

Jolanta Koton

PROFILAKTYKA ZESPOŁU WIBRACYJNEGO PRZEZ STOSOWANIE RĘKAWIC ANTYWIBRACYJNYCH*

PREVENTION OF HAND-ARM VIBRATION SYNDROME BY USING ANTIVIBRATION GLOVES

Z Zakładu Zagrożeń Akustycznych i Elektromagnetycznych
Centralnego Instytutu Ochrony Pracy w Warszawie
Kierownik zakładu: doc. dr inż. D. Augustyńska

STRESZCZENIE Zespół wibracyjny będący następstwem ekspozycji na drgania mechaniczne przenoszone do rąk pracowników z narzędzi zmechanizowanych trzymanyh lub prowadzonych rękami ma znaczący procentowo udział w liczbie orzekanych chorób zawodowych tak w Polsce jak i w innych państwach. Jednym ze sposobów ograniczania ryzyka zawodowego pojawienia się i rozwoju tej choroby jest stosowanie rękawic antywibracyjnych. Wielu badaczy odnosi się jednak z rezerwą do korzyści wynikających ze stosowania tych środków ochrony, co w dużej mierze wynika z niewielkiej, jak dotąd, liczby udokumentowanych badań, potwierdzających jednoznacznie skuteczność rękawic antywibracyjnych w ochronie przed drganiami. Nie budzi natomiast kontrowersji fakt, że w celu uzyskania możliwie najlepszej ochrony, rękawice antywibracyjne powinny być dobrane do narzędzi pod kątem wytwarzanego przez narzędzia widma drgań. W artykule przedstawiono zasady doboru rękawic do narzędzi, wyniki badań przeprowadzonych w CIOP nad skutecznością rękawic antywibracyjnych oraz wyniki badań, opinie i poglądy z tego zakresu prezentowane w literaturze. Na podstawie zebranych danych uznano, że rękawice antywibracyjne są środkiem niewątpliwie pomocnym w profilaktyce zespołu wibracyjnego. Med. Pr. 2002, 53, 5, 423–431

SŁOWA KLUCZOWE: drgania mechaniczne, zmechanizowane narzędzia ręczne, rękawice antywibracyjne, choroby zawodowe, zespół wibracyjny układu ręka – ramię

ABSTRACT Hand-arm vibration syndrome induced by the exposure to mechanical vibration transmitted from power tools to the operator's hands contributes highly to the number of occupational diseases certified in Poland, as well as in other countries. Use of antivibration gloves is one of the methods for reducing the occupational risk of vibration damages. However, the number of researchers express certain reservations about the benefits from wearing such a protective device, mostly because of very limited scientific and explicit evidence to prove the effectiveness of antivibration gloves in preventing hand-arm vibration syndrome. But there is no controversy about the opinions that to achieve a maximum degree of protection, antivibration gloves should be selected to match particular vibratory tools, taking account of the vibration spectrum generated by them.

The paper presents the general principles of the glove selection, the results of the studies of the effectiveness of antivibration gloves carried out by the Central Institute for Labour Protection (CIOP), as well as some other results, opinions and ideas. The gathered data prove that antivibration gloves are a useful measure to prevent hand-arm vibration syndrome. Med Pr 2002, 53, 5, 423–431

KEY WORDS: mechanical vibration, hand-held power tools, antivibration gloves, occupational diseases, hand-arm vibration syndrome

WSTĘP

Drgania mechaniczne (wibracje) są czynnikiem fizycznym, powszechnie występującym w otaczającym nas środowisku, w tym również w środowisku pracy. Często są one w sposób zamierzony wprowadzane przez konstruktorów do maszyn czy urządzeń jako czynnik roboczy, niezbędny do realizacji zadanych procesów technologicznych, np. do wibrorozdrabniania, wibroseparacji, wibracyjnego zagęszczania materiałów, oczyszczania i mielenia wibracyjnego, a także do kruszenia materiałów, wiercenia, drążenia i szlifowania. Mogą też być wykorzystywane jako źródło informacji, gdyż na podstawie analizy sygnału drganiowego można np. dokonać oceny stanu technicznego maszyny czy urządzenia. Jednakże drgania mechaniczne, przenoszone drogą bezpośredniego kontaktu z drgającym źródłem do organizmu człowieka, mogą wywierać ujemny wpływ na jego zdrowie i doprowadzać niejednokrotnie do rozwoju zmian chorobowych o niespecyficznym charakterze (1).

Rodzaj niekorzystnych zmian w organizmie, będących następstwem zawodowej ekspozycji na drgania oraz szybkość powstawania tych zmian zależą w istotnym stopniu od

miejsca wnikania drgań do organizmu. Drgania przenoszone do organizmu człowieka przez kończyny górne (drgania miejscowe) powodują najczęściej zaburzenia naczyniowo-nerwowe, rzadziej zmiany kostno-stawowe i o charakterze mieszanym.

Przeprowadzone na dużych grupach pracowniczych badania epidemiologiczne wykazały ścisły związek przyczynowy między występowaniem u pracowników ww. zmian chorobowych a warunkami pracy. Stąd też zespół tych zmian nazwany zespołem wibracyjnym został uznany w wielu krajach, w tym również w Polsce, za chorobę zawodową. Do polskiego wykazu chorób zawodowych zespół wibracyjny został wprowadzony w 1968 r. Dokonywane od tego czasu analizy struktury i zapadalności na choroby zawodowe pracowników gospodarki narodowej wykazują, że zespół wibracyjny stanowi w Polsce znaczący procent wszystkich rejestrowanych chorób zawodowych, a według danych statystycznych z ostatnich 5 lat zespół ten znajduje się na liście chorób zawodowych, wymiennie z przewlekłymi chorobami oskrzeli, na 6 lub 7 pozycji po chorobach narządu głosu, zawodowym uszkodzeniu słuchu, pylicach płuc, chorobach zakaźnych i inwazyjnych i chorobach skóry (2–6). Liczba orzekanych co roku nowych przypadków tego zespołu liczy się

*Praca wykonana w ramach Programu Wieloletniego pt. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 1998–2001. Zadanie nr 03.8.7 pt. „Dobór materiałów tłumiących i rękawic ochronnych do ograniczania drgań oddziałujących na pracowników w celu profilaktyki choroby wibracyjnej”. Kierownik zadania: dr inż. J. Koton.

w setkach. Zespół wibracyjny stanowi też istotny problem w innych krajach Europy, a także w USA i Japonii (7-14).

