

Tkaniny bazaltowe

– ocena możliwości zastosowania w rękawicach chroniących przed czynnikami gorącymi

Fot. Helmut Feil/Bigstockphoto



Tkaniny wykonane z przędzy bazaltowych charakteryzują się wysoką odpornością na czynniki termiczne, dlatego mogą być wykorzystywane do wytwarzania rękawic ochronnych. W artykule omówiono wyniki badań laboratoryjnych tkanin bazaltowych o różnych masach powierzchniowych. Zaprezentowano również sposób ich modyfikacji z uwzględnieniem techniki aluminizacji. Zakres przeprowadzonych badań uwzględnił ocenę aluminizowanych i niealuminizowanych tkanin bazaltowych w zakresie odporności na działanie czynników mechanicznych oraz termicznych. Uzyskane wyniki potwierdziły możliwość wykorzystania tkanin bazaltowych do wytwarzania rękawic ochronnych przeznaczonych do pracy w warunkach występowania zagrożeń termicznych.

Assessment of basalt fabrics with regard to application in professional gloves designed for protection against thermal risk

Fabrics made of basalt rock belong to technical materials have high resistance against thermal risk; therefore, they can be used in protective gloves. This paper presents test results for basalt fabrics of different mass per square metres. It discusses modifying fabrics, including their aluminization. The scope of laboratory tests included assessing aluminized and non-aluminized fabrics with regard to thermal and mechanical factors. The results of tests confirm high efficiency of basalt textiles that are used in protective gloves.

Wstęp

Dostępne obecnie na rynku rękawice, przeznaczone do ochrony przed czynnikami gorącymi, wytwarzane są głównie z takich materiałów jak: tkaniny z włókien szklanych, aramidowych, tkaniny aramidowo-bawełniane, wełniane i bawełniane wykończone przeciwpalnie oraz skóry termoodporne. Szczególnym rodzajem materiałów stosowanych do wytwarzania tego typu rękawic ochronnych

są materiały aluminizowane, charakteryzujące się zwiększoną odpornością na czynniki termiczne występujące na stanowiskach pracy.

Zastosowanie do produkcji rękawic ochronnych nowych materiałów w postaci tkanin bazaltowych, które nie były dotychczas stosowane jako materiały barierowe w tej grupie środków ochrony indywidualnej, umożliwi osiągnięcie wysokiej skuteczności w odniesieniu do zagrożeń termicznych [1, 2], a tym

samym zwiększenie konkurencyjności rozwiązań w stosunku do obecnie stosowanych wyrobów włókienniczych i środków ochrony indywidualnej dostępnych na rynku UE.

W artykule zaprezentowano wyniki pracy badawczej realizowanej w ramach projektu nr E! 4505 pn. *Elaboration of new type of protective gloves from basalt fibers for hot workplaces*, koordynowanego przez Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy w ramach działania EUREKA, zrealizowanego przy współpracy z Politechniką Łódzką i czeskim producentem tkanin bazaltowych – firmą Basaltex a.s. Zaprezentowano badania laboratoryjne aluminizowanych i niealuminizowanych wariantów tkanin wykonanych z włókien bazaltowych, potwierdzające ich dobre właściwości ochronne w odniesieniu do zagrożeń mechanicznych oraz termicznych na stanowiskach pracy.

Tkaniny bazaltowe do wytwarzania rękawic ochronnych

W celu przeprowadzenia oceny właściwości ochronnych tkanin bazaltowych wybrano trzy warianty tego typu tkanin, charakteryzujące się różnymi masami powierzchniowymi¹ oraz różnym splotem² (tabela 1.). Ponieważ masa powierzchniowa tkanin bazaltowych przeznaczonych do wytwarzania rękawic ochronnych ma istotny wpływ zarówno na ich parametry ochronne, jak i właściwości użytkowe decydujące m.in. o precyzji wykonywania czynności manualnych, wybrano tkaniny o istotnie różnych masach powierzchniowych wynoszących 210 g/m², 450 g/m² i 790 g/m². Z uwagi na wymagane właściwości ochronne gotowego wyrobu, tj. rękawic ochronnych, wytypowane warianty tkanin bazaltowych poddano procesowi

¹ Masa 1 m² tkaniny wyrażona w gramach. Podstawowy parametr opisujący właściwości tkanin i innych płaskich wyrobów włókienniczych odpowiadający gęstości powierzchniowej, zależy od grubości tkaniny i zagęszczenia nitki [3].

