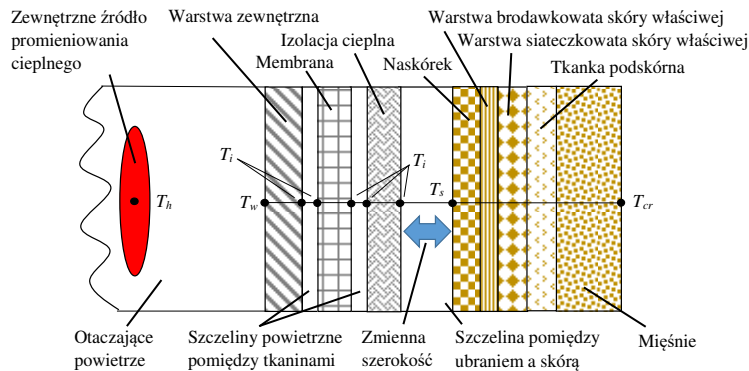


Streszczenie popularno-naukowe projektu

W wielu zawodach występują zagrożenia związane z nagłym wybuchem gazu lub eksplozją, wybuchem cieczy lub par, kontaktem z gorącymi przedmiotami, kontaktem z łukiem elektrycznym itd. Zagrożenia termiczne w tych wyjątkowych sytuacjach mogą mieć dużą intensywność przekraczającą 100 kW/m^2 i 1000°C oraz charakteryzują się krótkim czasem trwania. W niektórych przypadkach, np. podczas gaszenia pożarów lasów strażacy narażeni są na dłuższe ekspozycje cieplne o mniejszej intensywności ze względu na większą odległość od źródła pożaru. Ochrona przed zagrożeniami cieplnymi i parowymi polega przede wszystkim na noszeniu specjalnej, wielowarstwowej odzieży ochronnej, która może wytrzymać bardzo wysokie temperatury oraz obciążenia cieplne i parowe. Strukturę typowego ubrania ochronnego przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat wielowarstwowego ubrania ochronnego oraz skóry ludzkiej

Zagrożenia cieplne mogą mieć charakter radiacyjny, konwekcyjny i kondukcyjny, podczas gdy zagrożenia parowe mają zwykle charakter uderzeń gorących strug. Wszystkie procesy transportowe w ubraniach ochronnych silnie zależą od mikrostruktury tkanin. Promieniowanie cieplne, które pada na zewnętrzną powierzchnię ubrania, przenika przez półprzezroczystą wielowarstwową odzież ochronną o spektralnych właściwościach optycznych i dociera do skóry. Przepływ ciepła na drodze konwekcji i przewodzenia od gorących obiektów do ubrania ochronnego prowadzi do wzrostu temperatury powierzchni zewnętrznej tkaniny i transportu ciepła do skóry. Strumienie pary uderzają w odzież, wnikają w nią i kondensują, zwiększając ilość wilgoci i temperaturę w tkaninie. Ponadto, ludzie podczas rutynowych czynności i nagłych wypadków intensywnie pocą się. Wilgoć może również pochodzić z otoczenia. Dlatego, nawet jeśli nie występują oddziaływania parowe, wilgoć w postaci pary i cieczy jest zazwyczaj obecna w odzieży, tj. w porach i szczelinach powietrznych oraz w stanie związanym we włóknach tkanin. Jej obecność prowadzi do zmian właściwości termofizycznych tkanin oraz do dodatkowego transportu ciepła spowodowanego jej ruchem. Zjawiskom wymiany ciepła i masy w odzieży ochronnej może towarzyszyć ruchy osoby, która nosi ubranie, co prowadzi do zmian wielkości szczelin powietrznych i ruchu powietrza w ubraniu. Badania transportu energii w odzieży ochronnej oraz ocena ich właściwości ochronnych wymagają także modelowania transportu ciepła w skórze. Zatem analizy cieplne odzieży ochronnej należą do skomplikowanych i wymagających.

W większości modeli dotąd prezentowanych w literaturze przyjmowano założenie jednowymiarowości transportu ciepła i wilgoci oraz wprowadzono wiele uproszczeń. Modele te mają nieodłączne ograniczenia, np.: konwekcyjna wymiana ciepła w szczelinie powietrznej i przez porowate tkaniny związana z ruchem osoby noszącej ubranie nie może być wiarygodnie modelowana. Nigdy nie rozważano wpływu mikrostruktury tkanin właściwości cieplno-wilgotnościowe oraz optyczne ubrań. Dlatego w projekcie badawczym zaproponowano nowy mikro-makroskalowy model transportu ciepła i wilgoci dla jedno i wielowarstwowej odzieży ochronnej. Model ten, uwzględniający najważniejsze mechanizmy wymiany ciepła i wilgoci w odzieży i skórze ludzkiej lub w materiale imitującym skórę, zostanie sformułowany dla trójwymiarowej geometrii, która będzie reprezentowała fragment odzieży i ciała, np.: część ręki, nogi, klatki piersiowej itd. Ponadto model uwzględni mikrostrukturę tkaniny, np. uzyskaną ze skanów CT. Aby potwierdzić poprawność i dokładność zaproponowanego modelu, zostanie wykonane stanowisko eksperymentalne, które umożliwi symulacje oddziaływania radiacyjnych strumieni ciepła i strug parowych z jedno i wielowarstwową odzieżą ochronną z nieruchomą i ruchomą szczeliną powietrzną pomiędzy odzieżą a płytą stabilizacyjną. W ostatnim kroku, aby mieć pełny obraz procesu transportu energii w odzieży ochronnej, opracowany model numeryczny i stanowisko eksperymentalne będą wykorzystane do badań parametrycznych i optymalizacji transportu ciepła i wilgoci w jedno i wielowarstwowej odzieży ochronnej poddanej obciążeniom termicznym i parowym. Uzyskane wyniki pozwolą na oszacowanie rzeczywistej temperatury skóry, wyznaczenie stopnia oparzenia skóry oraz optymalizację struktury ubrania i morfologii tkanin pod względem ich cieplnych właściwości ochronnych.