

*О.Б. Горностай, канд. техн. наук, О.В. Станіславчук, канд. техн. наук
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ПОКРАЩЕННЯ СПЕЦОДЯГУ ПРАЦІВНИКІВ, ЩО ВИКОНУЮТЬ РОБОТИ В УМОВАХ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Досліджено шляхи покращення умов працівників, які працюють тривалий час на відкритому повітрі у холодний період року. Відомо, що переохолодження організму є наслідком порушення теплового балансу, і розвивається в тих випадках, коли в організмі тепловіддача перевищує теплоутворення. Несвоєчасне врегулювання теплообмінних процесів може призвести до виникнення різних професійних захворювань, обмороження, і навіть смерті. Переохолодженню організму людини сприяють: фізична втома, висока вологість повітря та сильний вітер. Встановлено, що для зменшення рівня професійних захворювань та покращення теплообмінних процесів такої категорії працівників необхідно забезпечити їх спеціальним утепленим робочим одягом з додатковим використанням нагрівного елемента – сольової грілки, яка забезпечить комфортні теплові умови в підкостюмному просторі працівника.

Ключові слова: охорона праці, теплообмінні процеси, переохолодження, засоби для обігріву.

O.B. Gornostay, O.V. Stanislavchuk

IMPROVEMENT OF WORK CLOTHES FOR EMPLOYEES THAT WORK IN LOW TEMPERATURE CONDITIONS

The article deals with the ways of working conditions improvement for employees that work in the open air during the cold period of the year for a long time. Hypothermia of the body is a consequence of thermal disorder. Such disorder develops in cases when the body heat loss exceeds the heat emission. Untimely regulation of heat exchange processes can lead to various occupational diseases, frostbite, and even death. Hypothermia is promoted by physical fatigue, high humidity and strong wind. The results of the work show that in order to reduce the level of occupational diseases and improve the heat exchange processes of employees working in low temperature conditions it is necessary to provide them with special warmed work clothes with additional heating element (sodium acetate heating pad). Such clothes will provide comfortable thermal conditions in the underwear of the worker.

Key words: labor protection, heat exchange processes, frostbite, means for heating.

Постановка проблеми. У багатьох галузях трудової діяльності є види робіт, що виконуються за несприятливих мікрокліматичних умов навколишнього середовища, тому потреба у підвищенні захисних властивостей робочого одягу таких працівників у холодний період року є важливою та актуальною. Покращення властивостей спецодягу для працівників, які працюють на відкритому повітрі, необхідно здійснювати враховуючи теплообмінні процеси організму: теплоутворення і тепловіддачу. Зміна температури довкілля включає процеси терморегуляції в організмі. Порушення терморегуляції (зазвичай відбувається при температурі 4-11°C) може призвести до виникнення різних професійних захворювань. Швидкість і глибина охолодження залежать, окрім сили і тривалості дії холодового фактора, від стану організму та умов, в яких він перебуває. Стійкість організму до охолодження знижується при фізичній втомі людини; переохолодження швидше настає в умовах високої вологості повітря або сильного вітру.

Переохолодження є наслідком порушення теплового балансу і виникає в тих випадках, коли в організмі тепловіддача перевищує теплоутворення, тоді розвивається стан гіпотермії [1]. При цьому відбувається гіпоксія, як результат розладу дихання і кровообігу. У таких випадках основні зусилля слід скерувати на підтримку дихання і кровообігу, запобігання подальшому охолодженню і зігрівання організму. Потерпілих негайно переводять у тепле приміщення, знімають з них мокрий одяг і обкладають грілками. Якщо відбулася зупинка дихання і серцевої діяльності, здійснюють весь комплекс реанімаційних заходів. Основним засобом виведення потерпілого із критичного стану є активне зігрівання.

Мета статті – дослідити покращення температурних показників у підкостюмному просторі працівників, що працюють на відкритому повітрі, з використанням додаткових систем обігріву.

