

dr inż. JOLANTA KOTON
dr inż. PIOTR KOWALSKI
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Dobór środków ochrony indywidualnej w profilaktyce zespołu wibracyjnego

Praca wykonana w ramach zadania badawczego 03.8.7 pt. „Dobór materiałów tłumiących i rękawic ochronnych do ograniczania drgań oddziałujących na pracowników w celu profilaktyki choroby wibracyjnej” programu wieloletniego pt. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy

W środowisku pracy najliczniejszą grupę źródeł drgań oddziałujących na organizm pracowników przez kończyny górne stanowią zmechanizowane narzędzia wibracyjne, trzymane lub prowadzone rękami. Każde z nich generuje drgania, które są czynnikiem roboczym, wprowadzonym przez konstruktorów do narzędzia w sposób zamierzony, w celu realizacji zadanych procesów technologicznych. Intensywność tych drgań najczęściej przekracza intensywność drgań występujących w środowisku naturalnym (do których organizm został przystosowany w toku swojego rozwoju), w następstwie czego u operatorów narzędzi ręcznych mogą pojawić się różnego rodzaju zmiany chorobowe w obrębie kończyn górnych. Zmiany te pojawiają się zwłaszcza w układach: krążenia krwi (naczyniowym), nerwowym oraz kostno-stawowym. Zespół tych zmian, zwany zespołem wibracyjnym, został uznany w wielu krajach, w tym również Polsce, za chorobę zawodową. Jednym z możliwych sposobów ograniczenia ryzyka zawodowego pojawienia się tej choroby jest stosowanie przez operatorów ręcznych narzędzi rękawic antywibracyjnych.

Zasady doboru rękawic antywibracyjnych do narzędzi

Metodę badań rękawic antywibracyjnych i kryteria ich oceny zdefiniowano w normie EN ISO 10819:1996 (PN-EN

ISO 10819:2000) [1]. Norma ta stanowi dokument odniesienia przy poszukiwaniu nowych rozwiązań takich środków ochrony w celu zwiększenia liczby wzorów wprowadzonych do użytkowania. Umożliwia ponadto testowanie nowych wzorów w różnych laboratoriach badawczych w jednolity sposób i orzekanie o zgodności ich właściwości z ustalonymi w normie wymaganiami. Jednakże pozytywna ocena rękawic w wyniku testów „normowych”, a w konsekwencji sklasyfikowanie rękawic jako antywibracyjnych, nie oznacza, że rękawice te będą jednakowo skuteczne przy pracy każdym narzędziem [2, 3]. Ta sama rękawica może zupełnie inaczej zachowywać się w zależności od charakteru widma drgań generowanych przez narzędzie, wywieranych na narzędzie sił zacisku i nacisku, warunków środowiskowych, sposobu pracy i właściwości osobniczych pracownika. Może się zdarzyć, że rękawice antywibracyjne w danej, konkretnej sytuacji nie ograniczą transmisji drgań w ogóle lub też ograniczą ją jedynie w minimalnym stopniu. Zatem, wybór rękawic najbardziej skutecznych w danych warunkach z asortymentu rękawic pozytywnie ocenionych w świetle wymagań normy stanowi odrębny problem i wymaga dodatkowych procedur, podobnie jak prawidłowy dobór do stanowisk pracy ochronników słuchu.

Zasady i szczegółową procedurę doboru rękawic antywibracyjnych do narzędzi opracowano w ramach realizacji podjętego w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy zadania badawczego [3]. Przyjęto, że podstawową miarą skuteczności środka ochrony jest bezwymiarowy ważony wskaźnik skuteczności, określony jako stosunek sumy wektorowej ważonych przyspieszeń drgań wyznaczonych na rękowości narzędzia (czyli na dłoni operatora pracującego bez zabezpieczeń) do sumy wektorowej ważonych przyspieszeń drgań wyznaczonych na dłoni operatora obsługującego to narzędzie z zastosowaniem środka ochrony:

$$WSO_w = \frac{a_{w,r,s}}{a_{w,d,s}}$$

Ważony wskaźnik skuteczności ochrony równy jedności oznacza, że zastosowany środek ochrony w ogóle nie ogranicza transmisji drgań z rękowości do dłoni operatora, czyli rezultat jego zastosowania jest żaden. Ważony wskaźnik skuteczności ochrony mniejszy od jedności oznacza, że zastosowany środek ochrony nie tylko nie ogranicza transmisji drgań z rękowości narzędzia do dłoni operatora, lecz tę transmisję wzmacnia. Ważony wskaźnik skuteczności ochrony większy od jedności oznacza, że zastosowany środek ochrony ogranicza transmisję drgań z rękowości do dłoni operatora, a zatem redukuje drgania wnikaące do organizmu operatora przez kończyny górne, czyli ogranicza zawodowe ryzyko pojawienia się i rozwoju zespołu wibracyjnego.