² W tkactwie sposób wzajemnego przeplatania się układów nitki osnowy i wątku w procesie tworzenia tkaniny [3].

aluminizowania w celu uzyskania właściwości zapewniających skuteczną ochronę przed zagrożeniami termicznymi, w szczególności promieniowaniem cieplnym.

Techniki aluminizacji stosowane przy modyfikacji materiałów tekstylnych

Aluminizacja materiałów tekstylnych jest procesem technologicznym polegającym na trwałym połączeniu folii aluminiowej z materiałem tekstylnym w celu podwyższenia właściwości ochronnych materiałów, w szczególności w zakresie ochrony przed promieniowaniem cieplnym.

Dostępnych jest wiele rodzajów folii aluminiowych, wykorzystywanych do pokrywania materiałów tekstylnych, jednak nie wszystkie z nich nadają się do aluminizacji materiałów na rękawice ochronne. Ze względu na specyficzne przeznaczenie tego typu wyrobów klasyczne folie sklepane z tkaninami ulegają szybkiemu zniszczeniu podczas użytkowania. Mimo stosunkowo wysokiej odporności na promieniowanie cieplne pękają i wykruszają się podczas wykonywania prac manualnych, którym towarzyszy wielokrotne zginanie palców [4].

Dużo większą odporność na zniszczenia mechaniczne, m.in. pęknięcie, kruszenie się, czy rozwarstwianie, zapewniają rozwiązania, polegające na napyłaniu warstwy aluminium na folie polimerowe łączone następnie z materiałami używanymi do produkcji środków ochrony indywidualnej, głównie rękawic i odzieży ochronnej³. W standardowych rozwiązaniach stosowane są folie polimerowe jednostronnie pokrywane warstwą aluminium, których niepokryta warstwa jest przyklejana do materiału tekstylnego.

Technika łączenia folii aluminizowanych z materiałami tekstylnymi stosowanymi do konstrukcji rękawic ochronnych polega na ich sklepaniu za pomocą klejów o odpowiedniej adhezji. W najczęściej stosowanych w tym celu klejach epoksydowych występują trzy podstawowe grupy substancji:

- żywice epoksydowe (jedna lub mieszanina kilku) – stanowiące frakcję suchą
- rozpuszczalniki – stanowiące medium i nośnik dla fazy suchej
- utwardzacz – odpowiadające za proces żelowania składników kleju.

Aluminizacja tkanin bazaltowych

Do wykonania aluminizowanych tkanin bazaltowych wykorzystano folię poliestrową pokrytą kilkunastomilimetrową jednorodną

Tabela 1. Warianty tkanin bazaltowych i ich aluminizowanych modyfikacji

Table 1. Aluminized and non-aluminized variants of basalt fabrics

Oznaczenie tkaniny	Opis wariantu tkaniny
I	Tkanina bazaltowa o splocie płóciennym i masie powierzchniowej 210 g/m ²
II	Tkanina bazaltowa o splocie skośnym (2/1) i masie powierzchniowej 450 g/m ²
III	Tkanina bazaltowa o splocie skośnym (2/1) i masie powierzchniowej 790 g/m ²
I-1	Tkanina bazaltowa I aluminizowana z wykorzystaniem kleju nr 1
II-1	Tkanina bazaltowa II aluminizowana z wykorzystaniem kleju nr 1
III-1	Tkanina bazaltowa III aluminizowana z wykorzystaniem kleju nr 1
I-2	Tkanina bazaltowa I aluminizowana z wykorzystaniem kleju nr 2
II-2	Tkanina bazaltowa II aluminizowana z wykorzystaniem kleju nr 2
III-2	Tkanina bazaltowa III aluminizowana z wykorzystaniem kleju nr 2

warstwą aluminium po obu stronach. Folia była pokrywana obustronnie warstwą aluminium, aby w wyniku naturalnego użytkowania rękawic, uwzględniającego procesy zginania i ścierania, nie dochodziło do obniżenia właściwości ochronnych, głównie odbijania promieniowania cieplnego. Zgodnie z przyjętym założeniem obustronnie napylenie cienkiej warstwy aluminium na folię poliestrową nie wpływa znacząco na grubość i giętkość tkanin.

