

Kierunki modyfikacji konstrukcji ochraniaczy przeciwuderzeniowych kończyn i ich wpływ na właściwości ochronne wyrobów gotowych

Krystyna Fortuniak

Grażyna Redlich

Instytut Technologii Bezpieczeństwa „Moratex”, Łódź

Ochraniacze kończyn wchodzi w skład ubioru przeciwuderzeniowego, przeznaczonego dla funkcjonariuszy oddziałów prewencji policji. Ich zadaniem jest zminimalizowanie urazów możliwych do odniesienia podczas ataków z użyciem tępych przedmiotów typu kij, pałka, cegła itp.

ITB „Moratex” jest prekursorem na rynku polskim w zakresie projektowania i produkcji tego specyficznego rodzaju ochron. Ochraniacze przeciwuderzeniowe kończyn dzięki stałej modyfikacji, uwzględniającej rosnące wymagania ich bezpośrednich użytkowników, są wyrobami wysoko ocenianymi i poszukiwanymi przez polskich policjantów.

W przypadku ochraniaczy przeciwuderzeniowych kończyn do wytyczenia nowych kierunków badań bezspornie przyczyniło się opublikowanie w końcu 2002 roku pierwszego dokumentu normalizacyjnego, który zawierał szczegółowe wymagania dla tych konkretnych produktów wraz z określeniem metodyki ich pomiaru. Jest to brytyjska norma BS 7971: 20002: Odzież i sprzęt ochronny do użytku w sytuacjach przemocy i podczas szkolenia, Część 1: Wymagania ogólne i Część 4: Ochraniacze kończyn. Wymagania ogólne i metody badawcze.


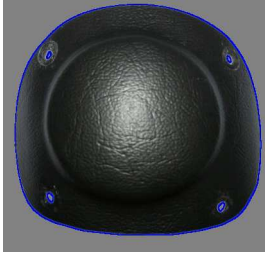
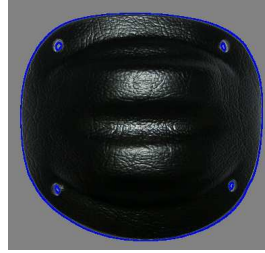
Budowa w ITB „Moratex”, zgodnego z zapisami normy BS 7971, unikatowego w warunkach polskich, stanowiska pozwoliła na wymierną ocenę istotnych właściwości wyrobów przeciwuderzeniowych. Umożliwiła ich usystematyzowanie w jednoznacznie sklasyfikowane grupy, zależne od stopnia ewentualnego ryzyka.

Celem prac było sprawdzenie i wyjaśnienie zależności między modyfikacjami konstrukcji ochraniaczy a ich właściwościami ochronnymi, mierzonymi parametrem odporności na uderzenie. Działania były prowadzone w dwóch kierunkach. Jeden z nich polegał na zmianie ukształtowania powierzchni zewnętrznej półelastycznych elementów wchodzących w skład poszczególnych ochron. Drugi z przyjętych kierunków zakładał wprowadzenie do pierwotnej budowy ochraniacza, od strony wewnętrznej, dodatkowych elementów, których zadaniem było zwiększenie amortyzacji uderzenia.

Sprawdzenie wpływu różnych profili kształtek zewnętrznych na wielkość amortyzacji uderzenia

Do badań przygotowano trzy wersje ochraniaczy kolan, w których:

Tabela 1

Podkład wewnętrzny	Kształtki o różnych profilach wykonane z tworzywa ABS		
	13,67 kN	11,58 kN	4,85 kN
Materiał spieniony PE o budowie komórkowej zamkniętej o grubości 10 mm			

– warstwę wewnętrzną stanowił polietylenowy materiał spieniony o budowie komórkowej,
 – warstwę zewnętrzną stanowiły kształtki o różnych profilach, wykonane z tworzywa ABS (tabela 1).

Wyniki badań odporności na uderzenie ochroniaczy, badanych w akredytowanym Laboratorium Badań Balistycznych ITB „Moratex” pokazały, że sposób wyprofilowania kształtki zewnętrznej ma istotny wpływ na wartość siły przeniesionej pod próbkę. Im bardziej rozbudowaną powierzchnię ma kształtka, tym lepsze uzyskuje się wyniki odporności na uderzenie.

Dla pełniejszego sprawdzenia tej zależności wykonano nowe warianty kształtek z tworzywa ABS przeznaczone na osłonę kolana i goleni (rys.1). Z ich zastosowaniem wykonano ochroniacze nóg, w których jako podkład wewnętrzny zastosowano laminat trójwarstwowy, w którym warstwy zewnętrzne stanowiła dzianina poliestrowa, natomiast wewnętrzną polietylenowy materiał spieniony o budowie komórkowej.