Dobór środka ochrony do pracy danym narzędziem, w celu ograniczenia w maksymalnym możliwym stopniu ryzyka zawodowego, polega zatem na wyselekcjonowaniu z asortymentu rękawic antywibracyjnych takich, dla których wyznaczony, ważony wskaźnik skuteczności osiąga najwyższą wartość.

Wyniki badań skuteczności rękawic antywibracyjnych

Ze względu na wciąż bardzo ubogi asortyment rękawic uznanych za antywibracyjne opracowana procedura doboru takich rękawic do narzędzi jest na razie znacznie częściej wykorzystywana do oceny skuteczności dostępnych rękawic antywibracyjnych przy pracy różnymi narzędziami (patrz tabela).

W tabeli przedstawiono niektóre narzędzia (spośród wielu przebadanych), dla których wyznaczona na ich rękowości suma wektorowa przyspieszeń drgań, $a_{w,r,s}$ przekraczała wartość 2,8 m/s², czyli wartość dla tej sumy dopuszczalną przy

8-godzinnej pracy narzędziem w ciągu doby. Sumy wektorowe przyspieszeń drgań $a_{w,r,s}$, wyznaczone na rękojeści każdego z wymienionych narzędzi (czyli na dłoni operatora pracującego narzędziem bez rękawic), podano w kolumnie 2. tabeli, a w kolumnie 3. znalazły się dopuszczalne, ze względu na ochronę zdrowia, czasy pracy poszczególnymi narzędziami w ciągu zmiany roboczej, t_{dop} , (w min).

Kolumna 4. tabeli zawiera przewidywane wartości sumy wektorowej przyspieszeń drgań $a_{w,d,s}$, na dłoni operatora, obsługującego dane narzędzie w rękawicach antywibracyjnych ORPEL AV-1, kolumna 5 – wartości ważonego wskaź-

nika skuteczności ochrony WSO_w , wnoszonej przez rękawice ORPEL AV-1 przy pracy danym narzędziem, a kolumna 6. – dopuszczalne, w ciągu zmiany roboczej, czasy pracy poszczególnymi narzędziami w rękawicach ORPEL AV-1 (czyli z uwzględnieniem powodowanej przez te rękawice redukcji drgań).

Wyniki badań przedstawione w tabeli wykazują, że rękawice antywibracyjne ORPEL AV-1 we wszystkich prezentowanych przypadkach ograniczają drgania przenoszone z rękojeści narzędzia na ręce operatora. Zgodnie z przyjętymi zasadami [4] wielkość ryzyka zawodowego, wynikającego z narażenia na drgania, za-

leży od stosunku wartości sumy wektorowej przyspieszeń drgań na dłoni operatora do wartości dla tej sumy dopuszczalnej (NDN), zatem ograniczenie drgań na dłoni operatora wskutek stosowania rękawic to zawsze zmniejszenie tego ryzyka. Do jego oceny, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa [5], jest obowiązany każdy pracodawca. Uwzględniając, że ryzyko zawodowe powinno pozostać na poziomie dopuszczalnym (drgania na dłoni operatora – po uwzględnieniu czasu dziennej ekspozycji na czynnik – nie powinny przekraczać ustalonych dla drgań wartości dopuszczalnych) trzeba jednak stwierdzić, że rękawice ORPEL AV-1 nie we wszystkich przypadkach ograniczają drgania na tyle wystarczająco, aby uznać, że używanie ich do pracy narzędziem eliminuje zagrożenie dla zdrowia obsługującego. Sytuacja taka występuje np. przy pracy pilarką spalinową ALPINA; mimo że na skutek stosowania rękawic ORPEL AV-1 drgania na dłoni operatora zostały ograniczone z 21,31 m/s² do 12,97 m/s², ryzyko zawodowe wynikające z narażenia na drgania pozostaje na poziomie niedopuszczalnym.

Na podstawie danych przedstawionych w tabeli można też stwierdzić, że wartość ważonego wskaźnika skuteczności ochrony WSO_w , wyznaczonego w odniesieniu do poszczególnych układów „narzędzie – rękawica ORPEL AV-1”, jest zróżnicowana; zawiera się w przedziale od 1,22 (młotek pneumatyczny MS16-A) do 1,87 (szlifierka elektryczna BOSCH). Potwierdza to, że skuteczność ochrony przed drganiami, wnoszonej przez te same rękawice antywibracyjne podczas pracy różnymi narzędziami, jest różna. W przypadku stwierdzenia niewielkiej skuteczności danych rękawic przy pracy określonym narzędziem, do tego narzędzia należałoby dobrać inne rękawice, bardziej odpowiednie do generowanego przez to narzędzie widma drgań.

Zaprezentowana dla przykładu karta informacyjna przedstawia wyniki badań

WYNIKI OCENY SKUTECZNOŚCI OCHRONY WNOSZONEJ PRZEZ RĘKAWICE ANTYWIBRACYJNE ORPEL AV-1 PRZY ICH ZASTOSOWANIU DO PRACY WYBRANYMI NARZĘDZIAMIBRACYJNYMI

Narzędzie	Obsługa narzędzia bez rękawic			Obsługa narzędzia w rękawicach ORPEL AV-1	
	$a_{w,r,s}$ (m/s ²)	t_{dop} (min)	$a_{w,d,s}$ (m/s ²)	WSO_w	t_{dop} (min)
1	2	3	4	5	6
Młotek pneumatyczny MS13-A	9,95	38	7,32	1,36	70
Młotek pneumatyczny MS16-A	6,79	82	5,57	1,22	121
Młotek pneumatyczny PL 1534	9,23	44	5,66	1,63	118
Młotek pneumatyczny PL 2534	7,77	62	4,88	1,59	158
Pilarka spalinowa ALPINA	21,31	praca powinna być zabroniona	12,97	1,64	praca powinna być zabroniona
Pilarka spalinowa OLEO MAC	15,56	praca powinna być zabroniona	9,28	1,68	44
Pilarka elektryczna PIRO	5,13	143	3,13	1,64	383
Szlifierka elektryczna ELTOS	11,35	praca powinna być zabroniona	7,45	1,52	68
Szlifierka elektryczna BOSCH	4,44	191	2,37	1,87	bez ograniczeń
Wiertarka elektryczna GSB 18-2RE BOSCH	3,23	361	2,61	1,24	bez ograniczeń
Wiertarka elektryczna GBH 2-24DSR BOSCH	10,22	36	6,63	1,54	86

skuteczności ochrony wnoszonej przez rękawice antywibracyjne ORPEL AV-1, zastosowane do pracy pilarką spalinową ALPINA.

Jak wynika z danych zawartych w przedstawionej karcie, drgania na tylnej rękojeści pilarki, mimo zastosowania rękawic ochronnych antywibracyjnych ORPEL AV-1, przekraczają maksymalną dopuszczalną wartość ustaloną ze wzglę-

du na ochronę zdrowia pracowników dla czasów ekspozycji na drgania $t \leq 30$ min. Zatem ryzyko zawodowe, nawet po zastosowaniu rękawic przy pracy tą pilarką, pozostaje duże (nieakceptowalne).

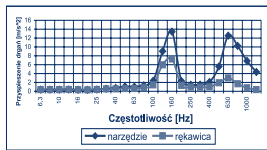
*
* *

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy nad skutecznością rękawic

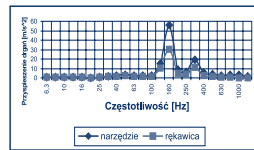
antywibracyjnych w ochronie przed drganiami należy uznać, że rękawice antywibracyjne są środkiem niewątpliwie pomocnym w profilaktyce zespołu wibracyjnego. Ich profilaktyczne działanie dotyczy zwłaszcza niekorzystnych zmian w układzie naczyniowym, objawiających się napadowym blednięciem palców rąk. Rękawice antywibracyjne, obok tłumienia drgań, zabezpieczają też ręce przed niską temperaturą i wilgocią, które to czynniki potęgują skutki działania drgań, przyspieszając pojawienie się i rozwój postaci naczyniowej zespołu wibracyjnego. W celu ograniczenia w możliwie największym stopniu ryzyka zawodowego, wynikającego z narażenia na drgania miejscowe, rękawice antywibracyjne powinny być dobrane do widma drgań wytwarzanego przez dane narzędzie. Obecnie dobór właściwych rękawic antywibracyjnych do narzędzi jest utrudniony ze względu na wciąż ubogi asortyment tych środków ochrony indywidualnej. Wskazane jest zatem poszukiwanie nowych rozwiązań rękawic antywibracyjnych w celu zwiększenia możliwości ich doboru. Prace w tym kierunku są prowadzone w wielu ośrodkach badawczych, w tym także w CIOP.

CIOP 		KARTA INFORMACYJNA		Symbol	
				NB-001/R-001	
Narzędzie			Rękawice		
Nazwa	Nr w przewodniku	Nazwa	Nr w przewodniku		
Pilarka spalinowa z piłą łańcuchową ALPINA	NB-001	ORPEL AV-1	001		

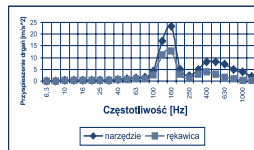
Widma drgań na przedniej rękojeści narzędzia i na dłoni operatora pracującego w rękawicach



kierunek X



kierunek Y



kierunek Z

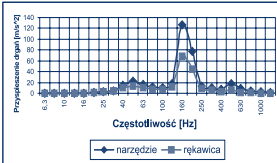
Wartości nieważone i ważne przyspieszenia drgań na dłoni operatora pracującego narzędziem w rękawicach ochronnych, w trzech kierunkach x, y, z i odpowiednio – wartości sumy wektorowej, w m/s²

$a_{x,lin,d}$	$a_{x,w,d}$	$a_{y,lin,d}$	$a_{y,w,d}$	$a_{z,lin,d}$	$a_{z,w,d}$	$a_{lin,d,s}$	$A_{w,d,s}$
10,72	1,46	35,12	3,87	18,57	2,12	41,14	4,65

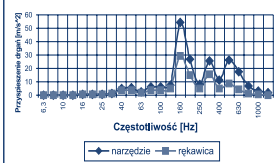
Wskaźniki skuteczności ochrony wnoszonej przez rękawice ORPEL przy ich zastosowaniu u do prac pilarką spalinową z piłą łańcuchową ALPINA na przedniej rękojeści

WSO_w	1,661
WSO_{lin}	1,850

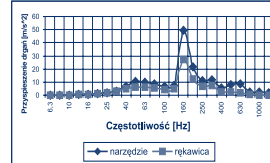
Widma drgań na tylnej rękojeści narzędzia i na dłoni operatora pracującego w rękawicach



kierunek X



kierunek Y



kierunek Z

Wartości nieważone i ważne przyspieszenia drgań na dłoni operatora pracującego narzędziem w rękawicach ochronnych w trzech kierunkach x, y, z i odpowiednio – wartości sumy wektorowej, w m/s²

$a_{x,lin,d}$	$a_{x,w,d}$	$a_{y,lin,d}$	$a_{y,w,d}$	$a_{z,lin,d}$	$a_{z,w,d}$	$a_{lin,d,s}$	$A_{w,d,s}$
86,35	11,15	39,70	4,13	34,56	5,20	101,12	12,97

Wskaźniki skuteczności ochrony wnoszonej przez rękawice ORPEL przy ich zastosowaniu do prac pilarką spalinową z piłą łańcuchową ALPINA na tylnej rękojeści

WSO_w	1,643
WSO_{lin}	1,821

PIŚMIENNICTWO

[1] EN ISO 10819: 1996 Mechanical vibration and shock - Hand-arm vibration - Method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand. (PN EN ISO 10819: 2000 *Drgania i wstrząsy mechaniczne. Drgania oddziałujące na organizm człowieka przez kończyny górne. Metoda pomiaru i oceny współczynnika przenoszenia drgań przez rękawice na dłoń operatora*)

[2] Koton J., Kowalski P., Szopa J., Tadzik P. *Dobór materiałów tłumiących i rękawic ochronnych do ograniczania drgań oddziałujących na pracowników w celu profilaktyki choroby wibracyjnej*. Zadanie badawcze nr 03.8.7. CIOP – sprawozdania z realizacji badań; etap 1. (1998), etap 2. (1999), etap 3. (2000)

[3] Koton J., Kowalski P., Szopa J., Tadzik P. *Dobór środków ochrony indywidualnej w profilaktyce zespołu wibracyjnego – przewodnik*. CIOP, Warszawa 2001

[4] Koton J., Szopa J. *Drgania mechaniczne. W: Ocena ryzyka zawodowego. Podstawy metodyczne*. Wiktor M. Zawieska (red.), CIOP, Warszawa 2001

[5] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa. DzU nr 129, poz. 844