

mgr inż. EMIL KOZŁOWSKI
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

W artykule przedstawiono założenia metody badań narażenia na hałas osób stosujących nauszники przeciwhałasowe. Opisano nowy przyrząd pomiarowy zastosowany w badaniach. Pomiary wykonano na czterech hałaśliwych stanowiskach pracy. Badania wykazały duży wpływ kształtu głowy słuchacza, sposobu zakładania nauszника oraz kierunkowości pola na hałas docierający pod czaszę nauszника.

Dosimetric method for noise exposition testing of people in ear-muffs

The article presents the principles of a method for noise exposition testing of people in earmuffs. The new measurement device is described. Measurements were carried out at four noisy work-stands. The investigation showed that the shape of the head, the way ear-muffs are put on and the directivity of the acoustic field have a significant influence on the noise inside the cups of ear-muffs.

Wprowadzenie

Hałas jest jednym z najczęściej spotykanych szkodliwych czynników występujących w środowisku pracy. W 2004 roku stwierdzono 506 nowych przypadków obustronnego trwałego ubytku słuchu typu ślimakowego, co stanowi 13,4% wszystkich stwierdzonych przypadków chorób zawodowych [1]. Jednym ze sposobów ograniczania hałasu docierającego do narządu słuchu człowieka jest stosowanie środków ochrony indywidualnej słuchu. Zgodnie z rozporządzeniem ministra gospodarki i pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne [2], pracodawca powinien określić narażenie indywidualne pracownika, czyli rzeczywisty poziom narażenia pracownika na hałas, po uwzględnieniu tłumienia uzyskanego w wyniku stosowania środków ochrony indywidualnej słuchu (zwanych ochronnikami słuchu).

Obecnie, jedyną powszechnie stosowaną metodą określania poziomu hałasu pod ochronnikami słuchu, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 458 [3], jest szacowanie poziomu dźwięku A pod ochronnikami słuchu, na podstawie pomiaru wartości tłumienia dźwięku ochronników słuchu. Wartości tłumienia dźwięku ochronników słuchu są mierzone w warunkach laboratoryjnych, zgodnie z PN EN 24869-1 [4], w procesie certyfikacji. Pomiary wykonywane są na nowych próbkach ochronników słuchu (dostarczonych przez producenta), w ściśle zdefiniowanych warunkach akustycznych, tj. pole akustyczne jest dyfuzyjne, a sygnałem testowym jest szum

Metoda badania

o niskich poziomach ciśnienia akustycznego, zbliżonych do progu słyszenia. Warunki te znacznie różnią się od warunków akustycznych panujących na rzeczywistych hałaśliwych stanowiskach pracy. Jest to jeden z powodów, dlaczego w warunkach rzeczywistych poziom dźwięku pod ochronnikiem może się różnić od poziomu obliczonego zgodnie z metodami opisanymi w PN-EN 458. Innym powodem wspomnianych różnic jest fakt, że ze względu na brak podstaw prawnych wymagania od producentów ochronników słuchu, aby podawali czas trwałości cech ochronnych ochronników słuchu, pracownicy użytkują je tak długo, jak długo nie ma widocznych uszkodzeń mechanicznych. Badania prowadzone w CIOP-PIB wykazały, że wpływ czasu użytkowania i magazynowania oraz warunków atmosferycznych na trwałość właściwości ochronnych nauszników przeciwhałasowych, co jednocześnie implikuje pogorszenie parametrów tłumiących nauszników, jest istotny i różny dla różnych wzorów [5].

Jednakże, największym problemem jest nieprawidłowe noszenie ochronników (niestaranne ich nakładanie) [6] oraz nie stosowanie ich przez cały czas narażenia na hałas. Nieprawidłowe noszenie ochronników słuchu w znacznym stopniu pogarsza ich właściwości tłumiące, co powoduje, że rzeczywista ekspozycja na hałas jest znacznie większa niż w przypadku wartości szacowanych na podstawie wartości tłumienia dźwięku, zmierzone w procesie certyfikacji.

W CIOP-PIB opracowano metodę badania narażenia na hałas osób stosujących nauszники przeciwhałasowe [7].