Zatem, z punktu widzenia medycyny pracy, a także służb odpowiedzialnych za stan bhp w miejscu pracy, drgania mechaniczne są czynnikiem szkodliwym i ekspozycję na ten czynnik należy ograniczać do poziomów uznanych za dopuszczalne, a ustalonych ze względu na ochronę zdrowia pracowników.

ŹRÓDŁA DRGAŃ MIEJSCOWYCH W ŚRODOWISKU PRACY – WYNIKI POMIARÓW A WARTOŚCI DOPUSZCZALNE

W środowisku pracy najliczniejszą grupę źródeł drgań działających na organizm pracowników przez kończyny górne stanowią zmechanizowane narzędzia wibracyjne trzymane lub prowadzone rękami. Obecnie narzędzia takie są wykorzystywane powszechnie niemal we wszystkich dziedzinach aktywności ludzkiej, w tym zwłaszcza w przemyśle wydobywczym, maszynowym, stoczniowym, przetwórczym, w budownictwie, hutnictwie, leśnictwie i rolnictwie. Sprzęt ten w znacznej mierze ułatwia i przyspiesza wykonywanie różnorodnych czynności, ale jednocześnie intensywność drgań wytwarzanych na rękojeściach czy uchwytach narzędzi w wielu przypadkach jest tak duża, że eksploatacja tego sprzętu stwarza zagrożenie dla zdrowia jego operatorów.

Zgodnie z dokumentacją proponowanych wartości dopuszczalnych narażenia zawodowego na drgania mechaniczne (1), zatwierdzoną 17 marca 2000 r. przez Międzyresortową Komisję ds. NDS i NDN, wielkością charakteryzującą intensywność drgań występujących przy pracy danym narzędziem jest suma wektorowa skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań trzech składowych kierunkowych x, y i z , $a_{w,s}$ wyrażona w m/s^2 , wyznaczana ze wzoru [1]:

$$a_{w,s} = \sqrt{a_{w,x,RMS}^2 + a_{w,y,RMS}^2 + a_{w,z,RMS}^2} \quad [1]$$

gdzie:

$a_{w,x,RMS}$; $a_{w,y,RMS}$; $a_{w,z,RMS}$ – skuteczne wartości ważne przyspieszenia drgań, zmierzone na rękojeści narzędzia w kierunku x, y i z przy wykonywaniu danej czynności w narażeniu na drgania, w m/s^2 .

Wielkością charakteryzującą narażenie pracownika na drgania przy pracy narzędziem, również zgodnie z ww. dokumentacją (1), jest równoważna dla 8 godzin suma wektorowa skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań, $a_{w,s,eq,8h}$, wyrażona w m/s^2 , określona wzorem [2]:

$$a_{w,s,eq,8h} = \sqrt{\frac{a_{w,s}^2 \cdot t}{T}} \quad [2]$$

gdzie:

$a_{w,s}$ – suma wektorowa wg wzoru [1], w m/s^2 .

t – czas trwania czynności w narażeniu na drgania, w godzinach lub minutach.

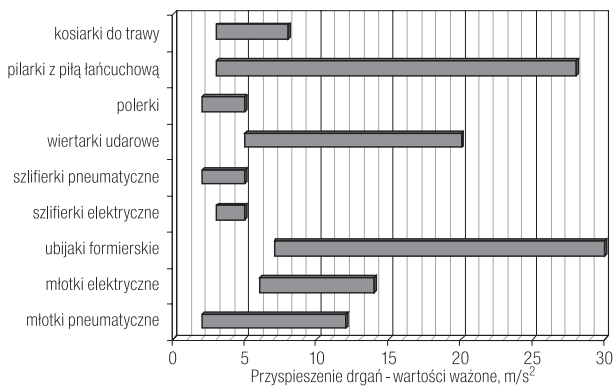
T – 8 godzin lub 480 min.

Jak wynika z podanych informacji, równoważna dla 8 godzin suma wektorowa przyspieszeń, charakteryzująca ekspozycję pracownika na drgania, uwzględnia nie tylko intensywność drgań zmierzonych na danym stanowisku pracy, ale także czas narażenia pracownika na zmierzone drgania w ciągu zmiany roboczej.

Wartość dopuszczalna równoważnej dla 8 godzin sumy wektorowej, ustanowiona ze względu na ochronę zdrowia pracowników, jest podana w rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 stycznia 2001 r. (15) zmieniającym rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia środowisku pracy (16). Zgodnie z tym rozporządzeniem dla drgań działających na organizm człowieka przez kończyny górne wartość sumy wektorowej skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych x, y, z nie powinna przekraczać $2,8 m/s^2$, przy 8-godzinnym działaniu drgań na organizm człowieka.

W omawianym rozporządzeniu ustalono także, że dla ekspozycji trwających 30 minut i krócej maksymalna dopuszczalna wartość sumy wektorowej skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych x, y, z nie powinna przekraczać $11,2 m/s^2$.

W celu scharakteryzowania wybranych grup narzędzi pod kątem generowanych przez nie drgań i możliwości porównania intensywności tych drgań z wartościami dopuszczalnymi, na ryc. 1 zestawiono wyniki pomiarów drgań wytwarzanych na rękojeściach czy uchwytach narzędzi wibracyjnych najczęściej stosowanych w środowisku pracy. Wyniki te uzyskano z badań prowadzonych wg zasad obowiązujących przed wejściem w życie znowelizowanych wartości NDN drgań mechanicznych (15), zatem charakteryzują one składową dominującą drgań generowanych przez narzędzia, a nie sumę wektorową wszystkich trzech składowych. Niezależnie od tego, na podstawie tych wyników można stwierdzić, że różnice w intensywności drgań wytwarzanych przez poszczególne narzędzia wibracyjne są znaczne, nawet w obrębie narzędzi tego samego rodzaju. Niemniej jednak średnie i skrajne wartości ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań są charakterystyczne dla danych urządzeń. Średnie, ważne częstotliwościowo wartości przyspieszeń drgań wytwarzanych przez szlifierki zawierają się w granicach $4 m/s^2$. Na rękojeściach młotków pneumatycznych rejestruje się wibracje o średnich wartościach przyspieszeń wynoszących $7,5 m/s^2$. Nieco wyższe wartości przyspieszeń drgań są rejestrowane na uchwytach młotków elektrycznych. Pneumatyczne ubijaki formierskie wytwarzają drgania o ważonych częstotliwościowo przyspieszeniach od $7 m/s^2$ do ponad $30 m/s^2$, średnio $23 m/s^2$. Równie niebezpieczne dla zdrowia operatorów, ze względu na dużą intensywność wytwarzanych drgań, mogą być pilarki z piłą łańcuchową do drewna. Wytwarzanie tak intensywnych drgań mechanicznych kwalifikuje ubijaki formierskie i pilar-



