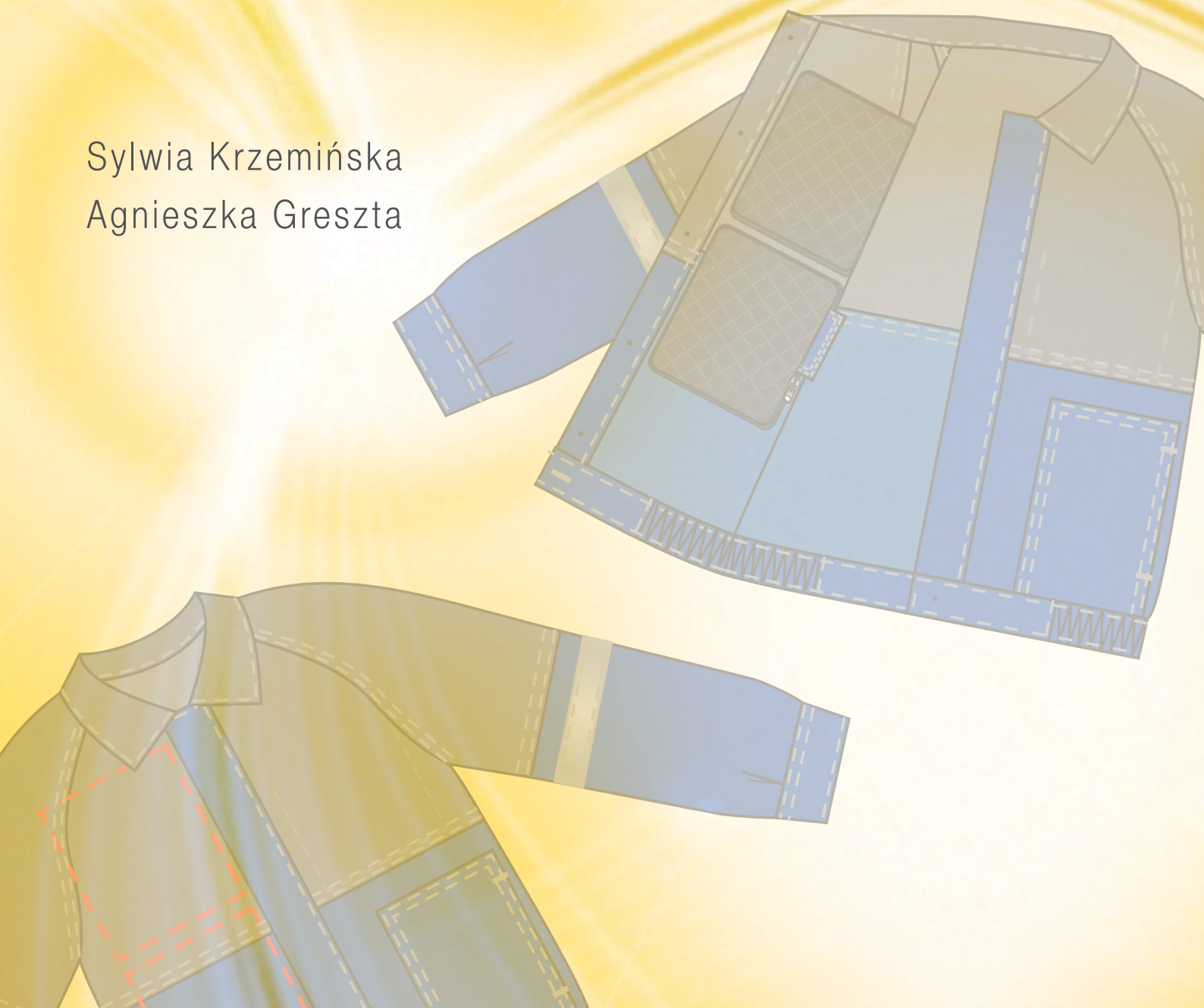


Sylwia Krzemińska  
Agnieszka Greszta



# MATERIAŁY I ODZIEŻ CHRONIĄCE PRZED CIEPŁEM

Materiały informacyjne  
dla producentów odzieży

Materiały informacyjne CIOP-PIB

Materiały i odzież chroniące przed ciepłem (materiały informacyjne dla producentów odzieży)

