

Małgorzata Pawlaczyk-Luszczyńska<sup>1</sup>  
Jolanta Koton<sup>2</sup>  
Danuta Augustyńska<sup>2</sup>  
Mariola Śliwińska-Kowalska<sup>1</sup>  
Maria Kameduła<sup>1</sup>

## NOWELIZACJA WARTOŚCI NAJWYŻSZYCH DOPUSZCZALNYCH NATEŻEŃ (NDN) HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO W ŚRODOWISKU PRACY\*

VERIFIED MAXIMUM ADMISSIBLE INTENSITY (MAI) VALUES FOR ULTRASONIC NOISE IN WORK ENVIRONMENT

<sup>1</sup> Z Zakładu Zagrożeń Fizycznych

Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi

Kierownik Zakładu: prof. dr hab. med. M. Śliwińska-Kowalska

<sup>2</sup> Z Zakładu Zagrożeń Akustycznych i Elektromagnetycznych

Centralnego Instytutu Ochrony Pracy w Warszawie

Kierownik Zakładu: doc. dr inż. D. Augustyńska

**STRESZCZENIE** Dokonano przeglądu metod pomiaru i kryteriów oceny ekspozycji zawodowej na hałas ultradźwiękowy (ultradźwięki powietrzne). Omówiono typowe źródła hałasu ultradźwiękowego i mierzone na stanowiskach pracy poziomy ciśnienie akustycznych. Przedstawiono znowelizowane wartości najwyższych dopuszczalnych nateżeń (NDN) hałasu ultradźwiękowego w środowisku pracy i propozycje wartości dopuszczalnych w odniesieniu do stanowisk pracy dla grup o szczególnej wrażliwości (kobiety ciężarne, osoby młodociane). Med. Pr. 2001; 52; 3; 221–226

**SŁOWA KLUCZOWE:** ultradźwięki powietrzne, hałas ultradźwiękowy, źródła ekspozycji zawodowej, metody pomiaru, normatywy higieniczne

**ABSTRACT** The measurement methods and occupational exposure limits for ultrasonic noise (airborne ultrasound) are described. Typical sources of ultrasonic noise and sound pressure levels measured at workplaces are discussed. The verified Polish regulations on maximum admissible intensity (MAI) values for ultrasonic noise in the work environment and proposals of exposure limits for workers at particular risk (i.e. pregnant women and juveniles) are presented. Med Pr 2001; 52; 3; 221–226

**KEY WORDS:** airborne ultrasound, ultrasonic noise, source of occupational exposure, measurement method, exposure limits

### WPROWADZENIE

Hałas ultradźwiękowy to hałas, w którego widmie występują składowe o wysokich częstotliwościach słyszalnych i niskich ultradźwiękowych. Głównymi źródłami hałasu ultradźwiękowego w środowisku pracy są tzw. technologiczne urządzenia ultradźwiękowe niskich częstotliwości, takie jak: myjki, zgrzewarki, ultradrażarki, lutownice ręczne i wanny do cynowania detali. Hałas ultradźwiękowy jest również emitowany przez sprężarki, palniki, zawory, narzędzia pneumatyczne oraz maszyny wysokoobrotowe, w tym strugarki, frezarki, szlifierki, piły tarczowe i niektóre maszyny włókiennicze (1,2,3,4,5).

W latach 50. rozpoczęto systematyczne badania nad wpływem ultradźwięków powietrznych niskich częstotliwości na organizm człowieka. Zainteresowanie to trwało praktycznie do połowy lat 80. (6). W późniejszym okresie zagadnienie to było sporadycznie poruszane (7).

Dostępne dane literaturowe wskazują na to, że hałas ultradźwiękowy działa szkodliwie na narząd słuchu (powoduje ubytki słuchu), a także wpływa ujemnie na układ przedślonkowy, co objawia się bólami i zawrotami głowy, zaburze-

niami równowagi i nudnościami. Co więcej, badania oddziaływań pozasłuchowych wykazały, że ekspozycja zawodowa na hałas ultradźwiękowy o poziomach powyżej 80 dB w zakresie częstotliwości słyszalnych i ponad 100 dB w zakresie niskich częstotliwości ultradźwiękowych wywołuje zmiany o charakterze wegetatywnym (6,8,9,10,11,12).