Trwałość połączeń folii aluminizowanej z tkaninami bazaltowymi zależy w znacznej mierze od rodzaju i grubości warstwy kleju oraz warunków procesu klejenia, m.in. temperatury i czasu suszenia. Zastosowane do opracowania rozwiązań przedstawionych w artykule kleje to odpowiednio: nierozpuszczalny w wodzie klej wieloskładnikowy bazujący na mieszaninie żywic epoksydowych, zawierający toluen, aceton oraz 4-tert-butylfenol (klej nr 1) oraz klej dyspersyjny bazujący na wodnych dyspersjach żywic syntetycznych i poliuretanów, nie zawierający rozpuszczalników organicznych (klej nr 2).

Poddanie tkanin bazaltowych procesowi aluminizacji wpływa na ustabilizowanie ich powierzchni i zapobiega przesuwaniu się nitek wątku i osnowy. Uzyskuje się tym samym zwiększenie trwałości struktury tkaniny i możliwość wygodniejszego konfekcjonowania rękawic ochronnych. Jednocześnie proces aluminizacji zapobiega powstawaniu pyłu bazaltowego, zwiększając komfort i bezpieczeństwo użytkowania środków ochrony indywidualnej, m.in. rękawic ochronnych.

Opracowane warianty tkanin bazaltowych oceniane pod względem możliwości aplikacji w rękawicach przeznaczonych do ochrony przed zagrożeniami termicznymi i mechanicznymi przedstawiono w tabeli 1.

Ocena badanych tkanin bazaltowych

Na podstawie badań laboratoryjnych właściwości ochronnych, wytrzymałościowych oraz użytkowych niealuminizowanych i aluminizowanych tkanin bazaltowych, opisanych w tabeli 1., określony został wpływ ich struktury na właściwości ochronne gotowego wyrobu,

tj. rękawic przeznaczonych do ochrony przed czynnikami gorącymi oraz mechanicznymi. Zgodnie z wymaganiami określonymi w normach przedmiotowych dotyczących rękawic ochronnych odporność materiałów i ich układów na czynniki mechaniczne lub termiczne pozwala na zapewnienie odpowiedniej ochrony rąk pracowników podczas wykonywania czynności zawodowych.

Podstawową normą, która określa wymagania i metody badań dla rękawic chroniących przed czynnikami gorącymi występującymi w różnych postaciach, takimi jak płomień, ciepło kontaktowe, ciepło konwekcyjne, ciepło promieniowania, małe rozpryski stopionego metalu i duże ilości płynnego metalu, jest PN-EN 407:2007 [5]. W przypadku rękawic ochronnych spełniających wymagania tej normy przeprowadza się tylko te badania, które odpowiadają zagrożeniom występującym podczas przewidywanego stosowania rękawic na stanowisku pracy.

W ramach oceny odporności opracowanych wariantów tkanin na działanie czynników termicznych (gorąco i/lub ogień) wykonano następujące badania:

- zachowanie się podczas palenia, zgodnie z metodą opisaną w normie PN-EN ISO 15025:2005 [6]
- odporność na ciepło kontaktowe, zgodnie z metodą opisaną w normie PN-EN 702:2002 [7]
- odporność na ciepło konwekcyjne, zgodnie z metodą opisaną w normie PN-EN 367:1996 [8] z uwzględnieniem zmian opisanych w PN-EN 407:2007
- odporność na ciepło promieniowania, zgodnie z metodą opisaną w normie PN-EN ISO 6942:2005 [9] z uwzględnieniem zmian opisanych w PN-EN 407:2007
- odporność na drobne rozpryski stopionego metalu, zgodnie z metodą opisaną w normie PN-EN 348:1994 [10].