Badania odporności na uderzenie tak przygotowanych ochron wykonano w następujących warunkach:

- energia uderzenia – 15 J (2 poziom ochrony),
- typ bijaka – prętowy,
- typ kowadła – płyta pionowa (goleń); walec R-50 mm (kolano),

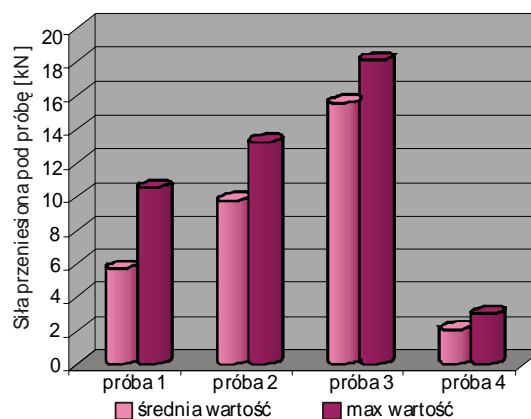
Uzyskane wyniki przedstawiono na rys. 2 i 3.

Zgodnie z wymaganiami normy średnia wartość siły przeniesionej pod próbkę dla części ochraniającej goleń nie powinna przekroczyć 8 kN, a maksymalna jej wartość powinna być mniejsza niż 12 kN. Analizując dane przedstawione na rys. 2, można stwierdzić, że najlepszą amortyzacją charakteryzuje się wariant z kształtką oznaczoną nr 4 (rys.1). Wymagania normy spełniają również wariant 1.

Dla ochroniaczy kolana norma BS 7971 określa średnią wartość siły przeniesionej pod próbkę nie większą niż 10 kN, a maksymalną jej wartość – mniejszą niż 15 kN. Dane przedstawione na rys. 3 wykazują, że najlepszą amortyzacją charakteryzuje



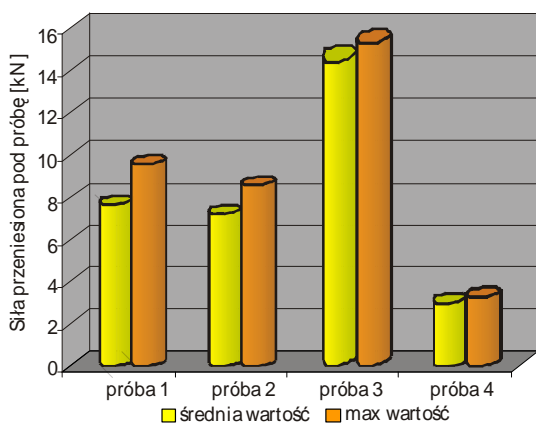
Rys. 1. Propozycje kształtek na kolano i goleni w ochroniaczu nogi (rodzaj tworzywa: ABS)



Rys. 2. Wyniki badań odporności na uderzenie ochroniaczy goleni z kształtkami o różnych profilach

się wariant 4. Wymagania normy spełniają również warianty 1 i 2.

Reasumując wyniki badań odporności na uderzenie, uzyskane dla ochroniaczy goleni i kolana, wykonane z wykorzystaniem nowych profili kształtek, można stwierdzić, że najlepszy poziom amorty-



Rys. 3. Wyniki badań odporności na uderzenie ochraniaczy kolan z kształtkami o różnych profilach

zacji uderzenia osiągnięto dla ochraniaczy z kształtkami oznaczonymi nr 4.

Porównując wygląd kształtek, można zaobserwować, że różnią się one nie tylko kształtem wytłoczonych „karów”, lecz także ich wysokością (kształtka 4 ma wyższą niż pozostałe wysokość wytłoczenia). Analizując to zjawisko w połączeniu z uzyskanymi wynikami przedstawionymi na rys. 2 i 3, można zauważyć, że na wielkość amortyzacji uderzenia wpływ ma nie tylko kształt „karbu”, lecz również jego wysokość.