Dotychczasowe wartości najwyższych dopuszczalnych nateżeń (NDN) hałasu ultradźwiękowego w środowisku pracy i zawarta w PN-N-01321:1986 metodyka pomiarów zostały opracowane w latach 80. (13,14,15). W związku z ciągłym postępem wiedzy w tej dziedzinie i rozwojem techniki, w tym technik pomiarowych, zaistniała potrzeba nowelizacji wartości NDN oraz metod pomiaru i oceny hałasu ultradźwiękowego.

### PRZEGLĄD ISTNIEJĄCYCH METOD I KRYTERIÓW OCENY NARAŻENIA NA HAŁAS ULTRADŹWIĘKOWY

Wytyczne dotyczące metod pomiaru hałasu ultradźwiękowego (ultradźwięków powietrznych niskich częstotliwości) zawiera norma międzynarodowa ISO 9612:1997. Zaleca ona przeprowadzanie analizy widmowej w pasmach tercjowych lub węższych o częstotliwościach środkowych, obejmujących co najmniej przedział 16–40 kHz (16).

\*Praca wykonana w ramach programu wieloletniego „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 1998–2001. Zadanie nr SPR 02.5.5 pt.: „Opracowanie dokumentacji najwyższych dopuszczalnych nateżeń (NDN) hałasu infradźwiękowego i hałasu ultradźwiękowego w aspekcie wymagań międzynarodowych i europejskich”. Kierownik zadania: dr inż. M. Pawlaczyk-Luszczyńska.

Tabela I. Kryteria oceny ekspozycji zawodowej na ultradźwięki powietrzne (13,17,19,20,21,24)

Pasma tercjowe, kHz	Dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego, dB													
	ZSRR (1964)	Japonia (1971)	ZSRR (1975)	Acton (1975)	USA Siły Powietrzne (1977)	Szwecja (1978)	Norwegia (1978)	Bułgaria (1979)	Kanada (1980)	Australia (1981)	IRPA (1981)	RWPG (1983)	IRPA (1984)	Szwecja (1992)
6,3									80					
8		90		75					80		80			
10	75	90		75					80	75	80			
12,5	77	90	75	75	85		75	80	75	80				
16	84	90	85	75	85		85	80	75	80				
20	110	110	110	75	85	105	110	80	75	80	100	75	105	
25		110	110	110	85	110	110	110	110	110	110	105	110	115
31,5		110	110	110	85	115	120*	110	110	110	110	110	110	115
40		110	110	110	85	115		110	110	110	110	110	110	115
50	110	110	110			115		110	110	110	110	110	110	115
63			110			115	120	110				110	110	115
80			110			115		110				110	110	115
100			110			115		110				110	110	115
125							120							115
160														115
200														115

\* Wartości dopuszczalne w pasmach oktaowych.

Pierwsze propozycje normatywów higienicznych w odniesieniu do hałasu ultradźwiękowego zostały opracowane w latach 60., m. in. przez Actona i Parracka (17). Przykładowo Acton zaproponował wartości graniczne poziomu ciśnienia akustycznego dla hałasu emitowanego przez urządzenia ultradźwiękowe, poniżej których w przypadku 8-godzinnej dziennej ekspozycji zawodowej nie jest prawdopodobne wystąpienie uszkodzenia słuchu lub/i objawów subiektywnych, w postaci np. zmęczenia, bólu głowy, nudności, dzwonienia w uszach, wymiotów. Opracowując swe propozycje wyszedł on z założenia, że ww. skutki subiektywne nie wywołują częstotliwości ultradźwiękowe, lecz obecne również w widmie hałasu wysokie częstotliwości słyszalne. Stąd zaproponowane wówczas wartości dopuszczalne poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych 8–16 kHz i 20–31,5 kHz były odpowiednio równe 75 dB i 110 dB (18).

W 1975 r. Acton zweryfikował swoje wstępne kryterium oceny hałasu ultradźwiękowego i przyjął:

- 75 dB jako poziom dopuszczalny w paśmie oktawowym 16 kHz lub w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych mniejszych lub równych 20 kHz, lub w węższych pasmach o częstotliwościach środkowych do 22,5 kHz;

- 110 dB jako poziom dopuszczalny w paśmie oktawowym 32 kHz lub w pasmach tercjowych o częstotliwościach

środkowych większych lub równych 25 kHz, lub w węższych pasmach w zakresie częstotliwości powyżej 22,5 kHz (19).

Propozycje wartości dopuszczalnych Parracka również zapewniały ochronę przed subiektywnymi skutkami i uszkodzeniem słuchu. Podstawą ich były wyniki badań doświadczalnych dotyczące czasowego przesunięcia progu słuchu (z ang. temporary threshold shift - TTS) w zakresie częstotliwości subharmonicznych u kilkunastu osób narażonych na dźwięki wysokiej częstotliwości (17).

Normatywy higieniczne w odniesieniu do ekspozycji zawodowej na hałas ultradźwiękowy (ultradźwięki powietrzne) zostały ustalone lub zaproponowane w wielu krajach (tab. I i II), w niektórych (np. w Rosji (ZSRR), Szwecji i USA) doczekały się nawet weryfikacji (13,17,20,21).

Przykładowo wytyczne American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) w latach 1981–1997 opierały się na ustaleniach Parracka. Dopuszczalne wartości poziomów ciśnień akustycznych w pasmach tercjowych 10–20 kHz były przyjęte na takim poziomie, aby było możliwe zabezpieczenie przed wywołaniem subiektywnych skutków. Z kolei wartości dopuszczalne w przedziale 25–50 kHz ustalono tak, aby uniknąć możliwości wystąpienia ubytków słuchu z powodu subharmonicznych dla tego zakresu częstotliwości (17,22).

W 1998 r. wprowadzono do ww. wytycznych zmiany. Podano wartości dopuszczalne w odniesieniu do ult-

**Tabela II.** Kryteria oceny ekspozycji zawodowej na ultradźwięki wg wytycznych ACGIH (22,23)

Pasma tercjowe kHz	ACGIH 1981-1997		ACGIH 1998/2000	
	dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego dB			
	TWA(8h)	mierzony w powietrzu (głowa w powietrzu)		mierzony w wodzie (głowa w wodzie)
		TWA(8h)	CV	CV
10	80	88*	105*	167
12,5	80	89*	105*	167
16	80	92*	105*	167
20	80	94*	105*	167
25	105	110**	140***	172
31,5	110	115**	145***	177
40	115	115**	145***	177
50	115	115**	145***	177
63		115**	145***	177
80		115**	145***	177
100		115**	145***	177

\* Ponieważ subiektywna dokuczliwość w przypadku wrażliwych osób może wystąpić przy poziomach rzędu 75–105 dB w pasmach tercjowych 10–20 kHz, dlatego ochronniki słuchu lub metody techniczne ograniczenia ekspozycji są niezbędne dla uniknięcia tego typu dokuczliwości.

\*\* Dotyczy sytuacji, gdy istnieje możliwość sprzężenia bezpośredniego poprzez wodę lub inny ośrodek. Jeśli istnieje bezpośredni kontakt ciała ze źródłem ultradźwięków, to ww. wartości nie mają zastosowania. Należy wtedy mierzyć przyspieszenie drgań przy użyciu sztucznego mastoida, a w przypadku przekroczenia wartości 55,15 m/s<sup>2</sup> (15 dB względem 1 g (9,81 m/s<sup>2</sup>)) należy ograniczyć ekspozycję.

\*\*\* Dotyczy sytuacji, gdy nie ma możliwości sprzężenia bezpośredniego poprzez wodę lub inny ośrodek.

radźwięków mierzonych w powietrzu i w wodzie. W przypadku ultradźwięków powietrznych określono:

- wartości dopuszczalne w odniesieniu do uśrednionej w czasie ekspozycji 8-godzinnej dziennej lub 40-godzinnej tygodniowej (ang. time weighted average - TWA),

- wartości pułapowe (ang. ceiling values), które nie mogą być przekroczone nawet w przypadku krótkotrwałego narażenia (23).

Uśrednione wartości dopuszczalne w przedziale częstotliwości 10–20 kHz stanowią automatyczne rozszerzenie krzywej A85 odpowiadającej poziomowi dźwięku A równemu 85 dB, tj. są opisane wzorem [1]

$$TWA_{fi} = 85 - K_{A fi} \quad [1]$$

gdzie:

$TWA_{fi}$  – dopuszczalna wartość poziomu ciśnienia akustycznego w i-tym paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej f.

$K_{Afi}$  – tłumienie (współczynnik korekcyjny) charakterystyki częstotliwościowej A w i-tym paśmie tercjowym.

Pierwsze propozycje regulacji międzynarodowych w odniesieniu do ekspozycji zawodowej na hałas ultradźwiękowy były opracowane w 1981 r. przez International Radiation Protection Association (IRPA). Propozycje te zweryfikowano w 1983 r. (17,24).

Problem ekspozycji zawodowej na hałas ultradźwiękowy (ultradźwięki powietrzne niskich częstotliwości) nie znalazł dotychczas odzwierciedlenia w Dyrektywach Unii Europejskiej.

**Dotychczasowe przepisy krajowe**

Zgodnie z PN-N-01321:1986 higieniczna ocena narażenia na hałas ultradźwiękowy na stanowiskach pracy polega na pomiarze poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych 10–100 kHz, określeniu efektywnego czasu narażenia i porównaniu z wartościami dopuszczalnymi (14).

Norma ustanawia wartości dopuszczalne ze względu na ochronę zdrowia (tab. III). Rozporządzenie MPiPS z dnia 17 czerwca 1998 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy przyjmuje podane w PN-N-01323:1986 wartości dopuszczalne ze względu na ochronę zdrowia jako najwyższe dopuszczalne natężenia (NDN) hałasu ultradźwiękowego (tab. III) (15).

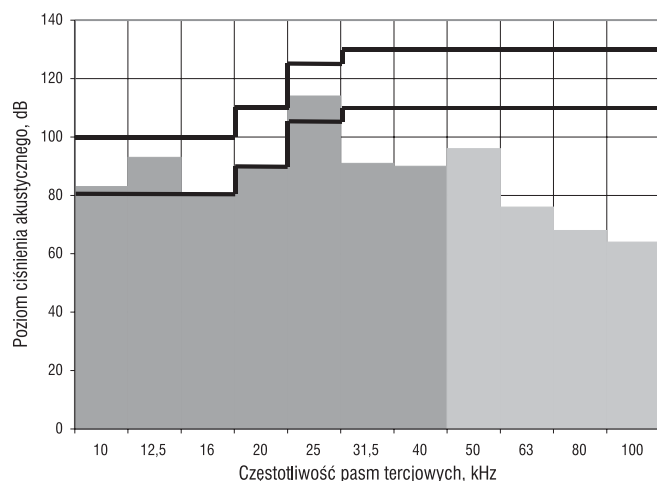
**Tabela III.** Dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego hałasu ultradźwiękowego dla 8-godzinnej ekspozycji wg PN-N-01323:1986 i rozporządzenia MPiPS z dnia 17 czerwca 1987 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (14,15)

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych, kHz	Dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego, dB
10; 12,5; 16	80/100*
20	90/110
25	105/125
31,5; 40; 50; 63; 80; 100	110/130

\* Pochyłe liczby – maksymalne wartości dopuszczalne poziomu ciśnienia akustycznego.

**Tabela IV.** Dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego hałasu ultradźwiękowego dla 8-godzinnej ekspozycji wg rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 1996 r. w sprawie wykazu prac uzbrojonych kobietom i rozporządzenia Rady Ministrów z 1 grudnia 1990 r. w sprawie wykazu prac uzbrojonych młodocianym z późniejszymi zmianami (25,26)

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych, kHz	Dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego, dB	
	Młodociani	Kobiety ciężarne
10; 12,5; 16	75	77
20	85	87
25	100	102
31,5; 40; 50; 63; 80; 100	105	107



Ryc. 1. Przykład widma hałasu ultradźwiękowego emitowanego przez myjkę ultradźwiękową. Liniami ciągłymi oznaczono aktualnie obowiązujące wartości NDN.

W odniesieniu do osób młodocianych i kobiet ciężarnych obowiązują inne szczegółowe przepisy (tab. IV) (25,26).

## ZAGROŻENIE HAŁASEM ULTRADŹWIĘKOWYM W ŚRODOWISKU PRACY

Od czasu ustanowienia normy PN-N-012321:1986 w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy w Warszawie, Instytucie Medycyny Pracy w Łodzi oraz innych ośrodkach, przeprowadzono wiele badań i ocen pola akustycznego w otoczeniu różnych źródeł przemysłowych w zakresie częstotliwości o-

bejmującym składowe ultradźwiękowe. Pomiary wykonywano nie tylko na stanowiskach pracy obsługi typowych źródeł hałasu ultradźwiękowego, jakimi są technologiczne urządzenia ultradźwiękowe niskich częstotliwości, ale też na innych stanowiskach pracy, gdzie przyczyną emisji hałasu ultradźwiękowego do środowiska jest przepływ lub wypływ sprężonych gazów lub też duże prędkości obrotowe elementów maszyn czy urządzeń.

Mierzone na stanowiskach pracy wartości poziomu ciśnienia akustycznego często przekraczały aktualne wartości NDN hałasu ultradźwiękowego. Przekroczenia wartości dopuszczalnych były rejestrowane jedynie w pasmach tercjowych 10–40 kHz (tab. V, ryc. 1–3) (6). Wskazuje to na celowość ograniczenia ocenianego zakresu częstotliwości, zwłaszcza że brak jest przenośnej aparatury pomiarowej, głównie filtrów tercjowych, umożliwiających analizę widmową w zakresie częstotliwości powyżej 40 kHz.

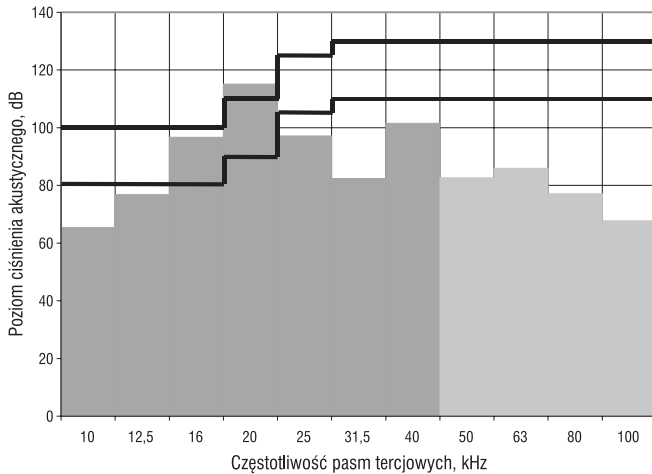
## NOWE WARTOŚCI DOPUSZCZALNE HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO

Mając na uwadze wyniki badań i analiz własnych, doniesienia literaturowe, zalecenia zawarte w normie ISO 9612:1997 i uwzględniając możliwości techniczne realizacji pomiarów zaproponowano:

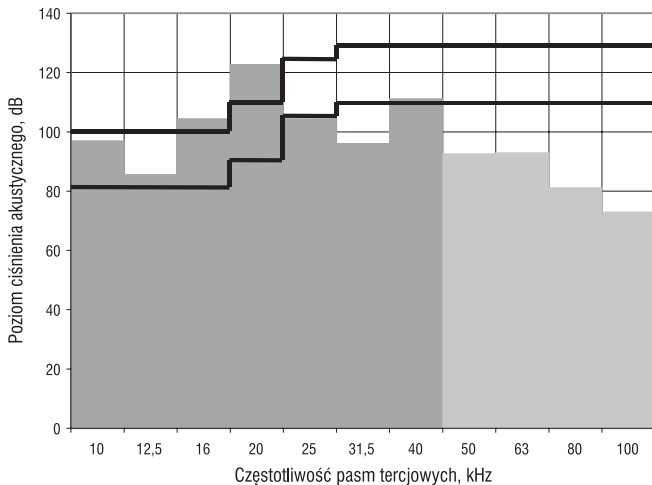
■ przyjęcie jako podstawy oceny narażenia na hałas ultradźwiękowy równoważnych poziomów ciśnienia akustycznego odniesionych do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy i maksymalnych poziomów ciśnienia akustycznego, określonych w pasmach tercjowych,

Tabela V. Źródła ekspozycji zawodowej na hałas ultradźwiękowy – zakresy mierzonych poziomów ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy (6)

Lp.	Źródło hałasu ultradźwiękowego	Poziom ciśnienia akustycznego dB										
		Częstotliwość środkowa pasm tercjowych kHz										
		10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
I	Myjki ultradźwiękowe	45–96	53–100	56–96	60–115	62–131	68–123	54–128	78–102	60–103	59–104	53–91
II	Zgrzewarki, drażarki i lutownice ultradźwiękowe	58–110	52–91	54–116	67–136	50–127	47–112	48–133	46–108	42–110	40–100	<40–97
III	Ultradźwiękowe urządzenia do wyplaszania gryzoni (ok. 1 m od źródła)	42–61	42–60	42–75	52–96	44–103	41–96	42–110	<40–97	<40–77	<40–64	<40–55
IV	Narzędzia pneumatyczne (młoty, szlifierki pneumatyczne, biaksy)	56–106	64–115	58–105	62–103	51–105	51–115	51–106	50–101	44–97	<40–97	<40–90
V	Piły (wahadłowe i tarczowe do drewna, taśmowe do metalu)	80–102	78–94	75–95	76–89	77–88	74–87	73–85	-	-	-	-
VI	Maszyny do obróbki mechanicznej (strugarki do drewna, frezarki, szlifierki elektryczne)	63–96	64–95	58–93	62–92	60–91	57–97	59–99	56–101	51–97	47–97	40–90
VII	Wysokoobrotowe maszyny włókiennicze	90–93	87–103	87–105	83–105	81–100	90–104	82–100	-	-	-	-



Ryc. 2. Przykład widma hałasu ultradźwiękowego emitowanego przez zgrzewarkę ultradźwiękową. Liniami ciągłymi oznaczono aktualnie obowiązujące wartości NDN.



Ryc. 3. Przykład widma hałasu ultradźwiękowego emitowanego przez koronarkę ultradźwiękową. Liniami ciągłymi oznaczono aktualnie obowiązujące wartości NDN.

■ ograniczenie zakresu oceny do pasm tercjowych o częstotliwościach środkowych z przedziału 10–40 kHz,

■ utrzymanie w ww. pasmach tercjowych dotychczasowych wartości dopuszczalnych ze względu na ochronę zdrowia (NDN) i w odniesieniu do stanowisk pracy dla grup o szczególnej wrażliwości (kobiety ciężarne, osoby młodociane) (15,25,26).