*Opracowano na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2017-2019 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.*

*Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy*

*Projekt III.N.14: Modelowanie odporności na przenikanie ciepła przez tekstylne struktury materiałowe z warstwą aerożelu pod kątem ich zastosowania w odzieży chroniącej przed czynnikami gorącymi*

Autorzy:

dr inż. Sylwia Krzemińska, mgr inż. Agnieszka Greszta – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochron Osobistych, Pracownia Odzieży Ochronnej

Zdjęcie na okładce: CIOP-PIB

© Copyright by  
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy  
Warszawa 2019

**CIOP**  **PIB**

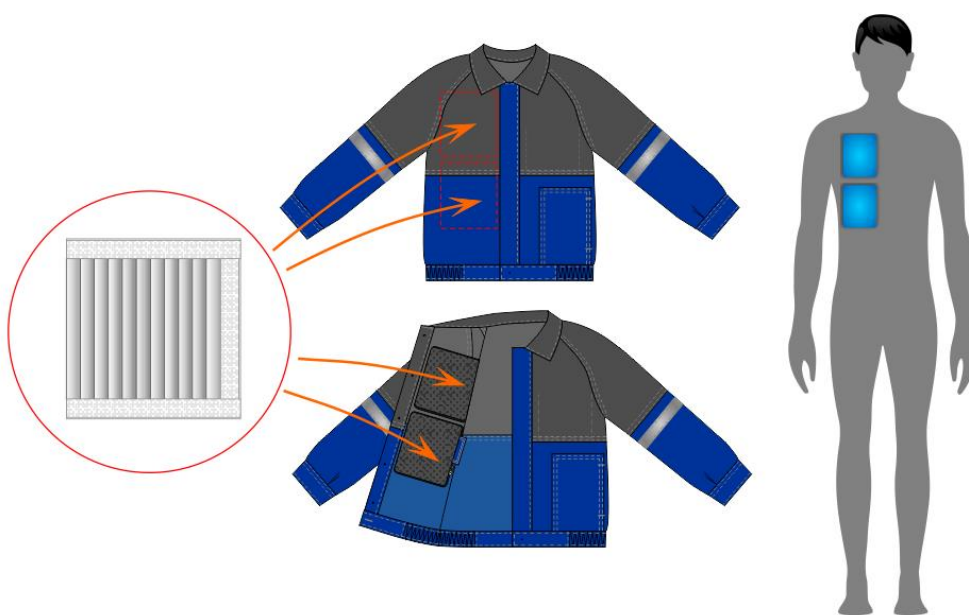
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa  
tel. (48-22) 623 36 98, [www.ciop.pl](http://www.ciop.pl)

W ramach prowadzonych w CIOP-PIB prac zostało opracowane nowe rozwiązanie do stosowania w odzieży, umożliwiające zwiększenie jej odporności na oddziaływanie czynników gorących, ze szczególnym uwzględnieniem promieniowania cieplnego. To rozwiązanie to lekki układ (wkład) z udziałem cząstek aerożelu do umieszczania w odzieży ochronnej w miejscach najbardziej narażonych na oddziaływanie promieniowania cieplnego. Jego podstawą jest uformowany z uszczelnionego materiału membranowego szereg tuneli o określonej konstrukcji, napełnianych odpowiednim rodzajem aerożelu i uszczelnianych taśmą termozgrzewalną. Układ opracowano we współpracy z ILED Sp. z o.o.

## Układ z warstwą aerożelu do ochrony przed przenikaniem ciepła

### Przeznaczenie

Układy z materiału membranowego z wprowadzonym aerożelem są przeznaczone do zastosowania w odzieży chroniącej przed czynnikami gorącymi jako elementy wymienne, które można umieścić w miejscach o zwiększonym narażeniu na działanie promieniowania cieplnego, takich jak przód bluzy na wysokości klatki piersiowej i przód nogawek na wysokości uda. Układy przewidziano do umieszczania w specjalnych kieszonkach od wewnętrznej strony odzieży ochronnej (rys. 1).



**Rys. 1.** Schemat zastosowania układu zawierającego aerożel do ochrony wybranych partii ciała przed promieniowaniem cieplnym

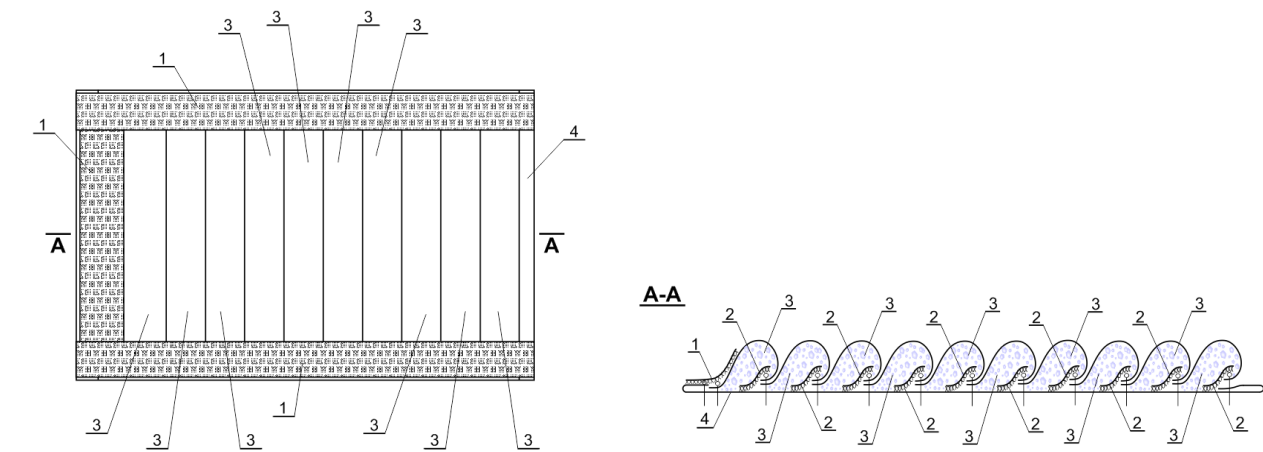
## Innowacyjność rozwiązania

Innowacyjność rozwiązania polega na zastosowaniu do wypełniania tuneli układu aerożelu krzemionkowego w formie granulek o wielkości cząstek 100–700  $\mu\text{m}$ . Aerożele to bardzo lekkie cząstki charakteryzujące się bardzo dobrymi właściwościami izolacyjnymi zarówno w niskiej, jak i wysokiej temperaturze. Aerożele składają się w ponad 90% z powietrza, dzięki czemu wyróżniają się małą gęstością (1,9–150  $\text{mg}/\text{cm}^3$ ) oraz niskim jak na obecnie znane materiały stałe współczynnikiem przewodnictwa cieplnego (0,004–0,03  $\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ ).

Innowacyjność rozwiązania dotyczy także konstrukcji układu, sposobu łączenia elementów wypełnionych aerożelem i ich uszczelnienia.

## Konstrukcja

Układ składa się z elementów tworzących tunele do umieszczania aerożelu, naszytych jednowarstwowo na element spodu (rys. 2). Sposób naszywania elementów tuneli opracowano w sposób umożliwiający uszczelnienie wnętrza tuneli taśmą termozgrzewalną. Konstrukcja układu uwzględnia zachodzenie elementów tuneli na siebie i tworzenie zakładek zmniejszających przerwy między tunelami w celu zwiększenia powierzchni chronionej. Wymiary układu oraz liczbę elementów tuneli można dostosować do powierzchni przewidzianej do ochrony oraz wielkości ubrania (rys. 3).



### Legenda:

- |                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1 – taśma 3-warstwowa          | 2 – taśma 2-warstwowa     |
| 3 – tunel wypełniony aerożelem | 4 – membrana dolna układu |

**Rys. 2.** Rysunek strukturalny układu wraz z przekrojem poziomym



W układzie układu zastosowano następujące materiały:

- warstwę membranową chroniącą przed podsiąkaniem,
- taśmy termozgrzewalne dwu- i trzywarstwowe,
- aerożel krzemionkowy w postaci granulek o rozmiarach 100–700  $\mu\text{m}$ .