Sprawdzenie wpływu zmian konstrukcyjnych w ochraniaczach kończyn na wielkość amortyzacji uderzenia

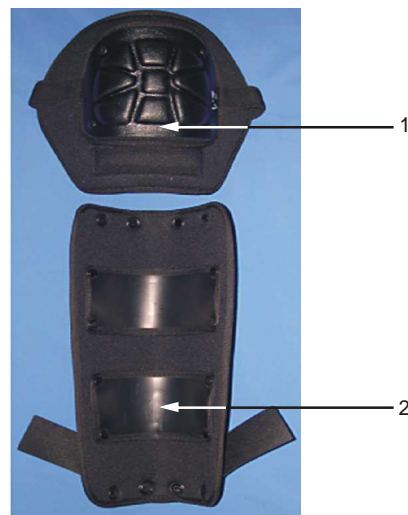
Drugi z kierunków badań polegał na wprowadzaniu do zasadniczej konstrukcji ochraniacza dodatkowych elementów amortyzujących i sprawdzaniu ich wpływu na wielkość amortyzacji uderzenia.

Zmiany konstrukcyjne w ochraniaczu nogi

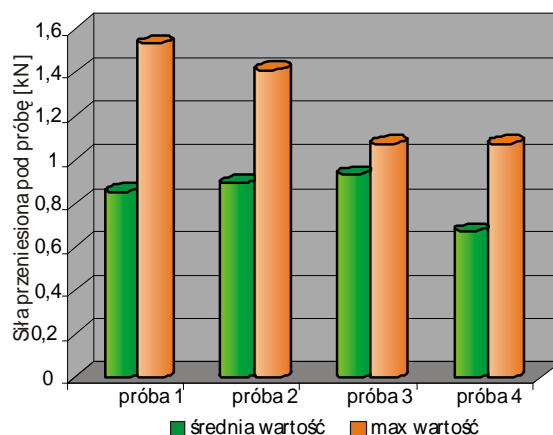
Do ochraniaczy nóg wykonanych z zastosowaniem kształtek zewnętrznych o profilach odpowiednio: 1, 2, 3 i 4 oraz laminatu trójwarstwowego stanowiącego podkład wewnętrzny wprowadzono zmiany polegające na:

- zastosowaniu dodatkowej warstwy laminatu pod kształtkami dla części chroniącej kolano (poz. 1 na rys. 4),
- wprowadzeniu, od strony spodniej części chroniącej gołą, amortyzatorów z tworzywa (poz. 2 na rys. 4).

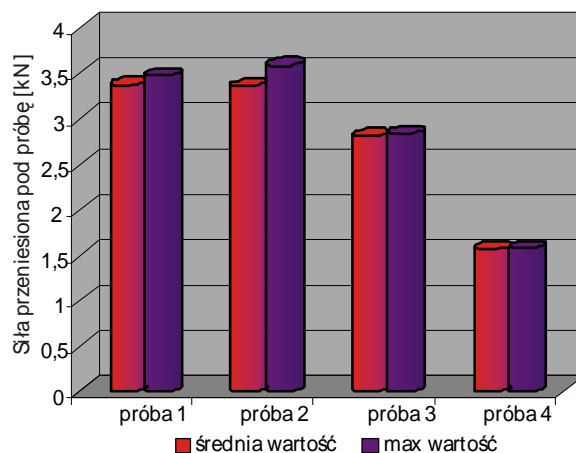
Dla tak zmodyfikowanych ochron kolan i gołą ponownie przeprowadzono cykl badań odporności na uderzenie w warunkach identycznych jak poprzednio. Ich wyniki przedstawiono na rys. 5 i 6.



Rys. 4. Zmiany konstrukcyjne w ochraniaczu nogi



Rys. 5. Wyniki badań odporności na uderzenie ochraniaczy gołą o zmienionej konstrukcji - energia uderzenia 15 J (2 poziom)



Rys. 6. Wyniki badań odporności na uderzenie ochraniaczy kolan o zmienionej konstrukcji - energia uderzenia 15 J (2 poziom)

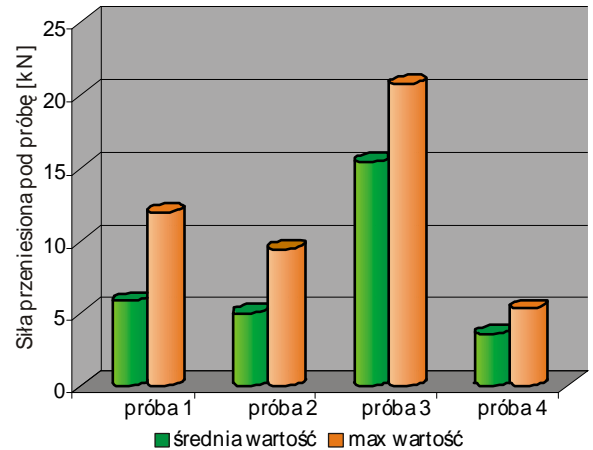
Analizując uzyskane zarówno dla ochraniacza goleni, jak i kolana wyniki badań, przedstawione na rys. 5 i 6, można stwierdzić, że wprowadzone zmiany konstrukcyjne były słuszne. Przyniosły one efekt w postaci znacznej poprawy parametru odporności na uderzenie mierzonego zgodnie z wymaganiami dla 2 poziomu ochrony, tj. przy energii uderzenia 15 J. Wszystkie badane próby spełniły wymagania normy. Zaskakująco dobre wyniki zachęciły do dalszych badań, tj. sprawdzenia, czy zastosowane zmiany będą wystarczające do osiągnięcia 3 (najwyższego wg normy BS 7971) poziomu ochrony przedmiotowych wyrobów badanego przy energii uderzenia 30 J.