Виклад основного матеріалу

Для вирішення цієї проблеми ми вибрали працівників лісової галузі, які у більшості виконують роботи на відкритому просторі. Дослідження показують, що на працівників цієї галузі мають вплив такі небезпечні та шкідливі фактори [2]: підвищена або знижена температура повітря залежно від пори року; підвищений рівень ультрафіолетового випромінювання; підвищений рівень вібрації, який особливо відчувають робітники, котрі працюють з пилами, та трактористи; підвищений рівень шуму; фізичні навантаження; метеорологічні умови (опади, вітер, туман тощо).

Для захисту робітників від цих негативних факторів застосовують такі заходи:

1) для захисту організму від переохолодження та атмосферних опадів використовують спеціальний одяг, взуття, рукавиці, головні убори. Крім цього на лісосіках та верхніх складах облаштовуються обігрівальні будиночки;

2) для захисту від вібраційних коливань використовують віброзахисні рукавиці, а для трактористів облаштовують протівібраційні сидіння;

3) для зменшення шуму використовуються навушники, а кабіни тракторів повинні бути покриті звукоізоляційним матеріалом [2].

Аналіз основних ризиків виникнення нещасних випадків і професійних захворювань у лісовій галузі показує, що переохолодження працівників належить до високого класу ризику, що може спричинити розвиток таких захворювань як: ревматизм, невроз, артрити, захворювання дихальних шляхів тощо. Щоб зменшити вплив шкідливих виробничих чинників працівники потрібно забезпечити спецодягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) [3]. Наприклад, для професії – «лісоруб» передбачено спецодяг та взуття, які наведено у табл 1.

Таблиця 1

Найменування спецодягу, спецвзуття та інших ЗІЗ, що передбачені для працівників при виконанні лісгосподарських робіт

<u>Професії</u>	Найменування спецодягу, спецвзуття та інших ЗІЗ	Позначення захисних властивостей ЗІЗ	Строк носіння, місяців	
Лісоруб	Костюм бавовняний з каптуром з водовідштовхувальним просоченням	Бу	12	
	Чоботи кирзові із захисним підноском	Мун100См	24	
	Чоботи гумові для роботи в заболоченій місцевості	В	24	
	Рукавиці комбіновані	Ми	1	
	Жилет сигнальний	Со	6	
	Каска захисна	-	До зносу	
	Підшоломник літній	-	12	
	Взимку додатково:			
	Куртка бавовняна на утепленій прокладці	Тн	36	
	Штани бавовняні на утепленій прокладці	Тн	36	
	Чоботи утеплені із захисним підноском	Мун100Тн30	36	
	Підшоломник зимовий	Тн	12	
	Рукавиці утеплені	Тн	12	
	При заточуванні і налаштуванні інструменту в польових умовах додатково:			
	Окуляри захисні	-	До зносу	

Продовження таблиці 1

Лісоруб	Додатково під час поточних ремонтів і техобслуговування пилки та звалювального гідроклина:		
	Фартух прогумований з нагрудником	Нм	Черговий
	Рукавиці гумові	Нм	До зносу

Як показує практика працівники багатьох лісомисливських господарств забезпечуються лише найнеобхіднішим (табл. 2).

Таблиця 2

Забезпечення ЗІЗ працівників у лісомисливському господарстві

Професія робітника	Назва спецодягу	Термін заміни, шт./міс.
Звалювальник дерев Зрізувальник гілок	Костюм бавовняно-паперовий;	1/12
	Рукавиці комбіновані	1/1
	Чоботи кирзові	1/24
	Куртка на підкладці	1/36
	Штани ватні	1/24

Окрім згаданих вище засобів захисту, повинні передбачатись також будиночки для обігріву, де має підтримуватись температура у межах 21—24 °С, які мають бути оснащені спеціальними пристроями для швидкого обігріву рук [2].

Проте часто лісоруби виконують роботи на віддалених від пункту обігріву місцях, тому дослідження покращення властивостей ЗІЗ у холодний період року є актуальним питанням. При цьому необхідно врахувати фізіологічні особливості організму людини під час роботи за низьких температур.

При виконанні фізичної роботи людини велике значення має терморегуляція - здатність підтримувати температуру тіла тривалий час на постійному рівні незалежно від коливань температури навколишнього середовища (ізотермія). Сталість температури тіла людини зумовлена процесами теплоутворення і тепловіддачі. Ці процеси регулюються складними рефлекторними діями, які виникають у відповідь на температурне подразнення рецепторів шкіри, шкірних і підшкірних судин, а також центральної нервової системи. Внаслідок активізації вегетативної, нервової системи та ендокринних залоз зменшується тепловіддача, зростає обмін речовин. Це дає змогу підтримувати тепловий стан людини в оптимальних або допустимих межах [4].

Першими проявами реакції організму на холод є активізація фізичної терморегуляції. Внаслідок звуження судин шкіри збільшуються теплоізоляційні властивості поверхневих тканин, зменшується або стабілізується тепловіддача. Звуження судин шкіри періодично змінюється їх розширенням, що запобігає зниженню температури поверхневих тканин.

При збільшенні дефіциту тепла в організмі (тобто при переважанні відданого продукцією) активізується хімічна терморегуляція: підвищується тонус м'язів, прискорюються пульс та дихання, з'являється озноб, тремтіння м'язів. Унаслідок цих реакцій збільшується теплоутворення, що на певний час забезпечує підтримання тепла та збереження нормальної температури тіла. Збільшення теплоутворення під дією холоду відбувається також завдяки окислювальним процесам у внутрішніх органах [4].

У випадку значного виснаження організму людини внаслідок активної дії механізму терморегуляції функції деяких систем помітно знижуються, при цьому температура тіла зменшується до 34-32 °С. Подальше охолодження призведе до зниження температури тіла людини до 30-29 °С [5]. При зниженні температури тіла людини нижче 29 °С настає смертельний випадок. Внаслідок дії низьких температур спостерігається високий рівень захворюваності на гострі респіраторні захворювання, можливі холодові травми навіть зі смертельним наслідком [5]. Тривала

дія холоду часто спричиняє ураження периферичної нервової системи (проявляються невралгією, невритами, радикулітами), захворювання на суглобову і м'язову форми ревматизму, міозит, ендартеріїт, асептичне та інфекційне запалення дихальних шляхів, ангіну. Переохолодження організму може сприяти розвитку бронхіальної астми, тахікардії алергічного характеру.

Проведено дослідження використання допоміжних теплотворних пристосувань для підвищення температури у підкостюмному просторі працівників, що знаходяться тривалий період на відкритому повітрі. Для дослідження використовували прості в експлуатації та доступні зігріваючі елементи: «Зігрівайко» та «Сольову грілку». Дослідження проведені з першим елементом показали незначні зміни температури в підкостюмному просторі. Як показали дослідження, найефективнішим елементом, що буде підтримувати достатню температуру в підкостюмному просторі працівника є - сольова грілка. Вона являє собою герметичну ємність, яка виготовлена з щільного гіпоалергенного і екологічно чистого матеріалу [6]. Всередині вона заповнена перенасиченим сольовим розчином з паличкою – аплікатором. При натисканні на аплікатор розпочинається процес кристалізації розчину – активізується екзотермічна хімічна реакція. Температура грілки досягає 50 °С. Для більшої інтенсивності прогрівання виробники рекомендують трохи розім'яти грілку перед використанням. Тобто її не потрібно підключати до джерела електричного струму або робити інші дії для того, щоб вона почала виробляти тепло. Тепло вона може зберігати до 4-х годин (залежно від температури навколишнього середовища). Після того, як грілка охолоне, її потрібно повернути в початковий стан – обгорнути тканиною занурити в гарячу воду на кілька хвилин. Коли вміст грілки знову перетвориться в рідину і грілка охолоне, її можна знову використовувати.