Ryc. 1. Drgania wytwarzane przez narzędzia wibracyjne.

ki łańcuchowe do najbardziej szkodliwych źródeł drgań miejscowych w przemyśle.

Porównując wyniki pomiarów drgań generowanych przez narzędzia z wartością dopuszczalną ustaloną dla drgań miejscowych dla 8-godzinnej ekspozycji należy stwierdzić, że ze względu na ochronę zdrowia operatorów, dopuszczalny czas pracy wieloma narzędziami nie powinien przekraczać kilku minut w ciągu zmiany roboczej. Ponadto, mając na uwadze, że wartość maksymalnie dopuszczalna nie może przekroczyć $11,2 \text{ m/s}^2$, praca niektórymi narzędziami powinna być w ogóle zabroniona. Dlatego też, w celu ochrony zdrowia pracowników, konieczne jest podejmowanie różnych działań, które minimalizują zagrożenie wynikające z narażenia na drgania, a w konsekwencji ograniczają ryzyko pojawienia się i rozwoju zespołu wibracyjnego.

REKAWICE ANTYWIBRACYJNE I ZASADY ICH DOBORU DO NARZĘDZI

Jednym z możliwych sposobów ograniczania transmisji drgań z uchwytów czy rękojeści narzędzi wibracyjnych do rąk ich operatorów jest stosowanie do pracy rękawic antywibracyjnych. Właściwości tłumiąco-wibroizolacyjne rękawic antywibracyjnych są charakteryzowane przez dwa współczynniki liczbowe: średni skorygowany współczynnik przenoszenia drgań, TR_M , dla zakresu częstotliwości $32 \div 200 \text{ Hz}$ i średni skorygowany współczynnik przenoszenia drgań, TR_H , dla zakresu częstotliwości $200 \div 1250 \text{ Hz}$. Współczynniki te wyznacza się w badaniach laboratoryjnych wykonywanych wg normy EN ISO 10819: 1996 (PN EN ISO 10819: 2000) (17). Wartości tych współczynników decydują, czy rękawice można uznać za antywibracyjne, czy też nie.

Nie można przypisywać właściwości antywibracyjnych rękawicom, które nie spełniają jednocześnie dwóch następujących warunków: $TR_M < 1$ oraz $TR_H < 0,6$. Zatem, w świetle ustalonych kryteriów oceny rękawic przeznaczonych do ochrony przed działaniem drgań, rękawice można uznać za antywibracyjne jeśli:

- przynajmniej nie wzmacniają drgań przekazywanych z rękojeści na dłoń operatora w zakresie częstotliwości $32 \div 200 \text{ Hz}$, a jednocześnie

- redukują drgania w zakresie częstotliwości $200 \div 1250 \text{ Hz}$ do wartości mniejszych niż 60% wartości drgań mierzonych na dłoni operatora, gdy pracuje on bez rękawicy.

Wyniki otrzymane z dotychczas przeprowadzonych w kraju badań wg EN ISO 10819 (17) wykazały, że większość przebadanych typów rękawic oferowanych do niedawna na rynku jako antywibracyjne nie spełniała minimalnych wymagań dla rękawic antywibracyjnych, a niektóre z nich w pewnych zakresach częstotliwości nawet drgania wzmacniały (18,19). Podobna sytuacja wystąpiła też w innych krajach; ocenia się, że ustanowione w 1996 r. wymagania dla rękawic antywibracyjnych wyeliminowały z rynków europejskich około 90% rękawic sprzedawanych jako środki ochrony indywidualnej przed drganiami (20). Dlatego rękawice przeznaczone do ochrony pracowników przed szkodliwym działaniem mechanicznych drgań miejscowych zostały wprowadzone do wykazu środków ochrony indywidualnej, podlegających obowiązkowej certyfikacji: w Polsce – na znak bezpieczeństwa B, w krajach Unii Europejskiej – na znak CE. Obowiązek uzyskania przez producentów czy dystrybutorów certyfikatu dla rękawic antywibracyjnych powinien prowadzić do wyeliminowania z rynku wyrobów niespełniających ustalonych wymagań i rozpowszechniania wyłącznie tych rękawic, które wymagania spełniają. Informacje o dostępnych na rynku krajowym rękawicach antywibracyjnych z certyfikatem na znak bezpieczeństwa B (stan w kwietniu 2002 r.) podano w tabeli I.

Ustanowiona w 1996 r. norma EN ISO 10819, w której określono metodę badań rękawic przeznaczonych do ochrony przed drganiami oraz kryteria ich oceny, stanowi dokument odniesienia przy poszukiwaniu nowych rozwiązań tych 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 (21,22). 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. Mogą zaistnieć przypadki, 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 stosowania dodatkowych procedur, podobnie jak np. stosowania odpowiednich procedur wymaga prawidłowy dobór do stanowisk pracy ochronników słuchu.

Zasady i szczegółową procedurę doboru rękawic antywibracyjnych do narzędzi opracowano w ramach realizacji

Tabela I. Wykaz rękawic ochronnych antywibracyjnych z certyfikatem, dostępnych na rynku polskim (stan kwiecień 2002 r.)