Ocena odporności opracowanych wariantów tkanin w odniesieniu do czynników termicznych zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 407:2007 wymagała określenia odpowiednich wskaźników liczbowych. Zachowanie się podczas palenia określano na podstawie

³ Materiały ze stron internetowych producentów wyrobów aluminizowanych: <http://www.elliottaustralia.com>, <http://www.sfm-tusker.com/products/tusker-thermal-solutions/welding-blankets/aluminised-glass-fabric> (dostęp online z dnia 30.10.2012 r.)

czasu dalszego palenia oraz dalszego żarzenia próbek poddanych działaniu płomienia. Odporność na ciepło kontaktowe określano na podstawie czasu progowego, wyrażającego wzrost temperatury wewnętrznej strony próbki po przyłożeniu do jej przeciwnej strony elementu rozgrzanego do wysokiej temperatury. W przypadku oceny odporności na ciepło konwekcyjne określano wskaźnik przenoszenia ciepła HTI, z kolei ocena odporności na ciepło promieniowania uwzględniała określenie współczynnika przenoszenia ciepła t_{24} . Ocena odporności na drobne rozpryski stopionego metalu polega na wyznaczeniu liczby kropli powodujących wzrost temperatury po drugiej stronie próbki o 40 °C.

Wytworzone warianty tkanin bazaltowych zostały poddane dodatkowo badaniom odporności na ciepło, podczas których oceniano zmianę wymiarów materiałów po działaniu powietrza o temperaturze 180 °C. Badanie tego parametru nie jest wymagane we wspomnianej normie PN-EN 407:2007, ale jest zalecane w przypadku rękawic przeznaczonych dla strażaków zgodnie z PN-EN 659+A1:2010 [11] i zostało wykonane w ramach dokładniejszego scharakteryzowania wykonanych wariantów tkanin. Zarejestrowana zmiana wymiarów dla przedstawionych w artykule wariantów tkanin bazaltowych, ocenianych w kierunku wzdłużnym oraz poprzecznym, mieści się w przedziale od 0% do 2,8%, co zapewnia spełnienie wymagań normy w tym zakresie.

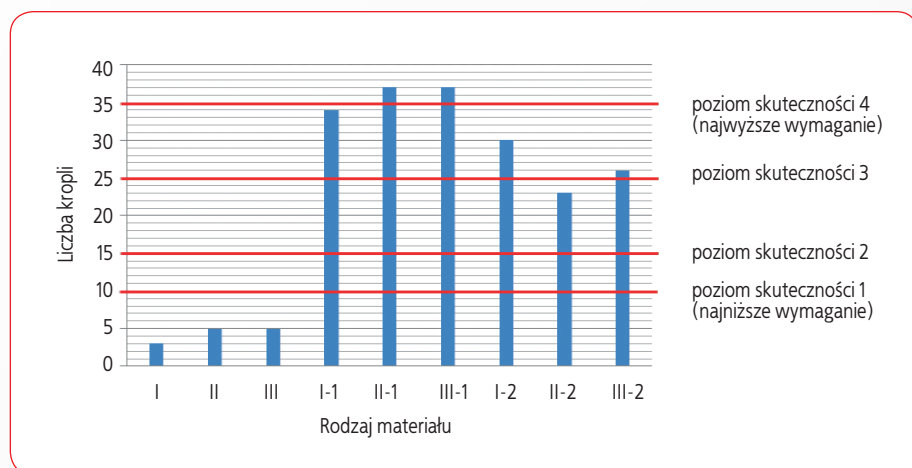
W tabeli 2. przedstawiono zbiorcze wyniki badań parametrów charakteryzujących właściwości termiczne dla opracowanych wariantów tkanin wraz z odpowiadającymi im poziomami skuteczności ochron, określonymi na podstawie normy PN-EN 407:2007. Im wyższy poziom skuteczności ochron, tym wyższa ochrona użytkownika rękawic.

W przypadku badań określających odporność na działanie drobnych rozprysków stopionego metalu (wg PN-EN 407:2007), zgodnie z przypuszczeniami, w odniesieniu do tkanin niepoddanych aluminizacji wymagania nie zostały spełnione. Z kolei wszystkie warianty tkanin sklejonych z folią aluminizowaną potwierdziły spełnienie wymagań normy odpowiednio na poziomach skuteczności: 2. (tkanina II-2), 3. (tkaniny I-1, I-2 i III-2) oraz 4. (tkaniny II-1 i III-1). Badanie odporności na działanie drobnych rozprysków stopionego metalu przeprowadzono dla wszystkich wariantów tkanin aluminizowanych, uzyskując spełnienie wymagań dla tego parametru. Jednak z uwagi na fakt, że tkaniny oznaczone symbolami I-2 i II-2 nie były odporne na zapalenie, nie mogą być stosowane do zapewnienia ochrony przed drobnymi rozpryskami stopionego metalu.