Metoda badań – założenia

Metoda badań narażenia na hałas osób stosujących nauszники przeciwhałasowe ma spełniać następujące założenia:

- badania będą wykonywane w warunkach rzeczywistych, na hałaśliwych stanowiskach pracy
- wielkości oceny narażenia na hałas to:
 - poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnej dobowego lub przeciętnego tygodniowego, określonego w Kodeksie pracy, wymiaru czasu pracy
 - maksymalny poziom dźwięku A
 - szczytowy poziom dźwięku C
- wielkości oceny narażenia na hałas powinny być mierzone przez cały czas pracy (noszenia nauszników przeciwhałasowych)
- pomiary hałasu będą wykonywane w czterech punktach jednocześnie – pod obiema czaszami używanych nauszników (w małżowinie usznej pracownika) oraz na zewnątrz czasz tłumiących

- ocena narażenia na hałas osób stosujących nauszники powinna być dokonywana na podstawie porównania zmierzonych wartości pod czaszami nauszników z wartościami dopuszczalnymi hałasu ze względu na ochronę narządu słuchu.

Przyrząd do pomiarów wielkości charakteryzujących hałas

Opracowano i wykonano specjalny przyrząd do pomiarów wielkości charakteryzujących hałas, na który narażeni są pracownicy stosujący nauszники przeciwhałasowe na hałaśliwych stanowiskach pracy. Przyrząd ten opracowano na bazie dostępnego na rynku czterokanałowego miernika poziomu dźwięku*.

Opracowany miernik został wyposażony w 4 miniaturowe piezo-ceramiczne mikrofony. W celu zaadaptowania mikrofonów do miernika zaprojektowano i wykonano przedwzmacniacz, który ma za zadanie zasilanie mikrofonu. Mikrofony przeznaczone do umieszczania pod czaszami nauszników przeciwhałasowych otoczono tworzywem gumopodobnym, co umożliwiło umieszczenie ich na stelażach zakładanych na małżowiny uszne osoby biorącej udział w badaniach. Przedwzmacniacze mikrofonowe umieszczono w oddzielnej, oddalonej od mikrofonów, obudowie. Sposób umieszczenia mikrofonu w małżowinie usznej przedstawiono na fot. 1.



Fot. 1. Sposób umocowania mikrofonu w małżowinie usznej

Photo 1. The way the microphone is mounted in the auricle

Mikrofony służące do pomiaru hałasu na zewnętrznych nauszników przeciwhałasowych zostały zintegrowane z przedwzmacniaczem. Są one umieszczane na czaszach nauszników przeciwhałasowych. Mocowanie do czaszy zrealizowano przez magnes umieszczony na przedwzmacniaczu

* Przyrząd wykonała firma SVANTEK.

narażenia na hałas

osób stosujących
nauszniki przeciwhałasowe



i metalowy krążek przyklejony do czaszy nausznika. Na fot. 2. przedstawiono przykładowy sposób mocowania mikrofonu do czaszy nauszników.

Konstrukcja przyrządu pomiarowego umożliwia kalibrację wszystkich czterech torów pomiarowych.