Nazwa	Nr certyfikatu	Producent	Posiadacz certyfikatu	Data wydania certyfikatu	Data ważności certyfikatu
ORPEL AV - 1	183/99	Spółdzielnia Usług Techniczno-Handlowych i Wdrożeń "ORPEL" ul. Lodowa 101,93-232 Łódź	Spółdzielnia Usług Techniczno-Handlowych i Wdrożeń "ORPEL" ul. Lodowa 101, 93-232 Łódź	18.05.1999	19.05.2002
DECADE	364/2001	CHASE ERGONOMICS Inc. PO Box 92497, Albuquerque, Nouveau-mexiqueNM USA 87 199	CONNECTA Sp. z o.o. ul. Rydygiera. 1201-793 Warszawa	22.06.2001	23.06.2004
VIBRAGUARD	594/2001	Ansell Edmont Wijngaardveld 34c - 9300 Aalst - Belgium	Ansell Edmont Wijngaardveld 34c - 9300 Aalst - Belgium	26.09.2001	25.09.2004

podjętego w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy zadania badawczego (22).

Uznano, że przy doborze rękawic do narzędzi wibracyjnych należy wziąć pod uwagę, iż zgodnie z rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 stycznia 2001 r. (15) podstawą do oceny narażenia pracowników na drgania mechaniczne i do oceny ryzyka zawodowego związanego z tym narażeniem jest wyznaczona na stanowisku pracy wartość sumy wektorowej ważonych przyspieszeń drgań trzech składowych kierunkowych x, y, z. Wyznaczona suma wektorowa charakteryzująca intensywność drgań generowanych przez źródło, po uwzględnieniu czasu dziennej ekspozycji pracownika na te drgania, jest porównywana z ustalonymi ze względu na ochronę zdrowia wartościami dla tej sumy dopuszczalnymi.

W przypadku drgań mechanicznych działających na pracowników przez kończyny górne wartości ważone przyspieszenia drgań w kierunkach x, y, z są mierzone na rękojeści narzędzia. Zakłada się przy tym, że sygnał drganiowy rejestrowany w danym kierunku na rękojeści narzędzia jest transmitowany w całości, bez żadnych zmian, do dłoni operatora, gdy obsługuje on to narzędzie „gołymi” rękami (bez rękawic), czyli że wartość ważona przyspieszenia drgań na dłoni operatora jest taka sama jak wartość ważona przyspieszenia drgań zmierzona na rękojeści narzędzia.

Po wprowadzeniu do układu narzędzie ręczne - ręka operatora wibroizolacji w postaci rękawic antywibracyjnych, generowany przez narzędzie sygnał drganiowy na drodze jego propagacji z rękojeści narzędzia do dłoni operatora ulega określonym zmianom. W konsekwencji sygnał na dłoni operatora różni się od sygnału na rękojeści, przy czym wielkość i charakter zmian zależą od charakteru widma sygnału drganiowego, występującego na rękojeści danego narzędzia oraz od właściwości tłumiąco-wibroizolacyjnych wprowadzonego środka ochrony. Pomija się na obecnym poziomie wiedzy wpływ na wielkość i charakter zmian sygnału drganiowego takich czynników, jak: wywierane na narzędzie siły nacisku i zacisku, warunki środowiskowe, sposób operowania narzędziem, przyjmowana przez operatora postawa przy pracy, cechy osobnicze operatora itp.

Na skutek zmiany sygnału drgań na dłoni operatora w stosunku do sygnału drgań na rękojeść narzędzia, wynikającej z zastosowania środka ochrony, zmienia się też wartość ważona przyspieszenia drgań na dłoni operatora w stosunku do wartości ważonej przyspieszenia drgań zmierzonej na rękojeści. Zatem po wprowadzeniu między narzędzie a dłoń operatora środka ochrony, wartości ważone przyspieszenia drgań na rękojeści narzędzia i na dłoni operatora będą różne, różne więc będą także wartości sumy wektorowej. Im mniejsza będzie wartość sumy wektorowej przyspieszeń drgań na dłoni operatora obsługującego dane narzędzie z zastosowaniem środka ochrony w stosunku do wartości sumy wektorowej przyspieszeń drgań wyznaczonej na rękojeści tego narzędzia, tym skuteczność tego środka w ograniczeniu transmisji drgań do organizmu operatora będzie większa.

Przyjęto zatem, że podstawową miarą skuteczności środka ochrony jest bezwymiarowy ważony wskaźnik skuteczności, określony jako stosunek sumy wektorowej ważonych przyspieszeń drgań wyznaczonych na rękojeści 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.

$$WSO_w = \frac{a_{w,r,s}}{a_{w,d,s}} \quad [3]$$

Ważony wskaźnik skuteczności ochrony równy jedności oznacza, że zastosowany środek ochrony nie ogranicza transmisji drgań z rękojeści do dłoni operatora w ogóle, czyli wpływ jego zastosowania jest żaden.

Ważony wskaźnik skuteczności ochrony mniejszy od jedności oznacza, że zastosowany środek ochrony nie tylko nie ogranicza transmisji drgań z rękojeści narzędzia do dłoni operatora, ale tę transmisję wzmacnia.

Ważony wskaźnik skuteczności ochrony większy od jedności oznacza, że zastosowany środek ochrony ogranicza transmisję drgań z rękojeści do dłoni operatora, a zatem redukuje drgania wnikaące do organizmu operatora przez kończyny górne, czyli ogranicza zawodowe ryzyko pojawienia się i rozwoju choroby wibracyjnej.

Przy przyjętej jak wyżej definicji ważonego wskaźnika skuteczności ochrony, rzeczywiście skuteczny przy pracy danym narzędziem jest tylko taki środek ochrony, dla którego wyznaczony wskaźnik jest większy od jedności, zaś stopień redukcji drgań przez ochronę jest tym większy im większy jest ten wskaźnik.

Uwzględniając powyższe, dobór środka ochrony do pracy danym narzędziem, w celu ograniczenia w maksymalnym możliwym stopniu ryzyka zawodowego pojawienia się i rozwoju zespołu wibracyjnego, polega na wyselekcjonowaniu z asortymentu rękawic antywibracyjnych takich, dla których wyznaczony, ważony wskaźnik skuteczności osiąga najwyższą wartość.

