й інших галузей народного господарства при наданні допомоги потерпілим від перегрівання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Напряженно-деформированное состояние полиэтиленовых пленок для охлаждающих элементов / А.А. Онасенко, И.Ф. Марийчук, Н.И. Шилинговский, А.Ф. Должиков // Горноспасательное дело. – 2004. – Вып. 41. – С. 145 – 152.*
2. *Бавро Г.М., Ландо Н.Г., Нефедов А.Ю. Особенности теплового состояния организма человека в изолирующем снаряжении, обусловленные использованием систем локального теплосъема //Авиакосмическая медицина: Тезисы VI Всесоюзной конференции по космической биологии и авиакосмической медицины. – Калуга, 1979. – С. 103 – 105.*
3. *Гороховский И.Т. Короткий довідник по хімії. – К.: Наук. думка, 1987. – 830 с.*
4. *Патент 3950158 США, МКИ F25D 5/006 Карбамідний холодильний пакет, що має внутрішній мішок з перфорованим спаєм = Urea cold pack having an inner bag provided seal.*

Надійшла 1.03.2005

**Рецензент:** доктор фізико-математичних наук, професор М.І. Іванов,