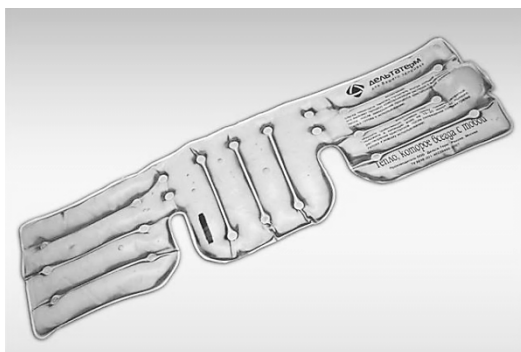


Рисунок 1 – Сольова грілка

Сольова грілка має такі переваги: невелика вага (1 кг) і компактність; не потрібне джерело живлення; є багаторазовою; проста у використанні; миттєво розігрівається; тримає комфортну для тіла температуру від 45 до 90 хвилин (залежно від розміру грілки); може використовуватися як холодний компрес; не викликає опіків і подразнень; витримує більше 2000 теплових годин.

Для дослідження цієї тематики використовували холодильну установку типу: холодильник низькотемпературний «Дніпро–МТО», в якому створювалися умови низьких температур. Зміни температурних показників вимірювали термоперетворювачем типу РТ – 0102 із термopарою хромель–капелевою (ТХК). Під час проведення експериментів вимірювали температуру в підкостюмному просторі.

Дослідження ефективності використання нагрівного елемента проводили в області спини, оскільки відомо, що різке підвищення температури в області грудей приведе до погіршення роботи серцево-судинної системи працівника.



Рисунок 2 – Експериментальний макет використання нагрівного елемента для підвищення температури в підкостюмному просторі

Для дослідження функціонального стану визначено тепловий баланс між теплоутворенням та витратою теплоти. Стан теплового балансу є інтегральним показником терморегуляції організму і здійснюється з метою гігієнічної оцінки мікрокліматичних умов. При розрахунку теплового балансу слід враховувати кількість тепла, що виділяється організмом людини, обмін теплом між організмом людини та навколишнім середовищем способом конвекції. Необхідно також врахувати тепловтрати через одяг [4] та кількість тепла, що виділяється нагрівним елементом. Результати досліджень представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Результати досліджень впливу на температурні показники нагрівального елемента (сольової грілки)

	Оптимальні параметри мікроклімату		В холодильній установці (–10 °С)	
	Температура підкостюмного простору в області спини, °С	Температура підкостюмного простору в області спини з нагрівальним елементом, °С	Температура підкостюмного простору, °С	Температура підкостюмного простору з нагрівальним елементом, °С
1	27	36	10	28
2	25	37	11	26
3	27	36	12	25

Дослідження показують, що використання нагрівного елемента значно покращує температурні параметри підкостюмного простору (температура підвищилась на 9°С - за оптимальних параметрів мікроклімату, на 17°С – за понижених).

Відомо [4], що у комфортному стані кількість теплоти, що утворюється в організмі за одиницю часу, становить 93-116 Вт, частина тепла віддається у навколишнє середовище. При роботі за понижених температур частка тепла, що віддається, становить 132 Вт, тому необхідно додатково вводити джерела підігріву для зрівноваження теплового балансу.

Тепловий баланс тіла людини при виконанні робіт середньої важкості визначається за формулою:

$$Q = Q_{\text{л}} - Q_{\text{с}} - Q_{\text{к}} - Q_{\text{о}} + Q_{\text{г}} \quad (6)$$

де $Q_{\text{л}}$ – кількість тепла, що виділяється тілом людини, Вт;

$Q_{\text{с}}$ – втрати теплоти конвекцією, Вт;

$Q_{\text{к}}$ – втрати теплоти кондукцією, Вт;

$Q_{\text{о}}$ – втрати теплоти через верхній одяг, Вт;

$Q_{\text{г}}$ – кількість теплоти, що надається грілкою, Вт;

$$Q_{\text{бг}} = 116 - 2,195 - 0,182 - 84 + 54,86 = 84,483 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{г}} = 116 - 2,195 - 0,182 - 104,7 + 91,88 = 100,803 \text{ Вт}$$

де $Q_{\text{бг}}$ – загальна кількість теплоти без грілки, Вт;

$Q_{\text{г}}$ – загальна кількість теплоти з грілкою, Вт.