Graficzną prezentację wyników badań odporności tkanin na działanie drobnych roz-

Tabela 2. Wyniki badań właściwości termicznych wytworzonych wariantów tkanin bazaltowych
Table 2. Results of tests of thermal properties of basalt fabrics

Oznaczenie tkaniny	Zachowanie się podczas palenia	Odporność na ciepło kontaktowe 100 °C	Odporność na ciepło kontaktowe 250 °C	Odporność na ciepło konwekcyjne HTI ₂₄ [s]	Odporność na ciepło promieniowania t ₂₄ [s]
I	0 s, 0 s 4 poziom	13 s nie spełnia	6 s nie spełnia	4 1 poziom	12 1 poziom
II	0 s, 0 s 4 poziom	17 s 1 poziom	7 s nie spełnia	6 1 poziom	14 1 poziom
III	0 s, 0 s 4 poziom	21 s 1 poziom	8 s nie spełnia	7 2 poziom	21 2 poziom
I-1	0 s, 0 s 4 poziom	19 s 1 poziom	7 s nie spełnia	5 1 poziom	388 4 poziom
II-1	0 s, 0 s 4 poziom	19 s 1 poziom	9 s nie spełnia	6 1 poziom	560 4 poziom
III-1	0 s, 0 s 4 poziom	21 s 1 poziom	9 s nie spełnia	8 2 poziom	229 4 poziom
I-2	> 30 s nie spełnia	14 s nie spełnia	5 s nie spełnia	4 1 poziom	245 4 poziom
II-2	> 30 s nie spełnia	16 s 1 poziom	6 s nie spełnia	6 1 poziom	203 4 poziom
III-2	1 s, 0 s 4 poziom	18 s 1 poziom	7 s nie spełnia	7 2 poziom	305 4 poziom



Rys. Zestawienie wyników badań odporności na działanie drobnych rozprysków stopionego metalu dla tkanin bazaltowych i ich wariantów aluminizowanych

Fig. Results of tests of small splashes of molten metal for aluminized and non-aluminized basalt fabrics

prysków stopionego metalu przedstawiono na rysunku.

Podobnie jak w przypadku innych parametrów określających odporność tkanin na czynniki termiczne lepszą skuteczność ochron, potwierdzoną wyższymi wartościami liczbowymi, uzyskano w stosunku do tkanin bazaltowych sklejonych z folią aluminizowaną z wykorzystaniem kleju nr 1 (tkaniny o symbolach I-1, II-1, III-1).

W ramach oceny odporności tkanin na działanie czynników mechanicznych wykonane zostały badania, których celem było ustalenie odporności na: ścieranie, rozdieranie oraz przekucie, zgodnie z wymaganiami określonymi w normie stosowanej do oceny rękawic przeznaczonych do ochrony przed czynnikami mechanicznymi, tj. PN-EN 388:2006 [12]. Należy podkreślić, że w przypadku rękawic przeznaczonych do ochrony przed czynni-