Przy opisie skuteczności rękawic antywibracyjnych w redukcji drgań transmitowanych z danego narzędzia do dłoni operatora można posłużyć się też miarą dodatkową, tj. bezwymiarowym, liniowym wskaźnikiem skuteczności ochrony. Wskaźnik liniowy jest wyznaczany głównie w celach informacyjnych jako iloraz sumy wektorowej nieważonych przyspieszeń drgań, zmierzonych na rękojeści narzędzia przy użyciu filtra z liniową charakterystyką częstotliwościową i sumy wektorowej nieważonych przyspieszeń drgań, wyznaczonych na dłoni operatora obsługującego to narzędzie z zastosowaniem rękawic.

$$WSO_{lin} = \frac{a_{lin,r,s}}{a_{lin,d,s}} \quad [4]$$

Podsumowując, skuteczność rękawic w ograniczaniu drgań przenoszonych z określonego narzędzia do rąk jego operatora jest opisana przez dwa wskaźniki skuteczności ochrony – ważony i liniowy, przy czym decydujące znaczenie ma wartość wskaźnika ważonego, która powinna być jak największa. Dodatkowo, dobierając rękawice do określonego narzędzia, można wspomagać się wskaźnikiem liniowym przy zachowaniu tej samej reguły – im wartość liczbowo wskaźnika liniowego jest większa tym wnoszona przez rękawice ochrona jest lepsza.

Sformułowane wyżej założenia i ogólne zasady doboru rękawic antywibracyjnych do narzędzi stanowiły podstawę do opracowania procedury szczegółowej (22), którą, wraz z przykładami zastosowań, opublikowano w tematycznym przewodniku (23).

WYNIKI BADAŃ SKUTECZNOŚCI RĘKAWIC ANTYWIBRACYJNYCH I ICH OMÓWIENIE

Ze względu na wciąż bardzo wąski 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. Wyniki wykorzystania procedury do oceny skuteczności ochrony wnoszonej przez rękawice antywibracyjne ORPEL AV-1 przy ich zastosowaniu do pracy wybranymi narzędziami wibracyjnymi zestawiono w tabeli II.

W kolumnie 2 tabeli II wyszczególniono niektóre narzędzia, spośród wielu przebadanych, dla których wyznaczona na ich rękojeści 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 wyszczególnionych narzędzi (czyli na dłoni operatora pracującego narzędziem bez rękawic) podano w kolumnie 3 omawianej tabeli, a w kolumnie 4 podano dopuszczalne, ze względu na ochronę zdrowia, czasy pracy poszczególnymi narzędziami w ciągu zmiany roboczej, t_{dop} , w min, wyznaczone wg wzoru [5]:

$$t_{dop} = \left(\frac{2,8}{a_{w,r,s}} \right)^2 \cdot T \quad [5]$$

gdzie:

2,8 – wartość dopuszczalna (NDN) dla drgań miejscowych ustalona dla 8-godzinnej ekspozycji (15), w m/s².

$a_{w,r,s}$ – wartość sumy wektorowej przyspieszeń drgań wyznaczona w badaniach na rękojeści narzędzia, w m/s².

T – czas odniesienia (480 minut).

W kolumnie 5 tabeli II podano wartości sumy wektorowej przyspieszeń drgań na dłoni operatora, $a_{w,d,s}$, obsługującego dane narzędzie w rękawicach antywibracyjnych ORPEL AV-1, w kolumnie 6 – wartości ważonego wskaźnika skuteczności ochrony, WSO_W , wnoszonej przez rękawice ORPEL AV-1 przy pracy danym narzędziem, a w kolumnie 7 – dopuszczalne, w ciągu zmiany roboczej, czasy pracy poszczególnymi narzędziami w rękawicach ORPEL AV-1, czyli z uwzględnieniem wnoszonej przez te rękawice redukcji drgań.

Wyniki badań przedstawione w tabeli II wskazują, że rękawice antywibracyjne ORPEL AV-1 we wszystkich prezentowanych przypadkach powodują ograniczenie drgań przenoszonych z rękojeści narzędzia do rąk jego operatora. Uwzględniając, że zgodnie z przyjętymi zasadami (24,25,26) wielkość ryzyka zawodowego wynikającego z narażenia na drgania zależy od stosunku wartości sumy wektorowej przyspieszeń drgań występujących na dłoni operatora do wartości dla tej sumy dopuszczalnej (NDN), ograniczenie drgań na dłoni operatora na skutek stosowania rękawic to zawsze zmniejszenie ryzyka zawodowego, do oceny którego, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa (27), jest obowiązany każdy pracodawca. Uwzględniając ponadto, że ryzyko zawodowe powinno pozostawać na poziomie dopuszczalnym (drgania na dłoni operatora – po uwzględnieniu czasu dziennej ekspozycji na ten czynnik – nie powinny przekraczać ustalonych dla drgań wartości dopuszczalnych) należy jednak stwierdzić, że rękawice ORPEL AV-1 nie we wszystkich przypadkach ograniczają drgania na tyle wystarczająco, aby uznać, że praca narzędziem w tych rękawicach nie stwarza zagrożenia dla zdrowia jego obsługi. Sytuacja taka ma miejsce np. przy pra-

Tabela II. Wyniki badań drgań wytwarzanych na dłoni operatorów niektórych narzędzi wibracyjnych przy ich obsłudze bez rękawic i w rękawicach antywibracyjnych

Lp.	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	Młotek pneumatyczny MS13-A	9,95	38	7,32	1,36	70
2	Młotek pneumatyczny MS16-A	6,79	82	5,57	1,22	121
3	Młotek pneumatyczny PL 1534	9,23	44	5,66	1,63	118
4	Młotek pneumatyczny PL 2534	7,77	62	4,88	1,59	158
5	Pilarka spalinowa ALPINA	21,31	praca powinna być zabroniona	12,97	1,64	praca powinna być zabroniona
6	Pilarka spalinowa OLEO MAC	15,56	praca powinna być zabroniona	9,28	1,68	44
7	Pilarka elektryczna PIRO	5,13	143	3,13	1,64	383
8	Szlifierka elektryczna ELTOS	11,35	praca powinna być zabroniona	7,45	1,52	68
9	Szlifierka elektryczna BOSCH	4,44	191	2,37	1,87	bez ograniczeń
10	Wiertarka elektryczna GSB 18 2RE BOSCH	3,23	361	2,61	1,24	bez ograniczeń
11	Wiertarka elektryczna GBH 2 24DSR BOSCH	10,22	36	6,63	1,54	86

cy pilarką spalinową ALPINA, gdzie na skutek stosowania rękawic ORPEL AV-1 drgania na dłoni operatora zostały ograniczone z 21,31 m/s² do 12,97 m/s², a mimo tego ryzyko zawodowe wynikające z narażenia na drgania pozostaje na poziomie niedopuszczalnym.

