

**ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ В
ЗАХИСНОМУ СПЕЦІАЛЬНОМУ ОДЯЗІ РЯТУВАЛЬНИКА**

Луценко Ю.В., к.т.н., доц., заст. нач. каф.

Шандиба А.В., курсант

Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

Поверхня тіла людини складається із ділянок різних поверхонь, які, очевидно, сприймають однакові значення теплових впливів в широкому діапазоні температур, тому, для кожного температурного діапазону необхідний одяг з різними захисними властивостями, і, як наслідок, системами охолодження. В комплектах захисного спецодягу для температур від 150 до 300 °С охолодження, що конструктивно передбачене для умов нижчих температур, явно недостатньо, оскільки необхідно здійснювати теплознімання з кистей рук і стоп ніг.

Доцільно провести теоретичні дослідження з визначення параметрів системи охолодження кистей рук і стоп ніг, в результаті чого повинна виконуватись умова адекватності часу захисної дії.

В роботах [1, 2] вказується, що для ефективного охолодження тіла людини і оперативної готовності до виконання рятувальних робіт, необхідно дотримуватись таких основних вимог: забезпечення розміщення складових систем охолодження пропорційно і у відповідності з теплозніманням ділянок тіла людини; забезпечення використання складових систем охолодження для оперативного спорядження і переспорядження. Виконання цих вимог в кінцевому випадку надасть можливість забезпечити раціональні параметри аварійно-захисного одягу: максимальний термін захисної дії і мінімальну масу.

Кисті рук складають приблизно 4 % площі поверхні тіла людини і відповідно для їх охолодження вимагається така ж сама частка потужності в системі охолодження комплекту. Як вже відмічалось, застосовується охолодження водою, яка знаходиться в гумових рукавичках і періодично переливається в рукав з льодяними охолоджуючими елементами при підніманні кисті вище ліктя.

Для розрахунку необхідно визначити періодичність рухів руками τ_p , с, рятувальників, а також кількість (масу) охолоджуючих елементів, яка необхідна для охолодження кистей протягом часу захисної дії спеціального захисного комплекту, визначається залежністю [3]:

$$\tau_p = \frac{cm(T_k - T_n)}{N_k}, \quad (1)$$

де c - питома теплоємність води, Дж/(кг·К); m - маса води в рукавиці, кг; T_k , T_n - кінцева і початкова температура води в рукавиці, К; N_k - потужність охолодження, Вт.

Маса льоду на охолодження кінцівки m_l , кг, визначається:

$$m_l = \frac{N_k \tau}{h_0 - h_l}, \quad (2)$$

де τ - час захисної дії, с; h_0 - ентальпія води в охолоджуючому елементі рукава по закінченню встановленого часу захисної дії комплекту, кДж/кг; h_l - тепловміст (ентальпія) льоду, Дж/кг.

При визначенні параметрів системи охолодження ніг, опираємося на вищеприведені умови ефективного охолодження стоп. Виконання першої умови вимагає, щоб тиск на устілку з водою був вище, ніж висота рівня води в системі (гідростатичний тиск), а другої – час заповнення водою об'єму устілки в кількості, достатній для ефективного охолодження, не повинен перевищувати час відриву ноги від ґрунту. Перша умова виконується автоматично, оскільки тиск на устілку з водою при значній масі працюючого в оснащеному спецодязі (більше 100 кг) практично на порядок перевищує гідростатичний тиск води в системі охолодження. Виконання другої умови залежить, в основному, від діаметру трубки і місцевих опорів в місцях з'єднання охолоджуючої кишені з трубкою і трубки зі стрілкою. Дослідимо режим руху води із охолоджуючої кишені в устілку.

Витрата води q_v , м³/с, через трубку при встановленому потоці дорівнює:

$$q_v = \frac{pd^2}{4} \sqrt{2g(H - i'_\sigma)}, \quad (3)$$

де d - внутрішній діаметр трубки, м; H - п'єзометричний напір, м; H_T - гідравлічний опір трубки, м; g - прискорення вільного падіння, м/с².

Вираз для визначення швидкості води має вид:

$$v = \frac{g}{l_1} \left\{ \int_0^{\tau_{hp}} \left[H - \frac{v^2}{2g} \left(\frac{64vl_1}{d^2v + k_c} \right) \right] d\tau_1 \right\} + \frac{g}{l_1} \left\{ \int_{\tau_{hp}}^{\tau_{ш}} \left[H - \frac{v^2}{2g} \left(\frac{0,3164l_1}{d^2 \sqrt{\frac{vd}{v}}} + k_c \right) \right] d\tau_1 \right\}. \quad (4)$$

Потужність охолодження ступні визначається залежністю:

$$\sigma = \frac{(h_c - h)}{2t_u} \quad (5)$$

Таким чином визначенні параметри системи охолодження кистей рук і стоп ніг рятувника. Вибрана система конвективно-радіаційного охолодження і параметри її потужності можуть стати основою для розрахунку часу захисної дії, що дозволить в подальшому обґрунтовано підходити до проектування нових видів захисного спеціального одягу з високим ступенем надійності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Луценко Ю.В., Васильев О.Б., Яровий Є.А. Дослідження конвективного охолодження при проектуванні спецодягу з автономною системою життєзабезпечення. Проблемы пожарной безопасности. НУЦЗУ, 2014. Вип. 35. – С. 146 – 150.
2. Луценко Ю.В., Тюпин С.О. Визначення гранично-припустимих показників теплового стану людини при роботі в термозахисному спеціальному одязі. Проблемы пожарной безопасности. НУЦЗУ, 2016. Вип. 40. – С. 142 – 146.
3. Клименко Ю.В. Теоретические основы тепловых расчетов противогазотепловой одежды для горноспасателей. Науковий вісник Миколаївського державного аграрного університету. 2001. № 3. – С. 70 – 73.