Таблиця 4

Розраховані показники кількості теплоти в від костюмному просторі

	Тепловміст в організмі людини $Q_{л}, \text{Вт}$	Обмін теплом між організмом та навколишнім середовищем, $Q_{с}, \text{Вт}$	Втрати теплоти кондукцією, $Q_{к}, \text{Вт}$	Втрати теплоти через одяг, $Q_{о}, \text{Вт}$	Кількість теплоти у під костюмному просторі, $Q_{г}, \text{Вт}$	Загальна кількість теплоти, $Q, \text{Вт}$
з грілкою	116	2,195	0,182	104,7	91,88	100,8
без грілки	116	2,195	0,182	84	54,86	84,483

Отже, результати дослідження вказують, що з використанням додаткового нагрівного елемента кількість теплоти у підкостюмному просторі зростає. При цьому загальна кількість теплоти, із врахуванням тепловмісту людини і її витратами теплоти у навколишнє середовище, згідно з розрахунками становить – 100,8 Вт. Можна стверджувати, що нагрівний елемент (сольова грілка) забезпечує комфортні умови для працівників, які зможуть ще тривалий період робочого часу знаходитися на відкритому повітрі в холодний період часу без шкоди для здоров'я.

Висновок. Дослідження вказують, що нагрівний елемент допомагає підвищити кількість теплоти у підкостюмному просторі в умовах низьких температур до 100,803 Вт. Це свідчить що працівник, який тривалий період робочого часу знаходяться на відкритому повітрі в холодний період, буде працювати за комфортних умов (відповідно до норм у комфортному стані кількість теплоти становить 93-116 Вт). Слід зазначити, що такий нагрівний елемент є багаторазовим, не потребує підключення до електромережі, простий в експлуатації, доступний.

Література:

1. Костюк І. Ф., Капустник В. А. Професійні хвороби: Підручник. – 2-е вид., переробл. і доп. – К.: Здоров'я, 2003. – 582с.
2. НПАОП 02.-0-1.04-05 – Правила охорони праці для працівників лісового господарства та лісової промисловості.
3. НПАОП 20.0-3.10-05 Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам лісового господарства
4. Гігієна праці: підручник / Ю.І. Кундієв, О.П.Яворський, А.М. Шевченко та інші – К.: ВСВ «Медицина», 2011. – 904с.
5. http://8next.com/bl/3586-bl_027.html – Теплообмін: теплоутворення та тепловіддача Терморегуляція організму Нервова та гуморальна терморегуляція організму.
6. <http://ajak.org/?p=4051> – Принцип роботи сольової грілки.

References:

1. Kostjuk I.F., Kapustnyk V.A. (2003). *Profesijni chvoroby: Pidruchnyk* [Occupational diseases: Tutorial]. Zdorovja. Kyiv. Ukraina.
2. NPAOP 02.-0-1.04-05 – *Pravyla ohorony prazi dla prazivnykiv lisovoho gospodarstva ta lisovoj promyslovosti* [Labor protection rules for forestry and forestry workers]. Kyiv. Ukraina.
3. NPAOP 20.0-3.10-05 – *Normy bezoplatnoj vydachi spezodjahu, spezialnoho vzyttja ta inshyh zasobiv indyvidyальноho zahystu prazivnykam lisovoho gospodarstva* [Standards for the free issue of special clothing, special footwear and other personal protective equipment for forest workers]. Kyiv. Ukraina.
4. Kundiev J.I., Javorskyj O.P. end Shevchenko A.M. (2011) *Hihiena prazi : pidrychnuk* [Hygiene of Labor: Tutorial]. Medicine. Kyiv. Ukraina.
5. http://8next.com/bl/3586-bl_027.html – *Teploobmin. Teploregulazija orhanizmu. Nervova ta gumoralna termorehylazija orhanizmu.* [Heat transfer: heat formation and heat transfer. Thermoregulation of the body. Nervous and humoral thermoregulation of the organism].
6. <http://ajak.org/?p=4051> – *Prynzyp roboty solovoj hrilky* [The principle of the salt water heater].

