



Oczekiwania pracowników huty szkła wobec odzieży ochronnej z funkcją chłodzenia – wyniki badań ankietowych

mgr inż. Monika Jangas^a (ORCID: 0000-0003-3217-1050)

dr inż. Anna Dąbrowska^{a,b} (ORCID: 0000-0003-4295-3005)

inż. Agata Kmiecik^a (ORCID: 0009-0000-4455-8995)



Fot. wavebreakmedia_micro/freepik

Praca w przemyśle hutniczym często wiąże się z ekspozycją na mikroklimat gorący, wynikający z realizowanych procesów technologicznych. Pracownicy są narażeni na działanie czynników gorących, w tym na promieniowanie cieplne oraz kontakt z płomieniem lub z masą szklaną, której temperatura osiąga ok. 1000–1200°C. Dyskomfort termiczny osób narażonych na mikroklimat gorący w czasie pracy można ograniczyć dzięki zastosowaniu odzieży chłodzącej. Oczekiwania w odniesieniu do takiej odzieży określono dzięki badaniom ankietowym przeprowadzonym wśród personelu huty szkła Krosno Glass S.A. Ich wyniki potwierdziły potrzebę stosowania odzieży chłodzącej podczas wykonywania pracy – zdaniem znacznej części pracowników taka odzież powinna być używana już wtedy, gdy temperatura otoczenia wynosi 25°C. Według respondentów odzież ta musi zapewniać chłodzenie przede wszystkim klatki piersiowej i łopatek, a ponadto mieć jak najmniejszą masę, najlepiej poniżej 0,5 kg, i umożliwiać sterowanie intensywnością chłodzenia. Wyniki przeprowadzonych badań ankietowych będą stanowić podstawę do opracowania odzieży chłodzącej będącej elementem systemu do monitorowania obciążenia cieplnego i przeciwdziałania mu podczas pracy w mikroklimacie gorącym w hucie szkła.

Słowa kluczowe: odzież chłodząca, moduły termoelektryczne, odzież inteligentna, hutnictwo, oczekiwania

Expectations of workers at a glassworks with regard to protective clothing with a cooling function – results of a questionnaire survey

Work in the metallurgy industry often involves exposure to a hot microclimate relating to the technological processes carried out. Employees are exposed to hot factors, including thermal radiation and contact with flames or glass mass, the temperature of which reaches approx. 1000–1200°C. Thermal discomfort of persons exposed to a hot microclimate during work can be reduced by using cooling clothing. Expectations regarding such clothing were determined thanks to surveys conducted among the staff of the glassworks Krosno Glass S.A. Their results confirmed the need to use cooling clothing during work – according to a significant number of employees, such clothing should be used when the ambient temperature is 25°C. According to the respondents, such clothing should provide cooling primarily of the chest and shoulder blades, and also be as light as possible, preferably below 0.5 kg, and allow for the control of the cooling intensity. The results of the survey will form the basis for the development of cooling garments as part of a system for monitoring and counteracting heat stress while working in a hot microclimate in a glassworks.

Keywords: cooling clothing, thermoelectric modules, smart clothing, metallurgy, expectations

^a Zakład Środków Ochrony Indywidualnej, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

^b Kontakt: andab@ciop.lodz.pl

Wstęp

Praca w przemyśle hutniczym często wiąże się z ekspozycją na mikroklimat gorący, wynikający z realizowanych procesów technologicznych. Według danych GUS [1] w 2022 r. w Polsce w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym zatrudnionych było 19 459 osób, z czego 10 914 pracowało w sektorze górnictwa i wydobywania, a 6476 – w przetwórstwie przemysłowym.

Hutnictwo szkła jest sektorem przemysłowym zajmującym się produkcją szkła. Proces produkcyjny wyrobów szklanych wymaga wysokiej temperatury, co stwarza w miejscu pracy specyficzne warunki. Z tego względu pracownicy są narażeni w czasie pracy na bezpośredni wpływ wysokiej temperatury i mikroklimatu gorącego. Szczególnie narażeni na te czynniki są hutnicy pracujący w bezpośrednim sąsiedztwie wanny szklarskiej, gdzie przez otwory wyrobowe nabierają roztopioną masę szklaną na piszczel, a następnie formują ją w odpowiedni wyrób (fot.). Bliski kontakt z masą szklaną, której temperatura wynosi ok. 1000–1200°C, powoduje narażenie na promieniowanie cieplne. W bliskim sąsiedztwie wanień szklarskich temperatura powietrza jest najwyższa i może osiągać nawet 50°C. Na takich stanowiskach pracy odzież powinna zapewniać ochronę przed działaniem czynników gorących, takich jak promieniowanie cieplne czy kontakt z płomieniem.

Oprócz wymaganej odzieży ochronnej, zapewniającej ochronę przed czynnikami zagrożenia w miejscu pracy, dobrym kierunkiem jest zastosowanie form ochrony/prewencji przed nadmiernym obciążeniem cieplnym pracowników. Jednym z rozwiązań jest wykorzystanie środków ochrony zbiorowej, takich jak klimatyzacja lub wentylatory, jednak nie zawsze są one wystarczające. Należy wtedy rozważyć zastosowanie odzieży chłodzącej, która bezpośrednio zmniejsza dyskomfort termiczny pracownika. Obecnie dostępnych jest wiele technologii chłodzących, możliwych do zintegrowania z odzieżą w celu poprawy warunków pracy osób zatrudnionych w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym. Chłodzenie w takiej odzieży ochronnej jest realizowane najczęściej przez takie media, jak:

- materiały przemiany fazowej,
- powietrze,
- ciecz.

Każde z tych rozwiązań ma pewne ograniczenia, a wybór technologii chłodzenia do zastosowania w odzieży ochronnej powinien być podyktowany analizą warunków pracy na danym



Fot. Stanowiska pracy w hucie szkła, na których występuje narażenie na mikroklimat gorący (Krosno Glass S.A.)
Photo. Workstations in glassworks with exposure to hot microclimate (Krosno Glass S.A.)

stanowisku [2]. Poszukiwanie rozwiązań technicznych, które w sposób indywidualny umożliwiłyby ograniczenie dyskomfortu cieplnego podczas pracy w odzieży ochronnej, było również przedmiotem prac badawczych realizowanych w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym. Praca w szczelnej, barierowej odzieży ochronnej (np. w kombinezonach chroniących przed czynnikami chemicznymi) wiąże się z brakiem możliwości odparowania potu ze skóry, a w konsekwencji – z bardzo dużym obciążeniem cieplnym, nawet w neutralnych warunkach klimatycznych. Z uwagi na konieczność odizolowania pracownika od środowiska zewnętrznego do pracy w takiej odzieży została zaproponowana kamizelka z materiałami przemiany fazowej (ang. *phase change materials* – PCM) [3]. Do tego celu wykorzystano PCM w formie makrokapsulek, które pod wpływem wzrastającej temperatury w mikroklimacie pododzieżowym ulegały stopieniu, czemu towarzyszył proces endotermiczny, pozwalający na odebranie nadmiaru ciepła, a w efekcie – na ograniczenie dyskomfortu cieplnego. Skuteczność chłodzenia z wykorzystaniem materiałów PCM zależy od zastosowanego materiału i jego właściwości [4].

Problem utrudnionej wymiany ciepła przez parowanie występuje również w przemyśle metalurgicznym, gdzie używa się aluminizowanej odzieży ochronnej, która nie przepuszcza pary wodnej. Prace badawcze odnoszące się do tego środowiska, w którym dodatkowo stanowiska pracy nie wymagają znaczącej mobilności

pracowników, ukierunkowano więc na opracowanie odzieży z funkcją chłodzenia cieczą [5]. Badania przeprowadzone w warunkach mikroklimatu gorącego potwierdziły, że obieg cieczy chłodzącej w zintegrowanym z odzieżą systemie rurek jest skuteczną metodą ograniczania dynamiki wzrostu temperatury w mikroklimacie pododzieżowym, jednak konieczność stosowania agregatu do chłodzenia cieczy może stanowić istotne utrudnienie w przypadku stanowisk wymagających aktywności fizycznej pracownika i mobilności [6]. Z tego względu odzież chłodząca cieczą może być stosowana tylko w określonych obszarach [7].

Grupą zawodową wymagającą dużej mobilności, pracującą w niezwykle obciążających warunkach środowiskowych, są ratownicy górniczy. Występujące w ich pracy wieloczynnikowe zagrożenia, z atmosferą wybuchową włącznie, stanowią kluczowe ograniczenie, jeśli chodzi o wybór technologii chłodzenia. Odzież przeznaczona do zmniejszania obciążenia cieplnego ratowników nie może stwarzać dodatkowego zagrożenia i musi być kompatybilna z podstawowym wyposażeniem niezbędnym do prowadzenia akcji ratowniczej. W związku z tym zaproponowano dwa alternatywne rozwiązania obejmujące zestaw odzieży i bielizny ochronnej z materiałami przemiany fazowej [8] oraz systemem schładzania powietrzem, pochodzącym z aparatu powietrznego butlowego lub butli sprężonego powietrza [9]. Badania laboratoryjne, przeprowadzone z wykorzystaniem manekina termicznego oraz z udziałem ratowników górniczych,

potwierdziły skuteczność obu opracowanych rozwiązań, przy czym – podobnie jak w przypadku odzieży z PCM przeznaczanej do stosowania wraz ze szczelną odzieżą ochronną – czas działania tego zestawu jest uwarunkowany albo czasem procesu przemiany fazowej, albo ilością powietrza dostępnego w butli.

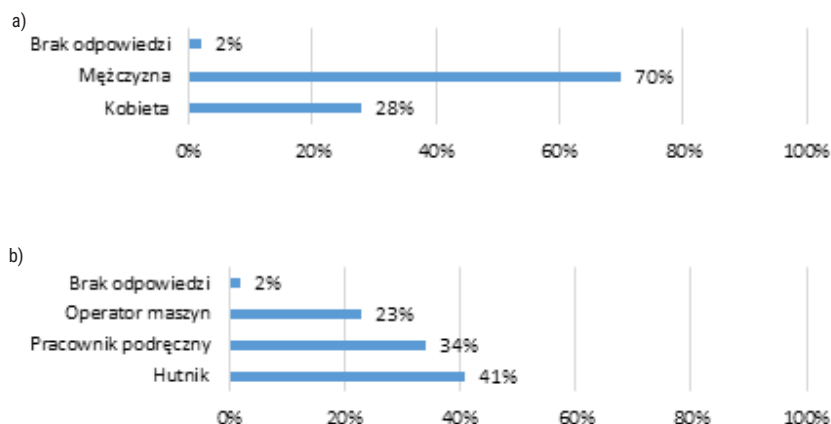
Wyniki licznych doświadczeń wykonanych w ramach opisanych prac badawczych pozwoliły stwierdzić, że niezbędne jest dalsze poszukiwanie technologii, która oprócz skuteczności zapewni wydłużony czas działania, nie ograniczając mobilności pracowników. Obiecujący kierunek prac obejmuje moduły termoelektryczne, które w ostatnich latach zostały znacząco ulepszone pod względem efektywności energetycznej. Słuszność wyboru technologii potwierdzono w badaniach z udziałem pracowników sektora kolejowego. Tym, co dodatkowo wyróżnia opracowane rozwiązanie, jest możliwość jego integracji w ramach systemów internetu rzeczy [10].

Ograniczenie obciążenia cieplnego pracowników huty szkła również wymaga skutecznego rozwiązania zapewniającego odprowadzanie ciepła z ludzkiego ciała oraz dostosowanego do specyfiki pracy w hucie i realizowanych w niej procesów technologicznych. Z tego powodu podjęto prace mające na celu opracowanie systemu dostosowanego do warunków pracy w hucie szkła, przeznaczonego do monitorowania obciążenia cieplnego i przeciwdziałania mu u osób wykonujących pracę w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym. Jednym z elementów tego systemu będzie odzież ochronna z funkcją chłodzenia, realizowaną z wykorzystaniem modułów termoelektrycznych. Celem artykułu jest przedstawienie oczekiwań pracowników huty szkła dotyczących funkcjonalności odzieży ochronnej z funkcją chłodzenia, określonych na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych.

Identyfikacja potrzeb – badania ankietowe

W celu rozpoznania i zidentyfikowania oczekiwań potencjalnych użytkowników odzieży ochronnej z funkcją chłodzenia przeprowadzono badanie ankietowe z udziałem 340 pracowników huty szkła Krosno Glass S.A., którzy w czasie pracy są narażeni na działanie mikroklimatu gorącego. Udział w badaniu był dobrowolny i anonimowy.

Kwestionariusz ankietowy zawierał czternaście pytań zarówno o charakterze zamkniętym, jak i otwartym, w tym



Rys. 1. Charakterystyka respondentów: a) płeć, b) stanowisko pracy
Fig. 1. Respondents' characteristics: a) gender, b) workstation



Rys. 2. Inne zagrożenia na stanowisku pracy (pytanie wielokrotnego wyboru)
Fig. 2. Other hazards at the workplace (multiple choice question)

również pytania wielokrotnego wyboru. Pierwszą grupę stanowiły pytania mające na celu scharakteryzowanie miejsca pracy oraz osób ankietowanych. Kolejna grupa pytań dotyczyła oczekiwań pracowników w odniesieniu do odzieży chłodzącej. Ankietowanych pytano o temperaturę otoczenia, w jakiej istnieje potrzeba stosowania odzieży chłodzącej, obszary ciała wymagające chłodzenia oraz preferowaną konstrukcję odzieży chłodzącej. Pytania z tej grupy dotyczyły również technicznych aspektów odzieży chłodzącej, takich jak: czas chłodzenia, sposób sterowania chłodzeniem, umiejscowienie źródła zasilania oraz masa odzieży. Ostatnie pytanie było pytaniem opcjonalnym i dotyczyło innych potrzeb/sugestii odnośnie do odzieży chłodzącej.

Wyniki badań ankietowych – charakterystyka miejsca pracy

Uzyskane odpowiedzi pozwoliły scharakteryzować respondentów biorących udział w badaniu: 70% stanowili mężczyźni, a 28% – kobiety (rys. 1a). Respondentów scharakteryzowano również pod kątem stanowiska pracy (rys. 1b).

Największą grupę spośród badanych stanowili hutnicy (41%). Na stanowisku pracy hutnika praca jest wykonywana w pobliżu wanny szklarskiej, gdzie temperatura otoczenia może osiągać nawet 50°C. Z wanny szklarskiej hutnik pobiera przy pomocy piskzeli roztopioną masę szklaną, którą następnie rozdmuchuje i formuje wyrób, pobierając w razie konieczności dodatkowe porcje masy szklanej. Z tym stanowiskiem pracy ściśle związane jest stanowisko pracy pracownika podręcznego, który odpowiadając m.in. za podtrzymywanie formy szklarskiej, wkładanie wyrobów do odprężarek czy studzenie wyrobów szklanych na piskzeli. Spośród ankietowanych 34% wskazało to stanowisko pracy. Ostatnim ze wskazanych stanowisk było stanowisko operatora maszyn, na którym pracuje 23% ankietowanych. Pracownik na tym stanowisku jest odpowiedzialny za obsługę automatów formujących wyroby szklane automatycznie oraz obsługę urządzeń przekazujących-transportujących gotowe wyroby do odprężarki tunelowej. Średnioroczna temperatura na tym stanowisku pracy wynosi 45°C.

Niezwykle istotna jest również identyfikacja innych zagrożeń występujących na

stanowisku pracy, ponieważ opracowywana odzież chłodząca powinna zapewnić ochronę przed nimi wszystkimi (rys. 2). Najwięcej osób wskazało kontakt z gorącymi przedmiotami (88%), przecięcie ostrymi przedmiotami (85%), promieniowanie cieplne (79%), ciepło konwekcyjne (76%) oraz zapalenie (67%) jako dodatkowo zagrożający czynnik.

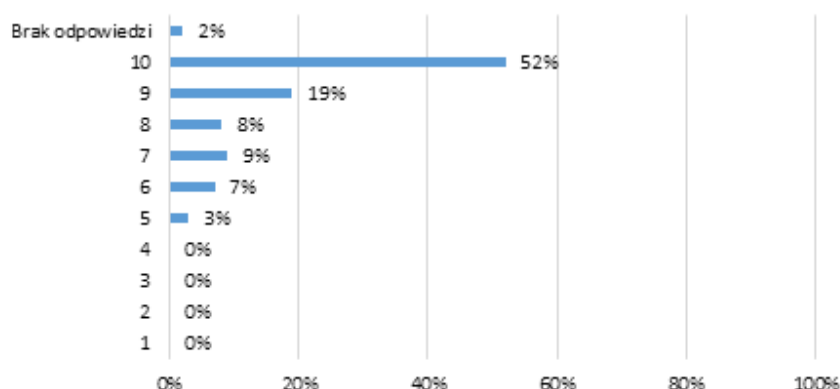
Przeprowadzone badanie ankietowe wykazało, że średnia ocena uciążliwości wykonywanej pracy w mikroklimacie gorącym wynosi 8,89/10 (rys. 3a). Najwięcej, bo 52% respondentów wskazało ocenę 10, 19% – ocenę 9, a 9% – ocenę 7. Uzyskane wyniki świadczą o znacznej uciążliwości pracy w narażeniu na działanie mikroklimatu gorącego oraz o potrzebie korzystania z dodatkowych środków mogących zminimalizować jego wpływ na pracownika. Potwierdzone to zostało również przez ankietowanych, którzy w 90% wskazali na realną potrzebę stosowania odzieży chłodzącej podczas pracy (rys. 3b). Należy zaznaczyć, że do tej pory jako zabezpieczenia przed szkodliwym oddziaływaniem mikroklimatu gorącego (rys. 4) stosowane są głównie środki ochrony zbiorowej (81%), które najczęściej mają formę wentylatorów umieszczanych w pobliżu stanowiska pracy. Mimo stosowania środków ochrony uciążliwość pracy nadal pozostaje na wysokim poziomie.

Wyniki badań ankietowych – wymagania stawiane odzieży chłodzącej

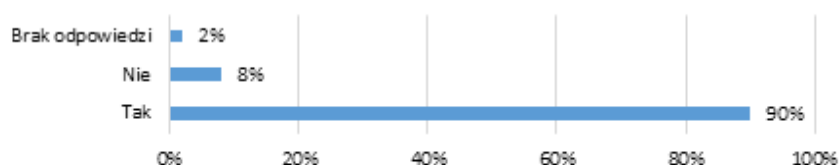
Przy opracowywaniu odzieży ochronnej istotne znaczenie ma temperatura otoczenia, w której będzie wykorzystywana ta odzież. Od tego czynnika może bowiem zależeć wybór technologii chłodzenia. Według 44% ankietowanych stosowanie odzieży chłodzącej jest niezbędne w temperaturze otoczenia powyżej 25°C (rys. 5). Z kolei 27% badanych wskazało temperaturę otoczenia powyżej 35°C, a 24% – 30°C i więcej, natomiast 5% respondentów wstrzymało się od odpowiedzi na to pytanie.

Respondentów pytano również o części ciała, które powinny być chłodzone, aby zachować komfort pracy (rys. 6a). W ankiecie wskazano następujące miejsca: klatka piersiowa, brzuch, łopatki, dolna część pleców i kark. Zadaniem osoby wypełniającej ankietę było uszeregowanie wskazanych części ciała w kolejności od 1 do 5, gdzie 1 oznacza największą potrzebę, a 5 – najmniejszą. Znaczna część respondentów (60%) wskazała klatkę piersiową jako miejsce najbardziej wymagające chłodzenia. Z kolei 11% badanych

a) Ocena uciążliwości pracy w mikroklimacie gorącym (w skali od 1 do 10)

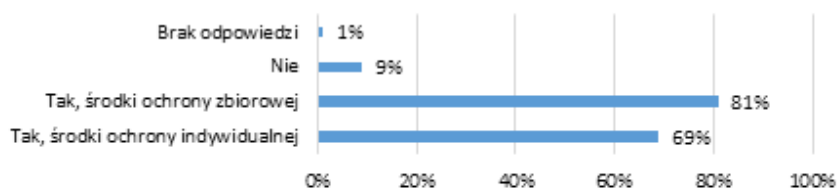


b) Potrzeba stosowania odzieży chłodzącej podczas pracy



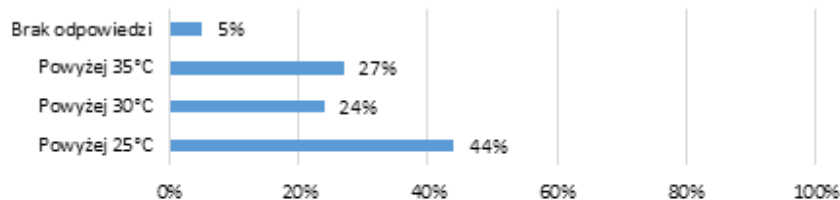
Rys. 3. Ocena uciążliwości pracy w mikroklimacie gorącym (a) oraz zapotrzebowanie dotyczące stosowania odzieży chłodzącej podczas pracy (b) – pytania jednokrotnego wyboru

Fig. 3. Assessment of the arduousness of working in hot microclimate (a) and demand for the use of cooling clothing at work (b) – single-choice questions



Rys. 4. Stosowane rozwiązania zabezpieczające przed szkodliwym oddziaływaniem mikroklimatu gorącego (pytanie wielokrotnego wyboru)

Fig. 4. Solutions used to protect against effects of hot microclimate (multiple choice question)



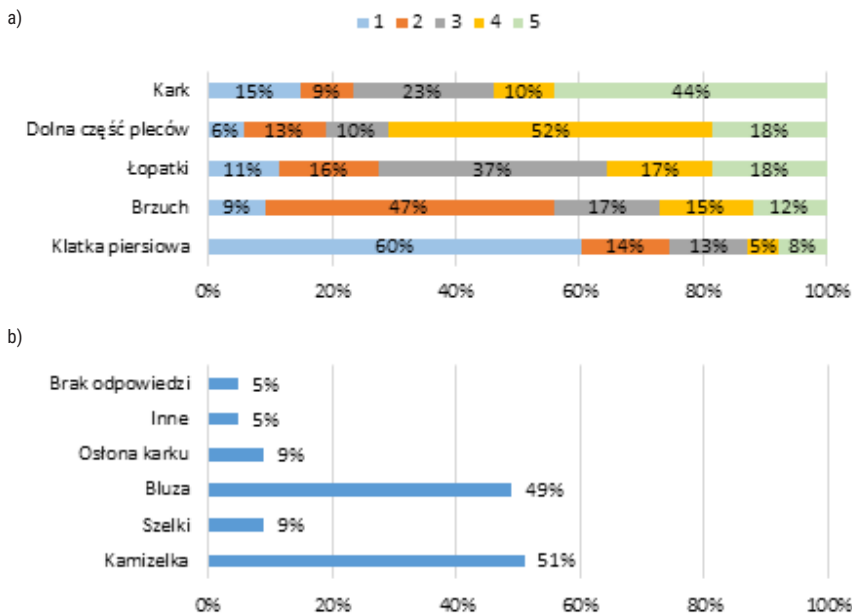
Rys. 5. Temperatura otoczenia, w której istnieje potrzeba stosowania odzieży chłodzącej

Fig. 5. Ambient temperature at which there is a need for cooling clothing

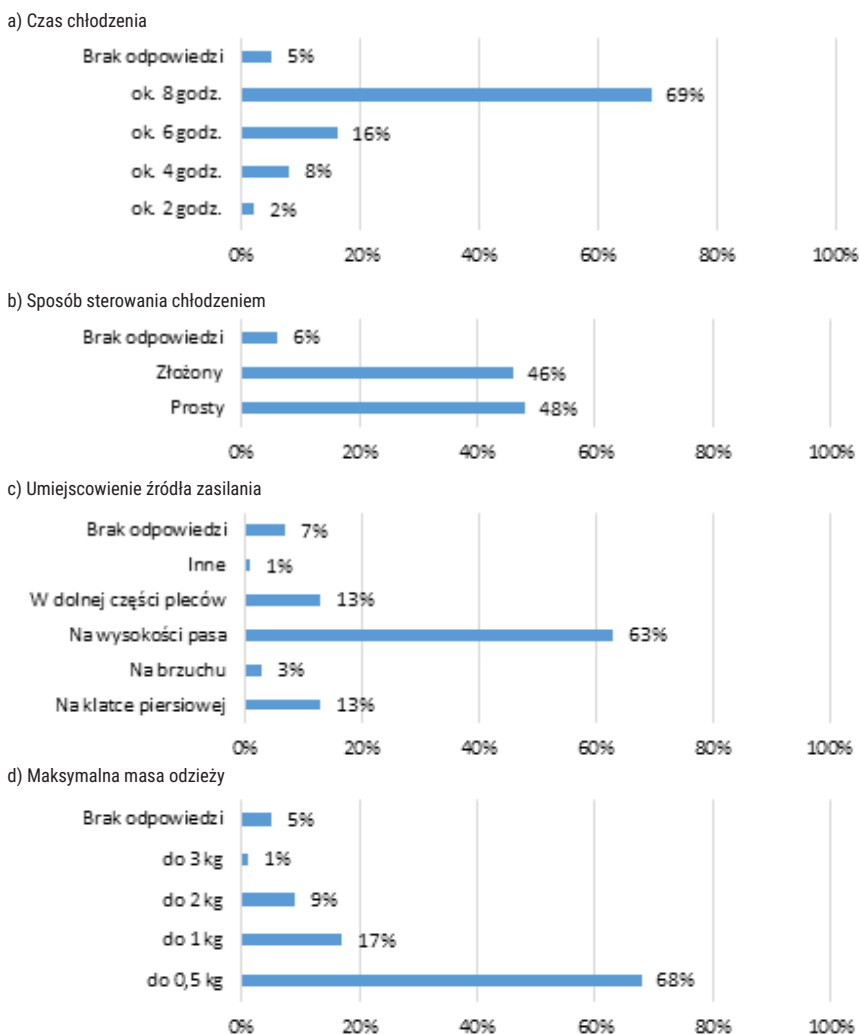
uważa, że powinny być chłodzone łopatki, a jedynie 9% ankietowanych wskazało brzuch jako miejsce wymagające chłodzenia. Za najmniej wymagającą chłodzenia część ciała uznano kark (62% wskazało kark w piątej kolejności). W ramach badania ankietowego zapytano respondentów o preferowany rodzaj odzieży chłodzącej w czasie pracy w mikroklimacie gorącym (rys. 6b). Najwięcej osób wskazało

kamizelkę (51%) oraz bluzę (49%) jako preferowany rodzaj odzieży chłodzącej.

Aby zapewnić odpowiedni komfort pracy w opracowywanej odzieży chłodzącej, potencjalnych użytkowników zapytano o kilka technicznych aspektów konstrukcji tej odzieży odnoszących się do układu chłodzącego (rys. 7). Jeśli chodzi o wymagany czas chłodzenia (bez konieczności wykonania dodatkowych



Rys. 6. Części ciała wymagające chłodzenia (a) oraz preferowany rodzaj odzieży chłodzącej (b) – pytanie wielokrotnego wyboru
Fig. 6. Body parts with a need for cooling (a) and preferred type of cooling clothing (b) – multiple choice question



Rys. 7. Techniczne aspekty odzieży chłodzącej: a) wymagany czas chłodzenia, b) preferowany sposób sterowania chłodzeniem, c) umiejscowienie źródła zasilania, d) maksymalna akceptowalna masa odzieży (a, b i d – pytania jednokrotnego wyboru, c – pytanie wielokrotnego wyboru)
Fig. 7. Technical aspects of cooling clothing: a) required cooling time, b) preferred method of cooling control, c) location of power source, d) maximum acceptable weight of clothing (a, b and d – single-choice questions, c – multiple-choice question)

czynności związanych z obsługą odzieży chłodzącej), najczęściej ankietowanych (69%) oczekiwało, że będzie on wynosił ok. 8 godz. (rys. 7a), a zdaniem 16% i 8% osób optymalny czas powinien wynosić odpowiednio 6 i 4 godz. Tylko 2% badanych osób wskazało czas 2 godz., a 5% ankietowanych wstrzymało się od odpowiedzi. Kolejne pytanie dotyczyło preferowanego trybu sterowania systemem chłodzącym w odzieży (rys. 7b). Najwięcej respondentów (48%) zadeklarowało, że preferuje prosty tryb sterowania (tzn. za pomocą opcji włącz/wyłącz), 46% badanych wolałoby tryb złożony (obejmujący kilka poziomów chłodzenia oraz opcję włącz/wyłącz), a 6% wstrzymało się od odpowiedzi na pytanie. W tym przypadku głosy rozłożyły się mniej więcej po połowie, co oznacza, że system chłodzenia powinien zapewniać zarówno proste sterowanie, jak i możliwość dostosowania poziomu chłodzenia ręcznie przez użytkownika. W odpowiedzi na pytanie dotyczące preferowanej lokalizacji źródła zasilania układu chłodzącego (rys. 7c) 63% respondentów wskazało natomiast, że powinno ono być umieszczone na wysokości pasa. Według 13% ankietowanych źródło zasilania powinno się znajdować odpowiednio na klatce piersiowej i w dolnej części pleców, a tylko 3% ankietowanych uważa, że najlepszym do tego miejscem jest brzuch. Ostatnie pytanie dotyczyło maksymalnej akceptowalnej masy układu chłodzącego w odzieży (rys. 7d). Aż 68% respondentów oczekuje, że ta masa nie przekroczy 0,5 kg, 17% dopuszcza masę nieprzekraczającą 1 kg, a tylko 9% – masę nieprzekraczającą 2 kg.

W przypadku pytania dodatkowego o charakterze otwartym, dotyczącego dodatkowych potrzeb i sugestii względem odzieży chłodzącej, odpowiedziało na nie jedynie 8% respondentów. Najwięcej z nich wskazało, że ubranie powinno być swobodne, by nie ograniczało ruchów podczas pracy. Wśród sugestii znalazły się także: stworzenie obuwia chłodzącego i umożliwienie prania odzieży z wbudowaną elektroniką.

Podsumowanie

Przeprowadzone badanie wskazuje na znaczną uciążliwość pracy wykonywanej przez pracowników huty szkła, którzy są zatrudnieni na stanowiskach szczególnie narażonych na działanie mikroklimatu gorącego, i potwierdza potrzebę stosowania przez nich odzieży chłodzącej. Znaczna część pracowników wskazała na konieczność stosowania takiej odzieży już w temperaturze otoczenia

wynoszącej 25°C. Od tej odzieży wymaga się zapewnienia chłodzenia przez całą zmianę roboczą, czyli przez ok. 8 godz., bez konieczności wykonywania dodatkowych czynności obsługowych. Układ chłodzący powinien się charakteryzować jak najmniejszą masą, najlepiej poniżej 0,5 kg, i zapewniać chłodzenie przede wszystkim klatki piersiowej i łopatek. Najlepiej, gdyby: odzież chłodząca miała formę kamizelki lub bluzy, źródło zasilania układu chłodzącego było umieszczone na wysokości pasa, a sterowanie chłodzeniem mogło się odbywać na dwa sposoby (prosty i złożony). Przeprowadzone badania ankietowe pozwoliły na określenie wymagań funkcjonalnych, które stanowią podstawę do opracowania odzieży chłodzącej, będącej kluczowym elementem systemu monitorowania obciążenia cieplnego i przeciwdziałania mu podczas pracy w mikroklimacie gorącym w hucie szkła. Aby zagwarantować jak najlepsze dostosowanie rozwiązania do warunków pracy, zidentyfikowane oczekiwania pracowników będą traktowane jako kluczowe na etapie projektowym. Zgodność opracowanego rozwiązania z wymaganiami zostanie zaś oceniona w trakcie badań użytkowych z zaangażowaniem pracowników huty

szkła. Należy jednak podkreślić, że opracowanie odzieży chłodzącej, która zapewni długi czas chłodzenia, a jednocześnie będzie się charakteryzowała małą masą (tego oczekują potencjalni użytkownicy), stanowi poważne wyzwanie badawcze.

Zrealizowano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Projekt nr II.PN.02 pt. „Monitorowanie i przeciwdziałanie obciążeniu cieplnemu osób wykonujących pracę w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym”. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Warunki pracy w 2022 r., GUS, 2023, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/warunki-pracy-wypadki-przy-pracy>.
- [2] Dąbrowska A., Kobus M., Kierunki rozwoju odzieży ochronnej z funkcją aktywnego chłodzenia, „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka”, 2023, 3: 10–14.
- [3] Bartkowiak G., Dąbrowska A., Marszałek A., Analysis of thermoregulation properties of PCM garments on the basis of ergonomic tests, „Textile Research Journal”, 2013, 83(2): 148–159.

[4] Zhou J. et al., Personal Wearable Thermal and Moisture Management Clothing: A Review on Its Recent Trends and Performance Evaluation Methods, „Processes”, 2023, 11(11): 3063; doi: 10.3390/pr11113063.

[5] Bartkowiak G., Dąbrowska A., Marszałek A., Assessment of an active liquid cooling garment intended for use in a hot environment, „Applied Ergonomics”, 2017, 58: 182–189.

[6] He T.H. et al., Evaluate the Cooling Effect of Cooling Garments: A Review, „Journal of Natural Fibers”, 2024, 21(1): 2405898; doi: 10.1080/15440478.2024.2405898.

[7] Zhang M. et al., Design and research of liquid cooling garments in thermal environment, „International Journal of Refrigeration”, 2022, 139: 136–147; doi: 10.1016/j.ijrefrig.2022.04.014.

[8] Bartkowiak G., Marszałek A., Dąbrowska A., Thermal Load of Mine Rescuer in the Underwear and Protective Clothing with Phase Change Materials in Simulated Utility Conditions, „Materials”, 2020, 13: 4320; doi: 10.3390/ma13194320.

[9] Marszałek A. et al., Mine rescuers' heat load during the expenditure of physical effort in a hot environment, using ventilated underwear and selected breathing apparatus, „International Journal of Occupational Safety and Ergonomics”, 2018, 24(1): 1–13; doi: 10.1080/10803548.2017.1335971.

[10] Dąbrowska A. et al., Integration of Active Clothing with a Personal Cooling System within the NGLoT Architecture for the Improved Comfort of Construction Workers, „Applied Sciences”, 2024, 14(2): 586; doi: 10.3390/app14020586.



CIOP  **PIB** **75** LAT

Zapraszamy do Sieci Branżowych Konsultantów ds. BHP

Sieć skupia wysokiej klasy specjalistów posiadających unikalne doświadczenie i praktyczne umiejętności związane z zapewnieniem wysokich standardów bhp w różnych branżach. Głównym celem działalności Sieci jest dzielenie się wiedzą, rozwiązaniami i dobrymi praktykami, a także aktywna współpraca z CIOP-PIB na rzecz budowy kultury bezpieczeństwa.

Więcej informacji:

tel. 22 623 37 34, e-mail: marzena.malinska@ciop.pl



www.ciop.pl/Konsultanci-BHP