Fot. 2. Przykład mocowania mikrofonu do czaszy nauszników przeciwhałasowych

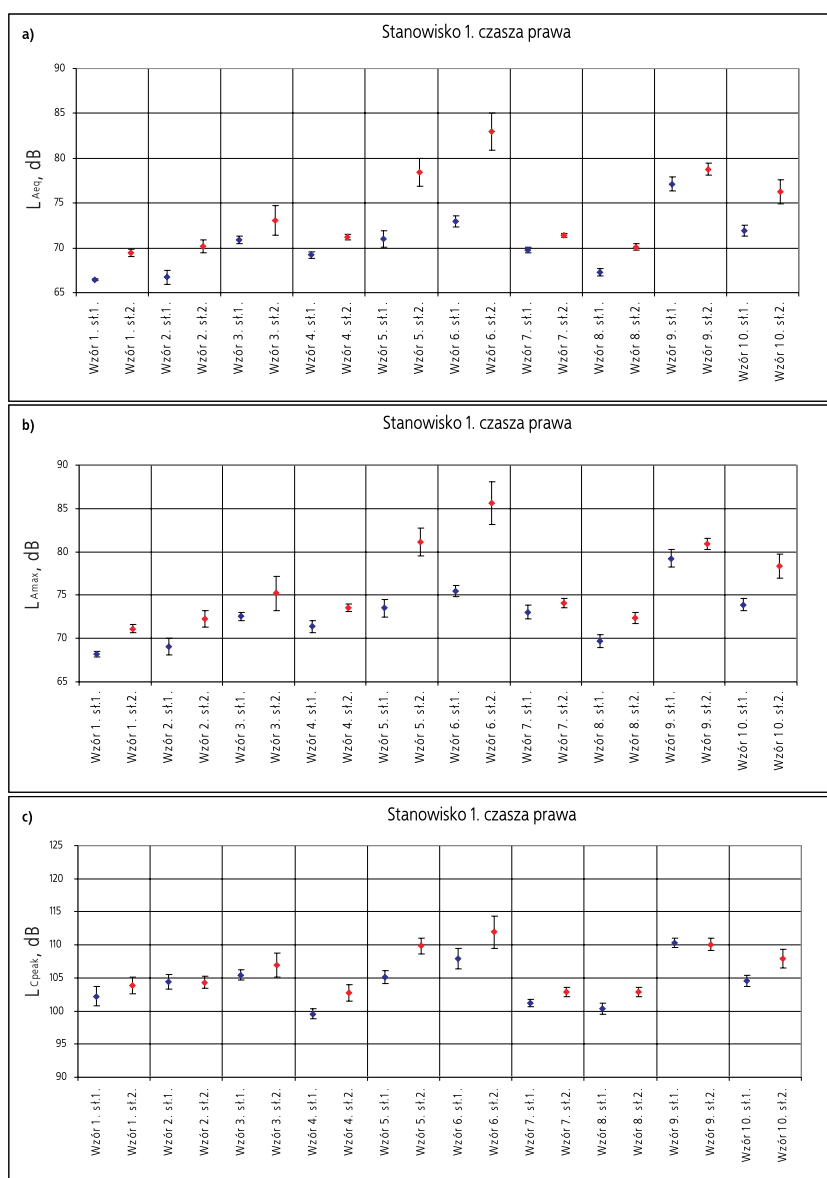
Photo 2. An example of how a microphone can be mounted on the cup of ear-muffs

Pomiary weryfikujące metodę badań

Pomiary weryfikujące opracowaną metodę pomiaru hałasu pod nausznikami przeciwhałasowymi, wykonano na następujących czterech hałaśliwych stanowiskach pracy w Elektrociepłowni Siekierki w Warszawie:

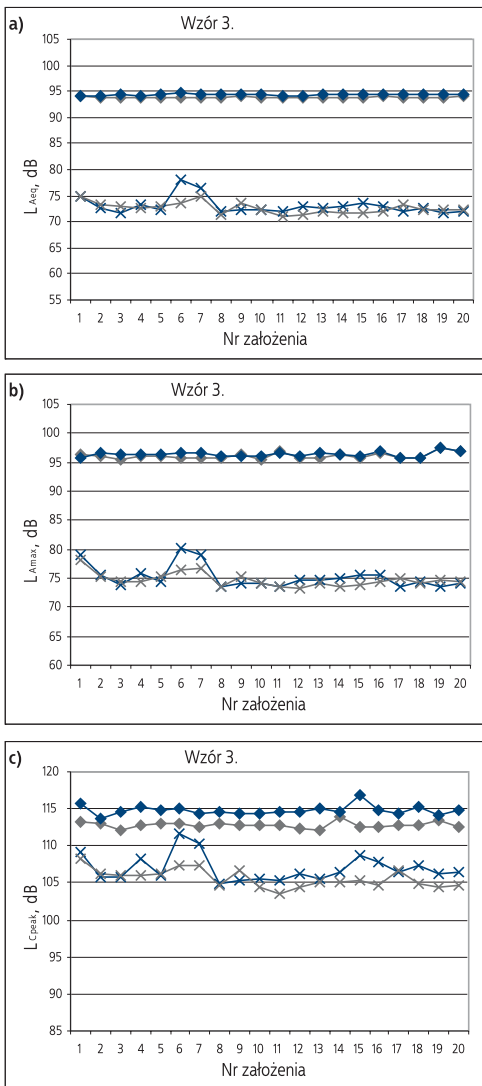
- stanowisko maszynisty urządzeń pomocniczych, wydział wytwarzania, część kotłowa (blokowa)
- stanowisko maszynisty urządzeń pomocniczych, wydział wytwarzania, część maszynowa (blokowa), na wysokości 10 m
- stanowisko maszynisty urządzeń pomocniczych, wydział wytwarzania, część maszynowa (blokowa), na wysokości 0 m
- stanowisko maszynisty urządzeń pomocniczych, obszar odpopielania.