Wyniki badań dla tego etapu prac zamieszczono na rys. 7 i 8.

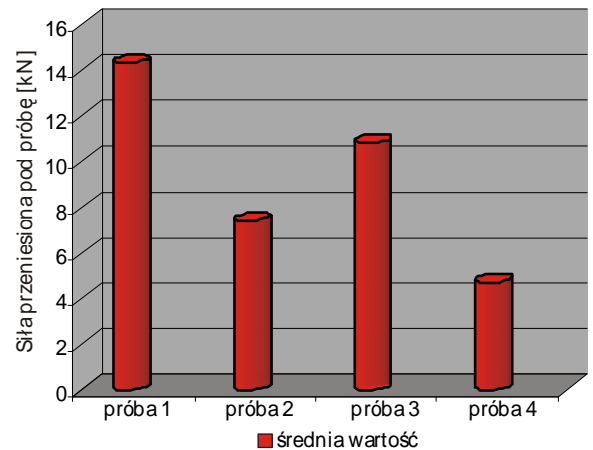
Z przedstawionych na rys. 7 danych wynika, że wymagania dla 3 poziomu ochrony spełniają ochraniacze goleni z kształtkami o numerach 1, 2 i 4, przy czym najlepszą zdolnością do amortyzacji charakteryzuje się próba 4. W przypadku ochraniaczy kolan najlepszy rezultat uzyskano dla wariantu 4. Wymagania normy dla 3 poziomu ochrony spełnia również osłona 2.

Różne warianty amortyzatorów

Kolejny cykl badań miał na celu sprawdzenie wpływu amortyzatorów o różnym składzie surowcowym i konstrukcji na właściwości pochłaniania energii uderzenia przez ochraniacz. Do badań zastosowano wzory ochron goleni wykonane z wykorzystaniem kształtek o profilu 4 (rys. 1) oraz z usytuowanymi od strony spodniej różnymi wariantami amortyzatorów (rys. 9). Podkład wewnętrzny we wszystkich próbach stanowił laminat trójwarstwowy



Rys. 7. Wyniki badań odporności na uderzenie ochraniaczy goleni o zmienionej konstrukcji – energia uderzenia 30 J (3 poziom)



Rys. 8. Wyniki badań odporności na uderzenie ochraniaczy kolan o zmienionej konstrukcji – energia uderzenia 30 J (3 poziom)



Rys. 9. Różne warianty amortyzatorów

(dzianina poliestrowa, materiał spieniony o budowie komórkowej, dzianina).

Do badań odporności na uderzenie przygotowano wzory, które oznaczono odpowiednio (rys. 9):

1 – ochraniacz goleni bez dodatkowych amortyzatorów (dla porównania),

2 – ochraniacz goleni + amortyzatory z tworzywa o grubości 1 mm w postaci 2 prostokątów,

3 – ochraniacz goleni + amortyzatory z tworzywa o grubości 1 mm w postaci 2 prostokątów wyprofilowanych,

4 – ochraniacz goleni + amortyzatory z tworzywa i laminatu w postaci 2 prostokątów,

5 – ochraniacz goleni + amortyzatory z tworzywa i laminatu w postaci 2 prostokątów wyprofilowanych.

Badania przeprowadzono w następujących warunkach:

– energia uderzenia – 15 J (2 poziom ochrony) i 30 J (3 poziom ochrony),

– typ bijaka – prętowy,

– typ kowadła – płyta pionowa.

Ich wyniki przedstawiono w tabeli 2 i 3.

Analizując wyniki zebrane w tabeli 2, można stwierdzić, że przy energii uderzenia 15 J wszystkie badane obiekty wykazały bardzo dobrą odporność na uderzenie. Siła przenoszona pod próbkę ma dużo mniejszą wartość od dopuszczalnej w normie (8/max 12 kN).

