

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАХИСНОГО ОДЯГУ РЯТУВАЛЬНИКІВ

Усатий Є. Р., студ. (гр. ГЕ-31, НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. У статті розглянуто проблеми забезпечення нормального теплообміну рятувальників, які виконують роботи з інтенсивним механічним навантаженням в умовах впливу високотемпературного зовнішнього середовища. Проаналізовано фактори змінення функціонального стану організму рятувальника у разі виникнення перегрівання.

Ключові слова: тепловий стан, захисний одяг.

Abstract. The article considers the basic requirements for protective clothing of rescuers have been considered in the article. Provision of thermal comfort is the main condition to use protective clothing in the high temperatures conditions. The consequences for rescuers' health in case of violation of thermal conditions have been given.

Keywords: thermal state, protective clothing.

Вступ. Робота рятувальників відноситься до складної та небезпечної, виконується незалежно від пори року та часу доби. За статистичними даними, в період з 2013 по 2019 роки кількість працівників, травмованих під впливом високих температур під час робіт на об'єктах різного призначення збільшилася на 14,5%.

Захисний одяг рятувальників за своїми функціями та властивостями суттєво відрізняється від форменого одягу пожежників, оскільки призначений до використання впродовж трьох етапів робіт: ліквідації аварії (процесу гасіння полум'я під час пожежі); виконання післяаварійних робіт (гасіння окремих осередків пожежі); ліквідації наслідків аварії (очищення будівлі і навколишнього середовища в задимленій чи загазованій зоні, у зоні можливих руйнувань при наявності води), а також під час навчань. Захисний одяг призначено для захисту рятувальників від теплового випромінювання, дії вогню, механічних травм, опіків, промокання тощо.

Мета статті – аналіз причин порушення теплового стану рятувальників під час локалізації аварійних ситуацій та розробка вимог до проектування захисного одягу.

Основний текст. Якість захисного одягу залежить від властивостей пакету матеріалів, які зумовлюють його здатність створювати умови теплового комфорту в межах – від мінус 20 °С (під час роботи взимку) до 400 °С у безпосередній близькості до місця аварії. Умовою збереження довготривалого теплового комфорту є підтримання теплового балансу, який залежить від процесів терморегуляції в тілі людини і використання відповідного захисного одягу.

Рівняння теплового балансу в загальному вигляді має такі складники [1]:

$$M = Q_{\text{конв}} + Q_{\text{конд}} + Q_{\text{рад}} + Q_{\text{пот}} + Q_{\text{дих}},$$

де M – теплопродукція організму працівника, яка витрачається на підтримку постійної температури, Вт; $Q_{\text{конв}}$ – теплопередача, яка виникає завдяки руху повітряних мас у навколишньому середовищі (конвективні витрати теплоти з поверхні тіла), Вт; $Q_{\text{конд}}$ – теплопередача, яка виникає внаслідок прямого контакту поверхні шкіри з іншими предметами (кондукція), Вт; $Q_{\text{рад}}$ – теплопередача через випромінювання теплоти з поверхні тіла, Вт; $Q_{\text{пот}}$ – теплопередача через потовиділення, випаровування потових крапель відбувається від теплоти на поверхні шкіри, Вт; $Q_{\text{дих}}$ – витрати теплоти на нагрівання повітря диханням, Вт.

Виходячи з таких умов, унаслідок змінення кліматичних параметрів і рівня важкості праці, терморегуляція організму людини відбувається завдяки посиленню чи послабленню фізіологічних процесів, які зумовлюють теплоутворення в організмі, а також впливають на процеси теплообміну з навколишнім середовищем. Кількість теплоти, яку виробляє людський організм змінюється від (40 ... 50) кДж/хв у стані покою до (3 000...3 300) кДж/хв під час виконання інтенсивних механічних робіт. У сприятливих мікрокліматичних умовах теплові втрати організму дорівнюють теплоутворенню, внаслідок чого зберігається тепловий баланс, який визначає тепловий комфорт організму рятувальника. Температура людського тіла має залишатися стабільною – $(36,2 \pm 0,4)$ °С незалежно від умов праці. Середньозважена температура шкіри працівника повинна залишатися в межах $(33,2 \pm 1,0)$ °С. Вологовитрати організму не повинні перевищувати (50 ± 10) г/год.

Підвищення температури навколишнього середовища призводить до зменшення рівня тепловіддачі через конвекцію, що спричиняє підвищення температури шкіри, розширення периферичних судин шкіри і перерозподілу кровотоку [2]. Судини стають проникними і в тканинні щілини надходить рідина, що призводить до перспірації рідини зі шкірних покривів та охолодженню тіла. Підвищення температури тіла працівника до $(38...38,5)$ °С, а також втрати води організмом більш як 8% від загальної маси тіла супроводжується порушенням самопочуття працівника, зниженням працездатності, а під час тривалих робіт у захисному ізолювальному одязі за підвищених температур (більш як 33 °С) може призвести до теплового удару, водного виснаження, судомної хвороби [3].

Фізіологічні реакції організму працівників у разі постійної зовнішньої нагрівальної дії можна розділити на такі етапи:

– робота потових залоз, розміщених майже по всьому тілу людини, починається за температури шкіряних покривів 35 °С. У осіб, котрі адаптовані до дії підвищених температур, відчутне потовиділення починається швидше;

– у разі тривалої теплопередачі, потовиділення та довготривалого негативного балансу хлоридів в організмі виснажуються запаси солей, знижується концентрація хлоридів у крові, внаслідок чого виникає «судомна хвороба», яка характеризується тремтінням і судомами, переважно в кінцівках;

– за тривалого впливу теплового фактору на організм рятівника, виникають порушення водного, сольового, вітамінного обмінів, змінення у морфологічному складі крові, пригнічення діяльності шлунково-кишкового тракту тощо. Основні патогенетичні наслідки впливу підвищених температур на організм рятівника, які спричиняють розвиток патологічних процесів, наведено на рис. 1.

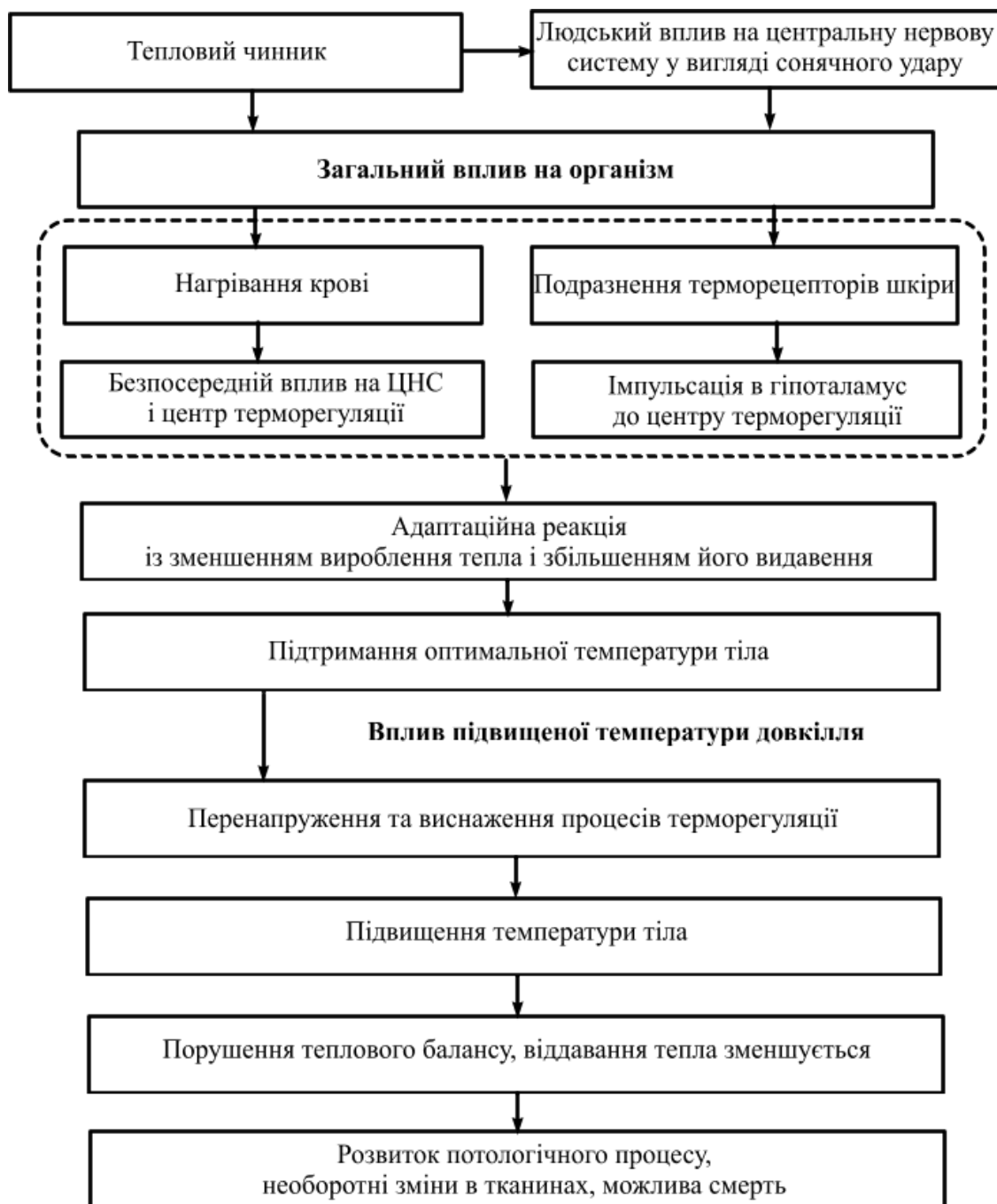


Рис. 1. Змінення функціонального стану організму під час перегрівання

За тривалого впливу високої температури та теплового випромінювання, особливо за наявності засобів, які перешкоджають віддаванню надлишкової теплоти в зовнішнє середовище, виникає небезпека перегрівання. До таких засобів належать засоби індивідуального захисту голови та обличчя. Наприклад, під час застосування каптура вкрито до 40 % площі голови, респіратор з півмаскою – до (15...20) %, протигазу з повною лицьовою маскою – до 60 %, що відповідно зменшує рівень тепловіддачі. Оскільки голова людини становить у середньому 14 % загальної площі поверхні шкіри, але через неї здійснюється суттєве відведення теплоти – до 30 % [4].

Правильно запроектований термозахисний комплект (захисний одяг, респіратор, ЗІЗ голови, рук і ніг) дає можливість контролювати та регулювати втрату теплоти задля збалансування теплообміну.

Висновок. Рятувальники, котрі під час ліквідації аварій змушені виконувати велику кількість рухів з високою швидкістю під впливом високих температур, можуть стикатися з проблемами, спричиненими перегріванням організму. Виходячи з таких передумов, потрібно забезпечити рятівників захисним комплектом, який упродовж певного проміжку часу в умовах високотемпературних впливів, дасть змогу підтримувати тепловий комфорт.

Науковий керівник: Третякова Л. Д., докт. техн. наук, проф. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Література

1. Рекомендації щодо гасіння пожеж у висотних будівлях: Наказ МНС України № 900 від 30.08.2011.
2. Третякова Л.Д., Гуленко А.О. Вплив виробничих факторів на умови використання засобів індивідуального захисту. Вісник Національного технічного університету України “КПІ”. Серія “Гірництво”. 2011. Вип. 20. С. 252–257.
3. Третякова Л.Д., Білан В.В. Експериментально-розрахункове дослідження теплового стану гірника. Уголь Украины. 2011. 1(649). 41–45.
4. Третякова Л.Д. Дослідження та моделювання теплового стану працівника в ізолювальному комплекті. Вісник НТУУ “КПІ”. Серія “Гірництво”. 2010. Вип. 19. С. 230–237.