Równoważny poziom ciśnienia akustycznego w i-tym paśmie tercjowym z przedziału częstotliwości 10–40 kHz, odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy ( $L_{f_i eq, 8h}$  lub  $L_{f_i eq, w}$ ), jest opisany wzorami [2], [3], [4]:

$$L_{f_i eq, T_e} = 10 \log \left[ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left( \frac{p_{f_i}(t)}{p_o} \right)^2 dt \right] \quad [2]$$

$$L_{f_i eq, 8h} = L_{f_i eq, T_e} + 10 \log \frac{T_e}{T_o} \quad [3]$$

$$L_{f_i eq, w} = 10 \log \left[ \frac{1}{5} \sum_{k=1}^n 10^{0,1(L_{f_i eq, 8h})_k} \right] \quad [4]$$

gdzie:

$L_{f_i eq, T_e}$  - równoważny poziom ciśnienia akustycznego w i-tym paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej  $f_i$ , w dB,

$P_{f_i}(t)$  - wartość chwilowa ciśnienia akustycznego w i-tym paśmie tercjowym, w Pa,

$p_o$  - ciśnienie akustyczne odniesienia (= 20  $\mu$ Pa),

$T_e$  - czas ekspozycji w ciągu dnia pracy lub określonego dłuższego okresu, np. tygodnia pracy, w s,

$T_o$  - czas odniesienia = 8 h = 480 min = 28800 s,

$(L_{f_i eq, 8h})_k$  - równoważny poziom ciśnienia akustycznego w i-tym paśmie tercjowym, odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy dla k-tego dnia w rozważanym tygodniu, w dB,

$N$  - liczba dni roboczych w rozważanym tygodniu (może być różna od 5).

Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego w i-tym paśmie tercjowym,  $L_{f_i max}$ , to maksymalna wartość skuteczna poziomu ciśnienia akustycznego w i-tym paśmie tercjowym, występująca w czasie obserwacji.

Równoważne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych 10–40 kHz odniesione do tygodnia pracy,  $L_{f_i eq, w}$ , odnoszą się do oceny ekspozycji na hałas ultradźwiękowy, oddziałujący na organizm człowieka w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach w tygodniu.

Znowelizowane wartości dopuszczalne wartości hałasu ultradźwiękowego ze względu na ochronę zdrowia (NDN) są podane w tabeli VI, propozycje przygotowane w odniesieniu w odniesieniu do stanowisk pracy dla grup o szczególnej wrażliwości (kobiety ciężarne, osoby młodociane) zawarto w tabeli VII.

Tabela VI. Znowelizowane wartości dopuszczalne poziomu ciśnienia akustycznego hałasu ultradźwiękowego ze względu na ochronę zdrowia (NDN) (27)

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych kHz	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy, lub		Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego $L_{f_i max}$ dB
	$L_{f_i eq, 8h}$ dB	$L_{f_i eq, w}$ dB	
10; 12,5; 16	80		100
20	90		110
25	105		125
31,5; 40	110		130

**Tabela VII.** Propozycje dopuszczalnych wartości poziomu ciśnienia akustycznego hałasu ultradźwiękowego w odniesieniu do stanowisk pracy o szczególnej wrażliwości, tj. kobiet ciężarnych i osób młodocianych (6)

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych kHz	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8-godzinnej pracy, $L_{fi\ eq,8h}$ dB		Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego $L_{fi\ max}$ dB
	Kobiety ciężarne	Młodociani	
10; 12,5; 16	77	75	100
20	87	85	110
25	102	100	125
31,5; 40,	107	105	130

## PODSUMOWANIE

Propozycje nowych wartości NDN hałasu ultradźwiękowego zostały zatwierdzone w grudniu 1999 r. przez Międzyresortową Komisję ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynn timerów Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy, a w styczniu 2001 r. ogłoszone drukiem w Dzienniku Ustaw, w załączniku do znowelizowanego rozporządzenia MPiPS (27).