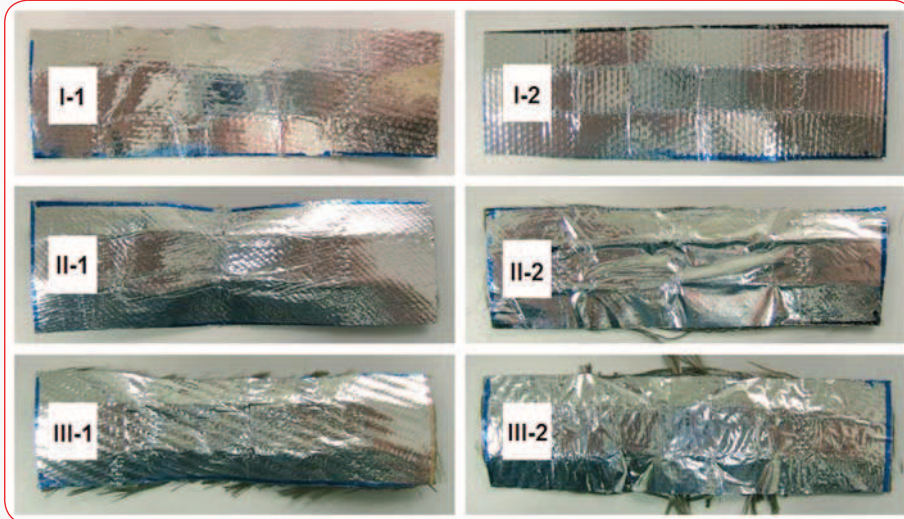
kami gorącymi w odniesieniu do czynników mechanicznych obowiązkowo ocenia się tylko odporność rękawic na ścieranie i wytrzymałość na rozdieranie. Jednak z uwagi na fakt, że opracowane warianty tkanin mają zapewniać jednoczesną ochronę zarówno przed czynnikami gorącymi, jak i mechanicznymi, przedstawiono również badania przedstawiające odporność na przekucie. Odporność opracowanych wariantów tkanin na czynniki mechaniczne wraz z poziomami skuteczności ochron przedstawiono w tabeli 3.

W ramach oceny właściwości wytrzymałościowych opracowane warianty tkanin aluminizowanych poddane zostały wielokrotnemu zginaniu, zgodnie z PN-EN ISO 7854:2002 [13]. Zmiana wyglądu tkanin po przeprowadzeniu ustalonej liczby 20 000 cykli zginania porównana została z tkaninami niepoddawany tej procedurze i oceniona z wykorzystaniem

Tabela 3. Wyniki badań właściwości wytrzymałościowych i odporności mechanicznej opracowanych wariantów tkanin bazaltowych

Table 3. Results of tests of durability and mechanical properties of basalt fabrics

Oznaczenie tkaniny	Odporność na ścieranie	Wytrzymałość na rozdzieranie	Odporność na przekłucie
I	0 cykli nie spełnia	-	3 N 0 poziom
II	0 cykli nie spełnia	-	11 N 0 poziom
III	100 cykli 1 poziom	-	2 N 0 poziom
I-1	100 cykli 1 poziom	60 N 3 poziom	36 N 1 poziom
II-1	100 cykli 1 poziom	83 N 4 poziom	64 N 2 poziom
III-1	500 cykli 2 poziom	136 N 4 poziom	88 N 2 poziom
I-2	100 cykli 1 poziom	58 N 3 poziom	45 N 1 poziom
II-2	100 cykli 1 poziom	27 N 2 poziom	55 N 1 poziom
III-2	500 cykli 2 poziom	49 N 2 poziom	47 N 1 poziom



Fot. Powierzchnie badanych próbek tkanin aluminizowanych po zginaniu zgodnie z PN-EN ISO 7854:2002 (oznaczenia próbek zgodne z opisem zamieszczonym w tabeli 3.)

Photo. Samples after bending tests according to PN-EN ISO 7854:2002; characteristics of individual samples correspond to descriptions in table 3

czterostopniowej skali charakteryzującej zmiany na powierzchni: 0 – żadne, 1 – nieznaczne, 2 – umiarkowane, 3 – znaczne. Stan powierzchni tkanin aluminizowanych po badaniach wytrzymałości na zginanie przedstawiono na fotografii.

Wszystkie zbadane warianty tkanin aluminizowanych wykazały zmiany powierzchni powleczonej próbek na skutek przeprowadzonych cykli zginania. Stwierdzono uszkodzenia w postaci małych zagnieceń i zmarszczeń powierzchni w przypadku wariantów tkanin wykonanych z wykorzystaniem kleju nr 1 (zniszczenia nieznaczne – skala 1). Z kolei dla wariantów wykonanych z wykorzystaniem kleju nr 2 zaobserwowano drobne pęknięcia oraz zmarszczenia powierzchni (zniszczenia umiarkowane – skala 2).