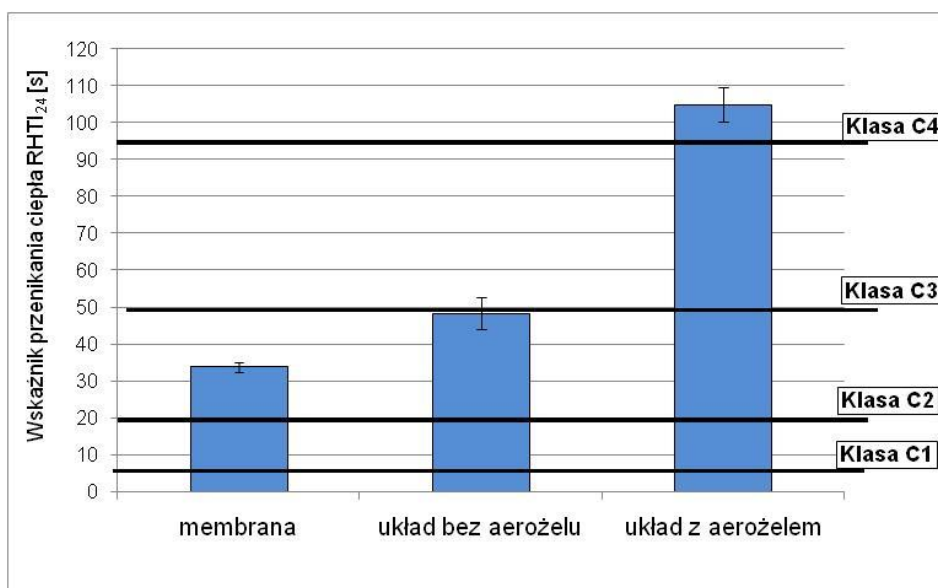
**Rys. 3.** Fotografia układu po umieszczeniu w kieszeni bluzy ubrania ochronnego

### Właściwości ochronne

Układy z aerożelem spełniają wymagania normy PN-EN ISO 11612:2015-11 *Odzież ochronna. Odzież do ochrony przed czynnikami gorącymi i płomieniem. Minimalne wymagania dotyczące skuteczności* w zakresie następujących parametrów:

- odporność na ograniczone rozprzestrzenianie się płomienia,
- odporność na ciepło w temperaturze 180°C,
- odporność na przenikanie promieniowania cieplnego.

Aplikacja aerożelu do opracowanego układu umożliwia podniesienie ochrony przed promieniowaniem cieplnym co najmniej o 1 klasę ochrony (rys. 4).



**Rys. 4.** Odporność na promieniowanie cieplne materiału membranowego oraz układu przed wypełnieniem aerożelem i po wypełnieniu nim

### Dlaczego należy zapewnić ochronę przed czynnikami gorącymi?

Czynniki gorące należą do grupy czynników szkodliwych, które gdy działają na pracownika przez dłuższy czas, mogą spowodować obniżenie jego sprawności fizycznej i psychicznej (dyskomfort termiczny) lub zmiany w stanie jego zdrowia. W wyniku narażenia na oddziaływanie czynników gorących może dojść do rozległych poparzeń, które bywają przyczyną poważnych uszkodzeń ciała, a nawet śmierci. Szczególną grupą narażoną na działanie czynników gorących są pracownicy instalacji przemysłowych, zajmujący się przerobem metali i stali, pracownicy odlewni szkła i ceramiki, pracownicy przemysłu spożywczego (piekarni) oraz strażacy i spawacze. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego w 2018 roku w Polsce liczba zatrudnionych w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym wyniosła 5,7 na 1000 osób zatrudnionych w przemyśle. Zgodnie z danymi GUS w I półroczu 2017 roku w Polsce wśród pracowników z sektorów najbardziej narażonych na czynniki gorące, a więc z branży produkcji metali, produkcji wyrobów z metali oraz produkcji wyrobów z pozostałych mineralnych surowców niemetalicznych, odnotowano 3 531 wypadków, w tym 12 wypadków śmiertelnych.