## PIŚMIENNICTWO

- Puzyna C., Pasterczuk E.: Kryteria oceny oraz metodyka pomiarów hałasu w zakresie częstotliwości ultradźwiękowych. *Prace CIOP* 1982, 112, 47–58.
- Koton J.: Przemysłowe źródła hałasu ultradźwiękowego. *Bezp. Pr.* 1988, 10, 11–15.
- Koton J.: An attempt to locate the main sources of noise in ultrasonic cleaners. *Proceedings Noise-Control'88*, Kraków 1988, 1, 201–204.
- Koton J.: Analiza warunków emisji hałasu ultradźwiękowego wybranych urządzeń przemysłowych [rozprawa doktorska]. Instytut Mechaniki i Wibroakustyki AGH, Warszawa-Kraków 1990.
- Tanttari J.: Low frequency ultrasound in the working environment. *Proceedings Inter-Noise'86*, 1986.
- Pawlaczyk-Łuszczynska M., Koton J., Śliwińska-Kowalska M., Augustyńska D., Kameduła M.: Hałas ultradźwiękowy – dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego. *Metody i Podstawy Oceny Środowiska Pracy. Międzyresortowa Komisja ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynn timerów Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy*, MPiPS, MZiOS, Warszawa 2001 [w druku].
- Holmberg K., Landstrom U., Nordstrom B.: Annoyance and discomfort during exposure to high-frequency noise from an ultrasonic washer. *Percept. Mot. Skills* 1995, 81, 3, 819–827.
- Acton W.I., Hill C.R.: Hazards of industrial ultrasound. *Protection* 1977, 14, 10, 12–17.
- Konarska M.: Biologiczne podstawy normowania ultradźwięków o małych częstotliwościach. *Materiały do Studiów i Badań CIOP*, Warszawa 1978, 43, 49–56.
- Markiewicz L.: Wyniki badań działania drgań ultradźwiękowych na organizm człowieka. *Materiały do Studiów i Badań CIOP*, Warszawa 1978, 43, 41–49.
- Grzesik J., Pluta E.: High-frequency hearing risk of operators of industrial ultrasonic devices. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 1983, 53, 77–88.
- Wiernicki C., Karoly W.J.: Ultrasound: biological effects and industrial hygiene concerns. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1985, 46, 9, 488–496.
- Biuletyn Międzyresortowej Komisji ds. Aktualizacji Wykazu NDS i NDN czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *MPPiSS*, Warszawa 1986, 2, 107–126.
- PN-N-01321:1986 Hałas ultradźwiękowy. Dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy i ogólne wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
- Rozporządzenie MPiPS 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.
- ISO 9612:1997 Acoustics – Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in the working environment.
- Ultrasound. *Environmental Health Criteria* No 22. WHO, Geneva 1982.
- Acton W.I.: A criterion for the prediction of auditory and subjective effects due to airborne noise from ultrasonic sources. *Ann. Occup. Hyg.* 1968, 11, 227–234.
- Acton W.I.: Exposure criteria for industrial ultrasound. *Ann. Occup. Hyg.* 1975, 18, 267–268.
- Bruel P.V.: Limits for infrasound and ultrasound in factories. *Proceedings Inter-Noise'79*, Warszawa 1979, 849–853.
- Statute Book of the Swedish National Board of Occupational Safety and Health. *Ordinance AFS 1992:10. Noise*, 1992.
- Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. *OH ACGIH*, Cincinnati 1981.
- Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. *Biological Exposure Indices. OH, ACGIH*, Cincinnati 1998.
- IRPA: Interim guidelines on limits of human exposure to airborne ultrasounds. *Health Physics*. 1984, 46, 4, 969–974.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 1 grudnia 1990 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym. *DzU* 1990, nr 85, poz. 500 z późniejszymi zmianami w *DzU* 1992, nr 1, poz. 1.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 1996 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom. *DzU* 1996, nr 114, poz. 545.
- Rozporządzenie MPiPS z dnia 2 stycznia 2001 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU* 2001, nr 4, poz. 36.

Adres I autorki: Św. Teresy 8, 90-950 Łódź

Nadesłano: 2.04.2001

Zatwierdzono: 15.05.2001