Podsumowanie

Wyniki badań potwierdziły, że materiały tekstylne wykonane z włókien bazaltowych charakteryzują się wysoką odpornością na czynniki termiczne oraz mechaniczne i mogą stanowić alternatywę dla innych materiałów stosowanych obecnie w konstrukcjach rękawic ochronnych, m.in. dla tkanin z włókien aramidowych i szklanych. Tkaniny bazaltowe stanowią interesujące rozwiązanie technologiczne dla producentów rękawic ochronnych zarówno ze względu na swoje właściwości ochronne, jak również z uwagi na koszt wytwarzania, który przekłada się na niższą cenę gotowych wyrobów, m.in. rękawic. Koszt wytworzenia tkaniny bazaltowej jest istotnie niższy w porównaniu z tkaninami aramidowymi, węglowymi lub kombinacjami

aramidowo-węglowymi. Różnica w cenie może być nawet kilkukrotna, przy zachowaniu tych samych parametrów ochronnych.

Właściwości ochronne tkanin bazaltowych ulegają znacznej poprawie po poddaniu ich procesowi aluminizowania przy zachowaniu określonych warunków procesu technologicznego. Poprawa skuteczności ochron dotyczy odporności na czynniki termiczne, tj. zapalenie, ciepło kontaktowe i konwekcyjne, ciepło promieniowania oraz odporności na drobne rozpryski stopionego metalu, jak również na czynniki mechaniczne, tj. ścieranie, rozdzieranie i przekłucie.

Rękawice ochronne wykonane z wykorzystaniem opisanych w artykule aluminizowanych tkanin bazaltowych mogą mieć szerokie zastosowanie do ochrony pracowników na stanowiskach pracy charakteryzujących się jednoczesnym występowaniem zagrożeń termicznych i mechanicznych. Obszarem zastosowań tego typu wyrobów są w szczególności huty metali i szkła, jak również aktywności zawodowe związane ze spawaniem, czy termiczną obróbką materiałów.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Mao J., Dong W. *The performance and application prospect of basalt fiber*. "Journal of Industrial Textile", 2007,10: 38-40
- [2] Singha K. *A short review on basalt fiber*. "International Journal of Textile Science", 2012, 1,4:19-28
- [3] Szosland J. *Podstawy budowy i technologii tkanin*. WNT, Warszawa 1991
- [4] Stefko A. i in. *Sprawozdanie z realizacji pierwszego etapu projektu nr III-29 pt. „Wpływ struktury tkaniny z włókien bazaltowych na właściwości ochronne rękawic chroniących przed czynnikami gorącymi”*
- [5] PN-EN 407:2007 Rękawice chroniące przed zagrożeniami termicznymi (gorąco i/lub ogień)
- [6] PN-EN ISO 15025:2005 Odzież ochronna. Ochrona przed gorącem i płomieniem. Metoda badania ograniczonego rozprzestrzeniania płomienia
- [7] PN-EN 702:2002 Odzież ochronna. Ochrona przed gorącem i płomieniem. Metoda badania: Wyznaczanie przenikania ciepła kontaktowego przez odzież ochronną lub materiały na nią przeznaczone
- [8] PN-EN 367:1996 Odzież ochronna. Ochrona przed ciepłem i płomieniem. Metoda wyznaczania przenikania ciepła przy działaniu płomienia
- [9] PN-EN ISO 6942:2005 Odzież ochronna. Ochrona przed gorącem i ogniem. Metoda badania: Ocena materiałów i zestawów materiałów poddanych działaniu promieniowania cieplnego
- [10] PN-EN 348:1994 Odzież ochronna. Metoda badań. Wyznaczanie odporności materiałów na działanie drobnych rozprysków stopionego metalu
- [11] PN-EN 659+A1:2010 Rękawice ochronne dla strażaków
- [12] PN-EN 388:2006 Rękawice chroniące przed zagrożeniami mechanicznymi
- [13] PN-EN ISO 7854:2002 Płaskie wyroby tekstylne powleczone gumą lub tworzywami sztucznymi. Wyznaczanie odporności na uszkodzenie przy zginaniu

Publikacja opracowana na podstawie wyników międzynarodowego projektu nr E! 4505, pn. Elaboration of new type of protective gloves from basalt fibers for hot workplaces, koordynowanego przez Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy w ramach działania EUREKA, realizowanego przy współpracy z Politechniką Łódzką i czeskim producentem tkanin bazaltowych – firmą Basaltex a.s.