Wyniki otrzymane dla prób z amortyzatorami wyprofilowanymi (próba 3 i 5) są nieco lepsze od pozostałych. Wniosek: większa powierzchnia tych elementów lepiej pochłania energię uderzenia. Dla próby 1, bez dodatkowego amortyzatora, średnia wartość przeniesionej siły osiągnęła najwyższą wartość, tj. 2,02 kN. Jednakże jest to wartość prawie 4-krotnie mniejsza od dopuszczalnej wymaganiami normy. Reasumując ten kierunek zmian konstrukcyjnych popartych badaniami, można stwierdzić, że dla osiągnięcia 2 poziomu ochrony nie zachodzi potrzeba stosowania dodatkowych amortyzatorów.

Tabela 2. Wyniki badań odporności na uderzenie (poziom 2) dla ochraniaczy goleni z różnymi wariantami amortyzatorów

Nr badanego obiektu	Energia uderzenia	Wartość przenoszonej siły	Średnia wartość przenoszonej siły	Wymagania
	[J]	[kN]	[kN]	[kN]
1	15,1	1,51	2,02	Średnia i maksymalna wartość przenoszonej siły mniejsza niż 8,0 (12,0)
	15,1	2,96		
	14,9	1,59		
2	15,1	1,07	0,67	
	14,9	0,58		
	15,1	0,36		
3	14,9	0,74	0,48	
	15,1	0,38		
	14,9	0,32		
4	14,9	0,93	0,54	
	15,1	0,39		
	14,9	0,29		
5	15,1	0,58	0,43	
	15,1	0,39		
	14,9	0,32		

Tabela 3. Wyniki badań odporności na uderzenie (poziom 3) dla ochraniaczy goleni z różnymi wariantami amortyzatorów

Nr badanego obiektu	Energia uderzenia	Wartość przenoszonej siły	Średnia wartość przenoszonej siły	Wymagania
	[J]	[kN]	[kN]	[kN]
1	30,3	12,33	16,29	Średnia i maksymalna wartość przenoszonej siły mniejsza niż 8,0 (12,0)
	29,7	17,36		
	29,7	19,18		
2	30,1	2,16	3,59	
	29,7	3,29		
	29,7	5,32		
3	29,7	1,37	2,50	
	30,3	2,21		
	29,7	3,92		
4	29,7	0,7	2,34	
	29,7	2,78		
	29,7	3,53		
5	29,7	0,64	2,03	
	29,7	2,38		
	30,3	3,08		

Wyniki badań odporności na uderzenie ochraniaczy goleni przeprowadzone przy energii uderzenia 30 J (tabela 3) jednoznacznie wskazują, że dodatkowe amortyzatory znacznie obniżają wartość siły przenoszonej pod próbkę i są wręcz niezbędne dla zapewnienia 3 poziomu ochrony.

Wnioski

Badania zmodyfikowanych wersji ochraniaczy wykazały następujące zależności:

– Sposób wyprofilowania kształtki zewnętrznej ma istotny wpływ na wartość siły przeniesionej pod próbkę. Im bardziej rozbudowaną ma powierzchnię, tym lepsze uzyskuje się wyniki odporności na uderzenie. Na wielkość amortyzacji uderzenia wpływ ma nie tylko kształt „karbu”, lecz również jego wysokość.

– Zastosowanie różnego typu amortyzatorów w przedmiotowych ochronach znacznie poprawia odporność na uderzenie badanych części.

– Dla uzyskania 2 poziomu ochrony stosowanie dodatkowych amortyzatorów nie jest konieczne.

– Dla uzyskania 3 poziomu ochrony niezbędne jest stosowanie dodatkowych amortyzatorów.

Literatura

1. *BS 7971: 20002: Odzież i sprzęt ochronny do użytku w sytuacjach przemocy i podczas szkolenia, Część 1: Wymagania ogólne i Część 4: Ochraniacze kończyn. Wymagania ogólne i metody badawcze.*
2. *Praca badawcza ITB „MORATEX”: „Modyfikacja technologii elementów ochraniaczy przeciwuderzeniowych kończyn w celu podniesienia ich parametrów technicznych”; Łódź 2006.*
3. *G. Redlich, K. Fortuniak: Odporność ochraniaczy kończyn na uderzenie – ocena z zastosowaniem normy B 7971; „Techniczne Wyroby Włókiennicze”; 2004, nr 3-4, s. 96-98.*

Recenzja: dr inż. Sylwia Tarkowska