Pomiary wykonano z udziałem dwóch osób – słuchaczy. Nauszniki nakładano w taki sposób, aby uzyskać maksymalne tłumienie dźwięku. Mierzono równoważny poziom dźwięku A (czas



Rys. 1. a) – średni równoważny poziom dźwięku A; b) – maksymalny poziom dźwięku A; c) – szczytowy poziom dźwięku C wraz z odchyleniami standardowymi, zmierzony pod czaszą prawą 10 wzorów nauszników nakładanych przez dwóch słuchaczy

Fig. 1. a) – A-weighted Mean Equivalent Continuous Sound Level; b) – A-weighted Maximum Sound Level; c) – C-weighted Peak Sound Level with standard deviation measured inside the right cup of 10 models of ear-muffs for two subjects



Rys. 2. a) – wartości równoważnego poziomu dźwięku A; b) – maksymalnego poziomu dźwięku A; c) – szczytowego poziomu dźwięku C, zmierzone mikrofonami na zewnątrz czasz i pod czaszami czterech próbek nauszników wzoru 3, przy kolejnych pięciu ich nałożeniach przez słuchacza nr 2, na stanowisku pracy nr 1

Fig. 2. a) – Value of A-weighted Mean Equivalent Continuous Sound Level; b) – A-weighted Maximum Sound Level; c) – C-weighted Peak Sound Level measured by microphones outside and inside the cups of four samples of model 3 ear-muffs. The ear-muffs were put on five times by subject No. 2 on work-stand No. 1

pomiary 30 sekund)**, maksymalny poziom dźwięku A, szczytowy poziom dźwięku C w obu małżowinach usnych słuchacza – pod czaszami nauszników oraz na zewnątrz czasz tłumiących. Pomiary przeprowadzono w odniesieniu do czterech próbek 10 wzorów nauszników przeciwhałasowych.

W celu oceny sposobu nakładania przez słuchacza nauszników oraz ewentualnego wpływu dopasowania konstrukcji nauszników do kształtu głowy, porównano średnie wartości zmierzone

** W praktyce określany będzie poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8 godzin.

w tych samych warunkach pod czaszami tych samych nauszników stosowanych przez dwóch słuchaczy. Wartość średnią obliczano z 20 wartości zmierzonych pod czaszami czterech próbek tego samego wzoru nauszników, nakładanych przez słuchacza pięciokrotnie. Przykładowe rezultaty pomiarów przedstawiono na rys. 1. (str. 23.). Rysunek ten przedstawia średnie wartości równoważnego poziomu dźwięku A, maksymalnego poziomu dźwięku A i szczytowego poziomu dźwięku C pod prawą czaszą nauszników przeciwhałasowych podczas pomiarów na pierwszym stanowisku pracy.

Wykonane badania wykazały, że w przypadku wszystkich 10 wzorów nauszników stosowanych na czterech stanowiskach pracy, mierzone średnie wartości hałasu pod czaszami nauszników nałożonych przez drugiego słuchacza były wyższe od średnich wartości zmierzonych w tych samych warunkach pod czaszami tych samych nauszników nałożonych przez słuchacza pierwszego. Największe różnice obserwowano w odniesieniu do wzoru 6 – do 10,0 dB dla równoważnego poziomu dźwięku A, do 10,1 dB dla maksymalnego poziomu dźwięku A, do 5,8 dB dla szczytowego poziomu dźwięku A. Najmniejsze różnice obserwowano w odniesieniu do wzoru 9 – do 2,0 dB dla równoważnego poziomu dźwięku A, do 1,9 dB dla maksymalnego poziomu dźwięku A, do 1,7 dB dla szczytowego poziomu dźwięku C.

Poza różnicami w poziomie hałasu pod nausznikami przeciwhałasowymi, wynikającymi z różnych kształtów głów słuchaczy, zaobserwowano również przypadki niepoprawnego zakładania nauszników.