Na podstawie danych zawartych w tabeli II można też stwierdzić, że wartość ważonego wskaźnika skuteczności ochrony WSO_w wyznaczonego dla poszczególnych, prezentowanych 11 układów „dane narzędzie – rękawica ORPEL AV-1” jest zróżnicowana; zawiera się w przedziale 1,22 (dla młotka pneumatycznego MS16-A) do 1,87 (dla szlifierki elektrycznej BOSCH). Potwierdza to, że skuteczność ochrony przed drganiami wnoszonej przez te same rękawice antywibracyjne przy ich zastosowaniu do pracy różnymi narzędziami jest różna. Można domniemywać, że w przypadkach stwierdzenia niewielkiej skuteczności danych rękawic przy pracy danym narzędziem, do narzędzia tego należałoby dobrać rękawice inne, bardziej odpowiednie do generowanego przez to narzędzie widma drgań.

OMÓWIENIE

Wielu badaczy odnosi się wciąż z rezerwą do korzyści wynikających ze stosowania rękawic antywibracyjnych. Wynika to

w dużej mierze z niewielkiej, jak dotąd, liczby udokumentowanych badań, które jednoznacznie potwierdzają skuteczność rękawic antywibracyjnych w ochronie przed drganiami. Przyczyną tego jest z kolei m. in. stosunkowo krótki okres od ustanowienia normy EN ISO 10819: 1996 (17), w której zdefiniowano metodę badań rękawic przeznaczonych do ochrony przed drganiami i kryteria ich oceny. Rękawice antywibracyjne, w rozumieniu ustanowionej normy (17), są zatem środkiem ochrony indywidualnej stosowanym od niedawna. Ponadto wyżej wymieniona norma ukierunkowuje badania na określanie właściwości rękawic celem ich porównania z ustalonymi dla rękawic antywibracyjnych wymaganiami, natomiast oczekiwanym wynikiem stosowania normy jest głównie eliminowanie z użytkowania rękawic niespełniających wymagań, nie zaś określanie skuteczności rękawic sklasyfikowanych jako antywibracyjne (28).

I rzeczywiście, prowadzone w wielu krajach badania rękawic na zgodność z przedmiotową normą (18–20, 29–33) stanowiły podstawę do wycofania z rynków znakomitej większości wzorów rękawic, sprzedawanych jako antywibracyjne. Badania takie zapobiegają również wprowadzaniu na rynki nowych wzorów rękawic, które nie spełniają ustalonych wymagań. Stąd też asortyment rękawic antywibra-

cyjnych, w porównaniu na przykład do ochronników słuchu, jest bardzo wąski. W Polsce liczba certyfikowanych ochronników słuchu przekracza 100, a certyfikowanych wzorów rękawic antywibracyjnych jest dotychczas 3. Podobna sytuacja występuje też w innych krajach.

Mała liczba wzorów rękawic rzeczywiście antywibracyjnych w świetle ustalonych wymagań nie sprzyja prowadzeniu na szeroką skalę badań porównawczych z punktu widzenia skuteczności tych wzorów w ochronie przed drganiami generowanymi przez różne narzędzia. Ogranicza też możliwości doboru odpowiednich rękawic do konkretnych narzędzi czy ich typów, zatem opracowane procedury doboru (19,22,23) mają na razie ograniczone zastosowanie. Niemniej jednak przeprowadzone dotąd badania nad skutecznością rękawic, w tym z wykorzystaniem procedur ich doboru do narzędzi, wskazują, że rękawice antywibracyjne w wielu przypadkach redukują drgania przenoszone z narzędzi wibracyjnych na dłonie ich operatorów (19,22,23,29,32,34). Każda redukcja drgań to zawsze ograniczenie ryzyka zawodowego pojawienia się i rozwoju zespołu wibracyjnego, choć ryzyko to nie zawsze zostaje ograniczone do poziomu dopuszczalnego ze względu na ochronę zdrowia.

Niewielkie ograniczenie ryzyka w wyniku stosowania rękawic dotyczy głównie narzędzi generujących drgania o dużej intensywności w zakresie częstotliwości niskich, poniżej 50 Hz (19,22,23,29,35,36). Znacznie większą skuteczność rękawic antywibracyjnych w ochronie przed oddziaływaniem drgań stwierdza się przy ich stosowaniu do prac narzędziami, które wytwarzają dominujące drgania w zakresie częstotliwości powyżej 50 Hz (np. pilarki łańcuchowe, szlifierki, wiertarki). Uwzględniając, że drgania mechaniczne o niskich częstotliwościach, tj. te poniżej 50 Hz, są odpowiedzialne głównie za występowanie postaci kostno-stawowej zespołu wibracyjnego, a drgania o częstotliwościach wyższych – za postać naczyniowo-nerwową, należy uznać iż rękawice antywibracyjne mogą ograniczać ryzyko pojawienia się u operatorów postaci naczyniowej. Mając z kolei na uwadze, że postać naczyniowa jest postacią najbardziej rozpowszechnioną, należy uznać, że rękawice antywibracyjne odgrywają określoną rolę w profilaktyce zespołu wibracyjnego.

Potwierdzeniem tego są dane statystyczne z lat 1996–2000 zebrane w tabeli III, a dotyczące liczby zarejest-

rowanych w Polsce zachorowań w wyniku zawodowej ekspozycji na drgania miejscowe. Na podstawie danych przedstawionych w tabeli III można uznać za prawdopodobne, że sukcesywnie malejąca od 1996 r. liczba nowych przypadków zespołu wibracyjnego, a zwłaszcza jego postaci naczyniowo-nerwowej, to między innymi wynik wprowadzenia do stosowania około 10 000 par rękawic antywibracyjnych, które przed 1996 r. nie były stosowane. Liczbę rękawic antywibracyjnych wprowadzonych do użytkowania ustalono na podstawie danych o sprzedaży pozyskanych od producentów tych wyrobów.

Korzystny wpływ stosowania rękawic antywibracyjnych przy ekspozycji na drgania został również wykazany przez Stevenzona, Corbishley'a i Warda (37). W przeprowadzonym eksperymencie mierzono czasowe przesunięcie progu czucia wibracji (Temporary Threshold Shift – TTS) u 23 osób obsługujących narzędzia wibracyjne gołymi rękami oraz w rękawicach antywibracyjnych. Badania przeprowadzono dla dwóch częstotliwości: 31,5 Hz i 125 Hz, zaraz po ekspozycji na drgania. Stwierdzono, że założenie rękawicy co prawda nie eliminuje TTS, ale znacząco tę wielkość redukuje w obu rękach przy częstotliwości 125 Hz i w ręce lewej przy częstotliwości 31,5 Hz. Uznano, że wskazuje to, iż energia drgań na drodze transmisji z narzędzi wibracyjnych do rąk operatorów jest przez rękawice wytłumiana. Jednocześnie podkreślono, że eksperyment dotyczył krótkotrwałych ekspozycji na drgania, a jego wyników nie można bezpośrednio odnosić do ekspozycji długotrwałych, z jakimi mamy do czynienia w praktyce. Tym niemniej uznano, że wyniki pomiarów czasowego przesunięcia progu czucia wibracji mogą być wskaźnikiem skuteczności rękawic antywibracyjnych w ograniczaniu energii drgań przenoszonej do rąk pracowników.

Kolejnym dowodem na ochronne działanie rękawic antywibracyjnych są też wyniki badań przeprowadzonych w CIOP przez Marszałek i Kowalskiego (38). Celem tych badań było określenie zmian w krążeniu obwodowym w wyniku krótkotrwałego działania wibracji na rękę nieosłoniętą i rękę chronioną rękawicą antywibracyjną. Badania przeprowadzono u pięciu mężczyzn mierząc w sposób ciągły skórny przepływ krwi na opuszkach środkowych palców obu rąk w trakcie całego eksperymentu. Eksperyment obejmował następujące fazy: 5-minutowa ekspozycja na drgania – 15 mi-

Tabela III. Dane statystyczne dotyczące zespołu wibracyjnego w latach 1996–2000 w Polsce (2–6)

Rok	Udział zespołu wibracyjnego we wszystkich orzeczonych chorobach zawodowych %	Zespół wibracyjny – liczba nowych przypadków				Orientacyjna liczba par rękawic antywibracyjnych wprowadzonych do użytkowania
		Ogółem	Zaburzenia naczyniowo-nerwowe	Zaburzenia kostno-stawowe	Inne	
1996	4,0	457	229	102	126	1100
1997	3,3	382	202	106	74	1900
1998	2,9	345	228	70	47	2000
1999	2,7	275	176	20	79	2500
2000	2,7	198	125	45	28	2300

nutowy spoczynek – test oziębieniowy dla obu rąk w wodzie o temperaturze 14°C trwający 10 minut – 20-minutowy spoczynek. Badania prowadzono w dwóch wariantach: przy ekspozycji na drgania bez rękawic antywibracyjnych oraz w rękawicach. Odniesieniem w badaniach były wyniki pomiarów skórno-przepływu krwi przeprowadzone w identycznych warunkach, ale z pominięciem fazy ekspozycji na drgania. Wykazano brak zmian skórno-przepływu krwi u mężczyzn eksponowanych na drgania w rękawicach antywibracyjnych w stosunku do skórno-przepływu krwi u tych mężczyzn nie eksponowanych na drgania, stwierdzono natomiast wyraźne zmiany przepływu krwi w obu dłoniach u mężczyzn eksponowanych na drgania bez rękawic. Uznano, że zaobserwowane reakcje fizjologiczne wskazują na ochronne działanie rękawic antywibracyjnych oraz stwierdzono, że pomiar poziomu skórno-przepływu krwi po ekspozycji na drgania może być użyteczną metodą do oceny skuteczności rękawic antywibracyjnych w ochronie przed drganiami.

PODSUMOWANIE

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy nad skutecznością rękawic antywibracyjnych w ochronie przed drganiami oraz uwzględniając inne doniesienia literaturowe z tego zakresu należy uznać, że rękawice antywibracyjne są środkiem niewątpliwie pomocnym w profilaktyce zespołu wibracyjnego. Ich profilaktyczne działanie dotyczy zwłaszcza niekorzystnych zmian w układzie naczyniowym kończyn górnych, objawiających się napadowym blednięciem palców rąk, a będących następstwem użytkowania narzędzi wibracyjnych, które generują drgania o stosunkowo wysokich częstotliwościach. Rękawice antywibracyjne, oprócz tego że tłumią drgania, zabezpieczają też ręce przed niską temperaturą i wilgocią, które to czynniki potęgują skutki działania drgań, skracając okres latencji zespołu wibracyjnego i przyspieszając jego rozwój. W celu ograniczenia w możliwie największym stopniu ryzyka zawodowego wynikającego z ekspozycji na drgania miejscowe, rękawice antywibracyjne powinny być dobierane do widma drgań wytwarzanego przez narzędzia czy ich typy. Aktualnie dobór właściwych rękawic antywibracyjnych do narzędzi jest utrudniony ze względu na wciąż bardzo wąski asortyment tych środków ochrony indywidualnej. Wskazane jest zatem poszukiwanie nowych rozwiązań rękawic antywibracyjnych celem zwiększenia możliwości ich doboru. Prace w tym kierunku są prowadzone w wielu ośrodkach badawczych, w tym także w CIOP. Należy jednak podkreślić, że najważniejszą metodą w profilaktyce zespołu wibracyjnego, zalecaną w pierwszej kolejności, jest ograniczanie drgań u źródła ich powstawania, a rękawice antywibracyjne należy stosować jako techniczny środek wspomagający. Oczywiście jest również, że najlepsze rezultaty w zapobieganiu skutkom działania drgań można osiągnąć stosując kilka metod prewencji jednocześnie.

PIŚMIENNICTWO

1. Harazin B.: Drgania mechaniczne – dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych narażenia zawodowego. *Podst. Met. Oceny Środow. Pr.* 2001, 27, 1, 177–211.
2. Ocena stanu bezpieczeństwa i higieny pracy w 1996 r. Ministerstwo Pracy i Polityki Socjalnej, Warszawa 1997.
3. Ocena stanu bezpieczeństwa i higieny pracy w 1997 r. Ministerstwo Pracy i Polityki Socjalnej, Warszawa 1998.
4. Ocena stanu bezpieczeństwa i higieny pracy w 1998 r. Ministerstwo Pracy i Polityki Socjalnej, Warszawa 1999.
5. Ocena stanu bezpieczeństwa i higieny pracy w 1999 r. Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej, Warszawa 2000.
6. Ocena stanu bezpieczeństwa i higieny pracy w 2000 r. Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej, Warszawa 2001.
7. Jetzer T.C.: Hand-Arm Vibration Protection – Observations on Present Status in the USA. *Proceedings of the 6th International Conference on Hand-Arm Vibration*, 19–22 maja, 1992, Bonn, Federal Republic of Germany. HVBG-BIA, Bonn 1992, ss. 775–780.
8. McCaig R.H.: Health Surveillance for the Effects of Hand-Transmitted Vibration in the United Kingdom. *Proceedings of the 6th International Conference on Hand-Arm Vibration*, 19–22 maja, 1992, Bonn, Federal Republic of Germany. HVBG-BIA, Bonn 1992, ss. 829–833.
9. Gemme G.: Vibration-induced white fingers: knowledge deficits. *Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration*, 9–12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 59–64.
10. Bovenzi M.: Epidemiologic aspects of the exposure-response relationship in the hand-arm vibration syndrome. *Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration*, 9–12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 205–215.
11. Carlstedt-Duke B., Nilsson B.Y., Swerup C., Soderstrom A.M., Kolmodin-Hedman B.: Vibration syndrome among Swedish workers: a follow-up study from 1989–1995. *Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration*, 9–12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 223–229.
12. Miyashita K., Tomida K., Morioka I., Sasaki T., Iwata H.: Health surveillance of forestry workers exposed to hand-arm vibration in Wakayama from 1974 to 1996. *Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration*, 9–12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 301–307.
13. Dundurs J.: Hand-arm vibration disease in Latvia. *Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration*, 9–12 June 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 389–390.
14. Urban P., Lukas E.: Occupational diseases due to hand-arm vibration in the Czech Republic in the year 1997. *Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration*, 9–12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 485–487.
15. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 stycznia 2001 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU. nr 4, poz. 36, 2001*

16. Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 17 czerwca 1998 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU, nr 79, poz. 513, 1998.
17. 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).
18. Koton J., Kowalski P., Szopa J.: Hand-arm vibration protection - Testing and evaluating gloves offered as antivibration gloves on the Polish market. Proceedings of the Inter-Noise'96, 30 lipca - 2 sierpnia 1996, Liverpool, UK. F Alison Hill - Roy Lawrence, Book 1996, 4, 1685-1688.
19. Griffin M.J.: Evaluating the effectiveness of gloves in reducing the hazards of hand-transmitted vibration. Occup. Environ. Med. 1998, 55, 5, 340-348.
20. Voss P.: Protection from hand-arm vibration by the use of gloves: possibility or fraud. Proceedings of the Inter-Noise'96, 30 lipca - 2 sierpnia 1996, Liverpool, UK. F Alison Hill - Roy Lawrence, Book 1996, 4, 1665-1669.
21. Griffin M.J.: Standards for the evaluation of hand-transmitted vibration and the prevention of adverse effects. Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration, 9-12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 243-259.
22. 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. Sprawozdania z realizacji zadania badawczego nr 03.8.7. Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 1998 (etap 1), 1999 (etap 2), 2000 (etap 3).
23. Koton J., Kowalski P., Szopa J., Tadzik P.: Dobór środków ochrony indywidualnej w profilaktyce zespołu wibracyjnego - przewodnik. Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 2001.
24. PN-N- 18002:2000: Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.
25. Koton J., Szopa J.: Drgania mechaniczne. W: Zawieska W.M. [red.]. Ocena ryzyka zawodowego - podstawy metodyczne. Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 2001.
26. Koton J.: Drgania mechaniczne. W: Augustyńska D., Pośniak M. [red.]. Czynniki szkodliwe w środowisku pracy - wartości dopuszczalne. Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 2001.
27. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa. DzU. nr 129, poz. 844, 1997.
28. Voss P.: Measurement of vibration isolation of gloves and resilient materials. Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration, 9-12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 351-352.
29. Brereton P.: Progress in persuading British industry that effective management of exposure to hand-arm vibration results in good health and good business. Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration, 9-12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 273-279.
30. Reynolds D. D., Stein J.K.: Evaluation of the test procedures for the testing of antivibration gloves per ISO Standard 10819. Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration, 9-12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 309-322.
31. Xiao J., Zheng F.: Measurement and evaluation of attenuation effectiveness of antivibration gloves. Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration, 9-12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 323-327.
32. Hewitt S.M.: Development of a test facility for anti-vibration gloves. HSL Final Report No. NV/96/17, Buxton, UK 1997.
33. Koton J., Kowalski P., Szopa J.: Rękawice antywibracyjne - metoda badań i kryteria oceny. Bezp. Pr. 1997, 3, 20-22.
34. Reynolds D.D., Jetzer T.: Use of air bladder technology to solve hand tool vibration problems. Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration, 9-12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 359-366.
35. Ledesma J., Caceres-Armendariz P., Perez-Solano M.J., Dominguez F., Ruiz-Figueroa J.: Hand-arm vibration: Technical and medical prevention. Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration, 9-12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 431-436.
36. Gerhardsson L., Balogh I., Lambert P.A., Hjortsberg U., Karlsson J.E., Lundborg G.: Vascular and nerve damages at exposure to vibrating tools related to the norm 5349, appendix A. Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration, 9-12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 391-397.
37. Stevenson A., Corbishley P., Ward T.: The use of temporary threshold shifts in vibration perception as a model to assess the effectiveness of anti-vibration gloves. Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration, 9-12 czerwca 1998, Umea, Sweden. National Institute for Working Life, Solna 1998, ss. 471-472.
38. Marszałek A., Kowalski P.: Zastosowanie pomiaru skórno-przepływu krwi rąk do oceny skuteczności ochronnej rękawic antywibracyjnych. Med. Pr. 2002, 3, 239-243.

Adres autorki: Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa, e-mail: jokot@ciop.pl
Nadesłano: 10.06.2002
Zatwierdzono: 2.09.2002