Na rysunku 2. przedstawiono zmierzone wartości równoważnego poziomu dźwięku A, maksymalnego poziomu dźwięku A i szczytowego poziomu dźwięku C, mikrofonami przycelowanymi do zewnętrznych powierzchni czasz oraz umieszczonymi pod czaszami, w funkcji numeru kolejnego nałożenia czterech próbek nauszników. Numery 1 – 5 odnoszą się do próbki pierwszej, numery 6 – 10 do próbki drugiej, numery 11 – 15 do próbki trzeciej, numery 16 – 20 do próbki czwartej wzoru nausznika przeciwhałasowego. Wartości zmierzone mikrofonami umieszczonymi na zewnątrz czasz przedstawiono za pomocą rombów, wartości zmierzone mikrofonami wewnątrz czasz za pomocą krzyżyków. Kolorem szarym zaznaczono wyniki zmierzone mikrofonami z prawej strony głowy słuchacza, kolorem niebieskim z lewej strony słuchacza. Na tym przypadku można zauważyć, że pomimo stałego poziomu hałasu za zewnątrz nauszników, poziom hałasu pod nausznikami zmienia się nawet do ok. 7 dB. Ostatnim z zaobserwowanych zjawisk, które wpływają na poziom hałasu pod czaszą nausznika jest kierunkowość pola akustycznego. Porównano średnie wartości równoważnego

poziomu dźwięku A, maksymalnego poziomu dźwięku A i szczytowego poziomu dźwięku C – oddzielnie pod obiema czaszami nauszników. Zaobserwowane różnice w przypadku stanowiska nr 3 dochodziły do 3,8 dB dla równoważnego poziomu dźwięku A, 4,3 dB dla maksymalnego poziomu dźwięku A oraz do 3,4 dB dla szczytowego poziomu dźwięku C.

Podsumowanie

Opracowano metodę badań narażenia na hałas osób stosujących nauszniki przeciwhałasowe na hałaśliwych stanowiskach pracy. Ocena narażenia na hałas będzie dokonywana na podstawie zmierzonych wartości wielkości charakteryzujących hałas w czterech punktach jednocześnie – pod obiema czaszami używanych nauszników (w małżowinie usznej pracownika) oraz na zewnątrz czasz tłumiących. Wielkościami mierzonymi będą: równoważny poziom dźwięku A, maksymalny poziom dźwięku A i szczytowy poziom dźwięku C. Pomiar będą wykonywane za pomocą przyrządu, opracowanego na bazie czterokanałowego miernika dźwięku.

Na podstawie wykonanych badań stwierdzono, że opracowana metoda jest przydatna do określania narażenia na hałas osób stosujących nauszniki przeciwhałasowe.

Podczas pomiarów weryfikujących metodę badań zaobserwowano znaczący wpływ kształtu głowy słuchacza, sposobu zakładania nausznika oraz kierunkowości pola na hałas docierający pod czaszą nausznika.

PIŚMIENNICTWO

- [1] *Choroby zawodowe w Polsce w 2004 r.* IMP, Łódź 2005
- [2] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne. DzU nr 157, poz. 1318
- [3] PN-EN 458:2005(U) *Ochronniki słuchu. Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej.* Dokument przewodni
- [4] PN-EN 24869-1:1999 *Akustyka. Ochronniki słuchu. Metoda subiektywna pomiaru tłumienia dźwięku*
- [5] Kotarbińska E. *The influence of aging on the noise attenuation of ear-muff.* „Noise and Health”, Volume 7, Number 26, Jan - Mar 2005, str. 39-45
- [6] Liedtke M. *Standardised testing of hearing protectors and their effectiveness in the conditions of use.* Materiały Międzynarodowej Konferencji pt. *Research and standardization in the field of development and use of personal protective equipment*, 12-14 września 2005, Kraków, str. 233-238
- [7] Kotarbińska E., Kozłowski E. *Program wieloletni (II etap) pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej, zadanie 05.8 pn. Badania i ocena dozymetryczna narażenia na hałas osób stosujących ochronniki słuchu.* Etap I pn. *Opracowanie metody badań dozymetrycznych narażenia na hałas osób stosujących nauszniki przeciwhałasowe*

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach II etapu programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej” dofinansowywanego w latach 2005-2007 w zakresie badań naukowych przez Ministerstwo Edukacji i Nauki, w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy