

Małgorzata Pawlaczuk-Luszczynska¹
 Danuta Augustyńska²
 Anna Kaczmarska-Kozłowska²
 Mariola Śliwińska-Kowalska
 Maria Kameduła¹

NOWELIZACJA WARTOŚCI NAJWYŻSZYCH DOPUSZCZALNYCH NATĘŻEŃ (NDN) HAŁASU INFRADŹWIĘKOWEGO W ŚRODOWISKU PRACY*

REVISED MAXIMUM ADMISSIBLE INTENSITY (MAI) VALUES FOR INFRASONIC NOISE IN WORK ENVIRONMENT

¹ Z Zakładu Zagrożeń Fizycznych
 Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi
 Kierownik Zakładu: prof. dr med. M. Śliwińska-Kowalska

² Z Zakładu Zagrożeń Akustycznych i Elektromagnetycznych
 Centralnego Instytutu Ochrony Pracy w Warszawie
 Kierownik Zakładu: doc. dr inż. D. Augustyńska

STRESZCZENIE Skrótowo omówiono źródła infradźwięków w środowisku pracy. Dokonano przeglądu metod pomiaru i kryteriów oceny ekspozycji zawodowej na hałas infradźwiękowy (infradźwięki). Przedstawiono znowelizowane wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) hałasu infradźwiękowego 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; 2; 119–123

SŁOWA KLUCZOWE: infradźwięki, hałas infradźwiękowy, źródła ekspozycji zawodowej, metody pomiaru, normatywy higieniczne

ABSTRACT A short review of infrasound sources is presented. The measuring methods and occupational exposure limits for infrasonic noise (infrasound) are described. The amended Polish regulations on maximum admissible intensity (MAI) values for infrasonic noise in work environment and proposals of exposure limits for workers at particular risk (i.e. pregnant women and juveniles) are discussed. Med Pr 2001; 52; 2; 119–123

KEY WORDS: infrasound, infrasonic noise, source of occupational exposure, measurement method, exposure limits

WPROWADZENIE

Hałas infradźwiękowy to hałas, w którego widmie występują składowe o częstotliwościach infradźwiękowych i niskich słyszalnych. Źródłem hałasu infradźwiękowego w środowisku pracy są środki transportu oraz niektóre maszyny i urządzenia przemysłowe, w tym sprężarki tłokowe, dmuchawy, pompy próżniowe, młoty pneumatyczne, silniki odrzutowe testowane w hamowniach, piece hutnicze, młoty kuźnicze, kraty wstrząsowe i formierki maszynowe, urządzenia energetyczne elektrowni ciepłych (młyny, kominy, kotły i wentylatory kotłowe), wentylatory przemysłowe, maszyny drogowe oraz urządzenia młynów zbożowych (przesiewacze zbożowe, mlewniki). Występujące zwykle na stanowiskach pracy związanych z ww. maszynami poziomy ciśnienia akustycznego (pasma oktawowe 4–31,5 Hz) wahają się w granicach od 80 do 120 dB (1,2,3,4).

Dominującym skutkiem ekspozycji zawodowej na infradźwięki jest ich działanie uciążliwe, występujące już przy niewielkich przekroczeniach progu słyszenia, przejawiające się subiektywnie odczuwanymi stanami nadmiernego zmęczenia, dyskomfortu, senności oraz zaburzeniami sprawności psychomotorycznej i funkcji fizjologicznych (2,5,6,7).

Dotychczasowe wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) hałasu infradźwiękowego w środowisku pracy i zawarta w PN-N-01338:1986 metodyka pomiaru zostały opracowane w latach 80. (8,9,10). W miarę postępu wiedzy, a co się z tym wiąże, zawansowania prac naukowo-badawczych i doświadczalnych opracowywane są kolejne kryteria oceny, ukierunkowane na coraz skuteczniejszą ochronę człowieka przed szkodliwością i uciążliwością hałasu infradźwiękowego. Zaistniała więc konieczność nowelizacji wartości NDN oraz metod pomiaru i oceny hałasu infradźwiękowego z uwzględnieniem zaleceń międzynarodowych, wymagań i kryteriów stosowanych w krajach Unii Europejskiej oraz najnowszych danych literaturowych, dotyczących postępu wiedzy w zakresie oddziaływania hałasu infradźwiękowego na organizm człowieka.

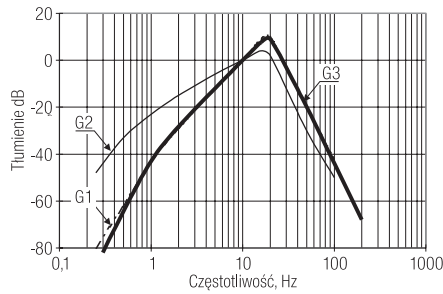
PRZEGLĄD ISTNIEJĄCYCH METOD I KRYTERIÓW OCENY NARAŻENIA NA INFRADŹWIĘKI

Metody pomiarowe

Zalecenia dotyczące metod pomiaru infradźwięków zawierają dwie normy międzynarodowe:

- ISO 7196:1995 Acoustics – Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements,
- ISO 9612:1997 Acoustics – Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in the working environment.

*Praca wykonana w ramach Strategicznego Programu Rządowego „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowywanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 1998–2001. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy. Zadanie nr SPR 02.3.5 pt.: „Opracowanie dokumentacji najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) hałasu infradźwiękowego i hałasu ultradźwiękowego w aspekcie wymagań międzynarodowych i europejskich”. Kierownik zadania: dr inż. M. Pawlaczuk-Luszczynska.



Ryc. 1. Charakterystyki częstotliwości G1, G2 i G (11,12)

Pierwsza z ww. norm koncentruje się tylko na pomiarach infradźwięków, a druga zawiera wytyczne dotyczące metod pomiaru dla celów oceny ekspozycji zawodowej różnych rodzajów hałasu, w tym hałasu obejmującego składowe infradźwiękowe.

Wstępne wersje projektu standardu międzynarodowego ISO 7196 (ISO/DP 7196:1980) zalecały do oceny hałasów, których widmo zawarte jest w części lub całkowicie w zakresie częstotliwości 2–20 Hz, stosowanie filtrów korekcyjnych typu G1 i G2. Kształt charakterystyki częstotliwościowej filtru G1 powiązany był z progami percepcji słuchowej infradźwięków, a jej szczyt wypadł w częstotliwości 20 Hz. Z kolei charakterystyka częstotliwościowa filtru G2 stanowiła kompromis pomiędzy krzywą G1 a linią prostą (11).

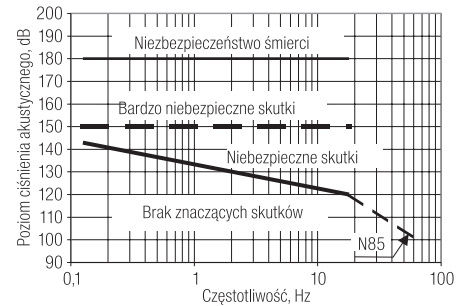
Nachylenie krzywej G1 w zakresie częstotliwości 1–20 Hz wynosiło 12 dB/oktawę, czyli było takie same jak nachylenie krzywych progu percepcji słuchowej i jednakowej dokuczliwości infradźwięków (12). Nic więc dziwnego, że badania doświadczalne wykazały, że poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G1 jest obiektywną miarą, która dobrze koreluje z subiektywną oceną dokuczliwości infradźwięków. W przypadku poziomów ciśnienia akustycznego skorygowanego charakterystyką częstotliwościową G2 uzyskano znacznie niższy współczynnik korelacji (12). Stąd w ostatecznej wersji standardu ISO 7196 zrezygnowano z charakterystyki częstotliwościowej G2, pozostawiono charakterystykę G1 i po drobnych korektach przemianowano ją na G (ryc. 1). W zakresie częstotliwości poniżej 1 Hz i powyżej 20 Hz – charakterystyka częstotliwościowa G ma nachylenie 24 dB/oktawę (13).

Standard ISO 9612:1997 zezwala zarówno na pomiary infradźwięków z zastosowaniem filtru korekcyjnego G, jak i na przeprowadzanie analizy widmowej w pasmach tercjowych w zakresie częstotliwości poniżej 20 Hz (14).

Kryteria oceny

Pierwsze próby określenia kryteriów oceny narażenia na infradźwięki zostały podjęte na początku lat 70. (ryc. 2) (15).

Nieco później w niektórych krajach ustalono normatywy higieniczne dotyczące ekspozycji zawodowej na infradźwięki. Miało to miejsce m. in. w Szwecji, gdzie w 1978 r. National Board of Occupational Safety and Health wydał instrukcję nr 110:1 1978. W instrukcji tej dla zakresu częstotliwości



Ryc. 2. Poziomy graniczne skutki działania infradźwięków zaproponowane przez M. Stana podczas Colloquium on Infrasound w Paryżu w 1973 r. (15)

2–20 Hz, w odniesieniu do czasu ekspozycji nie dłuższego niż 8 godzin na dobę, przyjęty był dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego równy 110 dB. Przy czasie narażenia nie przekraczającym 1 godziny wartość graniczna była podwyższona do 130 dB (tab. I) (16).

Później, w miarę zdobywania informacji na temat percepcji słuchowej i skutków oddziaływania infradźwięków, zalecenia te zaczęto modyfikować. Na przykład późniejsze wytyczne Swedish National Board of Occupational Safety and Health (Ordinancs AFS 1992:10) oparto na progach percepcji słuchowej infradźwięków (tab. II). Przyjęte w ten sposób wartości dopuszczalne poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych są średnio od 5 do 10 dB wyższe od wartości progu percepcji słuchowej (17).

Wytyczne American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) do 1997 r. nie zawierały żadnych kryteriów oceny ekspozycji zawodowej na infradźwięki. W 1998 r. wprowadzono dwa alternatywne kryteria oceny infradźwięków i dźwięków małej częstotliwości (1–80 Hz)

Tabela I. Pierwsze normatywy higieniczne ekspozycji zawodowej na infradźwięki przyjęte w krajach skandynawskich (16)

Kraj	Zakres częstotliwości	Poziom ciśnienia akustycznego, dB
Szwecja	2–20 Hz	110/130*
Norwegia	Pasma oktawaowe 4, 8, 16 i 31,5 Hz	120

* Wartość graniczna przy czasie ekspozycji nie przekraczającym 1 godziny.

Tabela II. Dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego infradźwięków wg Swedish National Board of Occupational Safety and Health (17)

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych, Hz	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20
Poziom ciśnienia akustycznego, dB	130	126	122	118	114	110	106	102	98	94	90

z wyłączeniem zdarzeń impulsowych o czasie trwania krótszym niż 2 s.

Pierwsze kryterium oceny zaleca, aby poziom ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych 1–80 Hz nie przekraczał w żadnym momencie wartości pułapowej (TLV-C*) wynoszącej 145 dB, a całkowity nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego – 150 dB. Nie ma ograniczeń czasowych dla tych ekspozycji, z wyjątkiem ustalonych w innych przepisach w związku z profilaktyką uszkodzeń słuchu, które w zakresie częstotliwości powyżej 16 Hz przewidują obniżenie dopuszczalnego poziomu ciśnienia akustycznego w funkcji czasu.

Alternatywne, ostrzejsze kryterium zakłada, że szczytowy poziom ciśnienia akustycznego, mierzony z zastosowaniem liniowej lub nieskorygowanej charakterystyki częstotliwościowej miernika poziomu dźwięku (przy dolnej granicy pasma przenoszenia mniejszej lub równej 2 Hz) nie powinien przekraczać 145 dB.

W wymienione wartości dopuszczalne mają na celu zabezpieczenie przed możliwością wystąpienia niekorzystnych, pozasłuchowych skutków oddziaływania infradźwięków u prawie wszystkich poddanych ekspozycji zawodowej pracowników (18).

W Rosji (byłym Związku Radzieckim) pierwsze kryteria higienicznej oceny ekspozycji zawodowej na infradźwięki zostały zawarte w rozporządzeniu Ministra Zdrowia nr 2274-80 z dnia 12 grudnia 1980 r. Zgodnie z nim poziom ciśnienia akustycznego infradźwięków nie powinien przekraczać wartości 105 dB w pasmach oktawowych 2, 4, 8 i 16 Hz oraz wartości 102 dB w paśmie oktawowym 31,5 Hz.

W 1996 r. w Instytucie Medycyny Pracy Rosyjskiej Akademii Nauk Medycznych w oparciu o dane literaturowe i wyniki własnych badań eksperymentalnych na ochotnikach i zwierzętach zaproponowano nowe normatywy higieniczne. Na podstawie analizy rezultatów kompleksowych badań (fizjologicznych, morfologicznych i biochemicznych) przyjęto, że konieczna jest korekcja częstotliwościowa wartości dopuszczalnych infradźwięków, tj. wprowadzenie zależności pomiędzy wzrostem wartości dopuszczalnych a spadkiem

Tabela III. Dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego infradźwięków wg rozporządzenia Ministra Zdrowia nr 2274-80 (ZSRR – 1980 r.) i projektu Rosyjskiej Akademii Nauk Medycznych (19)

Poziom ciśnienia akustycznego, dB	Częstotliwość środkowa pasm oktawowych lub rodzaj filtru					
	2 Hz	4 Hz	8 Hz	16 Hz	31,5 Hz	LIN
Rozporządzenia Ministra Zdrowia nr 2274-80 (ZSRR – 1980 r.)	105	105	105	105	102	110
Projekt (1996 r.)	100	95	90	85		

* Wartość pułapowa (z ang. Threshold Limit Value-Ceiling – TLV-C) – wartość graniczna, która może być przekroczona nawet w przypadku bardzo krótkotrwałej ekspozycji.

Tabela IV. Dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego hałasu infradźwiękowego dla 8-godzinnej ekspozycji wg PN-N-01338:1986 i rozporządzenia MPiPS z dnia 17 czerwca 1998 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (8,9)

Kryterium oceny lub lokalizacja stanowiska pracy	Poziom ciśnienia akustycznego, dB			
	Częstotliwość środkowa pasm oktawowych, Hz			
	4	8	16	31,5
Kryterium ochrony zdrowia (NDN)	110	110/137	110/137	105/132*
W kabinach dyspozytorskich, obserwacyjnych, zdalnego sterowania, w pomieszczeniach do wykonywania prac precyzyjnych itp.	90	90	90	85
W pomieszczeniach administracyjnych, biur projektowych, do opracowywania danych itp.	85	85	85	80

* Pochyłe liczby – maksymalne wartości dopuszczalne poziomu ciśnienia akustycznego.

częstotliwości – równej 5–6 dB/oktawę. To podejście różni się od przyjętego w standardzie ISO 7196:1995 nachylenia charakterystyki częstotliwościowej filtru korekcyjnego G równego 12 dB/oktawę, którego podstawę stanowią skutki słuchowe ekspozycji na infradźwięki i subiektywne odczucia dokuczliwości. Zdaniem uczonych rosyjskich ich propozycje wartości dopuszczalnych poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach oktawowych 2, 4, 8 i 16 Hz uwzględniają całe spektrum szkodliwych zmian w organizmie. Narażenie na infradźwięki o takich poziomach przez 8 godzin dziennie w ciągu 40 lat pracy nie spowoduje rozwoju specyficznych i niespecyficznych skutków zdrowotnych (tab. III) (19).

Jak dotąd Dyrektywy Unii Europejskiej nie podają żadnych zaleceń dotyczących oceny narażenia na infradźwięki w środowisku pracy.

Aktualne przepisy krajowe

Zgodnie z PN-N-01338:1986 higieniczna ocena narażenia na hałas infradźwiękowy na stanowiskach pracy polega na pomiarze poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach oktawowych 4, 8, 16 i 31,5 Hz, określeniu efektywnego czasu ekspozycji oraz porównaniu z wartościami dopuszczalnymi (9).

Norma ustanawia wartości dopuszczalne ze względu na ochronę zdrowia oraz możliwość realizacji podstawowych funkcji na wybranych typach stanowisk (tab. IV). Rozporządzenie MPiPS z dnia 17 czerwca 1998 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy zawęży ocenę narażenia na hałas infradźwiękowy do pasm oktawowych 8–31,5 Hz i jako najwyższe dopuszczalne natężenie (NDN) przyjmuje wartości dopuszczalne ze względu na ochronę zdrowia (8).

Tabela V. Dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego hałasu infradźwiękowego dla 8-godzinnej ekspozycji wg rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 1 grudnia 1990 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 1996 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom (20,21)

Częstotliwość środkowa pasm oktauwowych, Hz	Poziom ciśnienia akustycznego, dB
4; 8; 16	85*
31,5	80

W odniesieniu do osób młodocianych i kobiet ciężarnych obowiązują inne szczegółowe przepisy (tab. V) (20,21).

NOWE WARTOŚCI DOPUSZCZALNE HAŁASU INFRA DŹWIĘKOWEGO

Aktualnie obowiązujące wartości dopuszczalne hałasu infradźwiękowego nie są powiązane z progami percepcji słuchowej infradźwięków i nie odpowiadają wynikom badań doświadczalnych nt. subiektywnej oceny uciążliwości infradźwięków (krzywa G wg ISO 7196:1995).

Propozycje nowych wartości dopuszczalnych hałasu infradźwiękowego uwzględniają obecny stan wiedzy na temat skutków oddziaływania, stosowane w innych krajach kryteria oceny (a w szczególności w Szwecji i USA), wytyczne zawarte w normach międzynarodowych oraz własne wyniki pomiarów hałasu w środowisku pracy (7).

Założono, że podstawą oceny narażenia na hałas infradźwiękowy są:

a) równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G, odniesiony do 8-godzinnej dnia pracy lub tygodnia pracy, $L_{G \text{ eq, } 8h}$ lub $L_{G \text{ eq, } w}$, opisane wzorami [1], [2], [3]:

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

$$L_{G \text{ eq, } 8h} = L_{G \text{ eq, } T_e} + 10 \log \frac{T_e}{T_o} \quad [2]$$

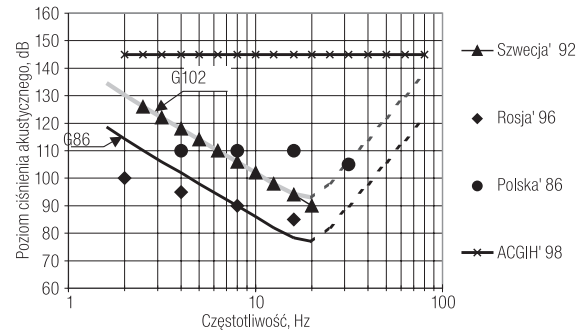
$$L_{G \text{ eq, } w} = 10 \log \left[\frac{1}{5} \sum_{i=1}^N 10^{0,1(L_{G \text{ eq, } 8h,i})} \right] \quad [3]$$

gdzie:

$L_{G \text{ eq, } T_e}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowanego charakterystyką częstotliwościową G wg ISO 7196:1995, w dB;

$p_G(t)$ – wartość chwilowa ciśnienia akustycznego skorygowanego charakterystyką częstotliwościową G, w Pa,

p_o – ciśnienie akustyczne odniesienia (=20 μ Pa),



Ryc. 3. Położenie krzywych G102 i G86 względem istniejących lub proponowanych wartości dopuszczalnych infradźwięków w środowisku pracy (9,17,18,19)

T_e – czas ekspozycji w ciągu 8-godzinnego dnia pracy lub określonego dłuższego okresu, np. tygodnia pracy, w s,

T_o – czas odniesienia = 8h = 480 min = 28800 s,

$(L_{G \text{ eq, } 8h})_i$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G odniesiony do 8-godzinnej dnia pracy dla i-tego dnia w rozważanym tygodniu, w dB,

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

b) szczytowy nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego (dolna granica pasma przenoszenia co najmniej 2 Hz), $L_{\text{LIN peak}}$

Jako wartości dopuszczalne ze względu na ochronę zdrowia (NDN) przyjęto:

a) równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G odniesiony do 8-godzinnej dnia pracy lub tygodnia pracy (wyjątkowo w przypadku hałasu infradźwiękowego oddziałującego na organizm człowieka w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach w tygodniu) równy 102 dB (102 dB(G)),

b) szczytowy nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego równy 145 dB (145 dB(LIN)).

W odniesieniu do stanowisk pracy dla grup o szczególnej wrażliwości, tj. kobiet ciężarnych i osób młodocianych, zaproponowano:

a) dopuszczalny równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G odniesiony do 8-godzinnej dnia pracy równy 86 dB (86 dB(G));

b) dopuszczalny szczytowy poziom nieskorygowanego ciśnienia akustycznego równy 145 dB (7).

Poziom 102 dB(G) jest powiązany z krzywą G102, której przebieg odpowiada szwedzkim kryteriom oceny i nie odbiega znacznie od dotychczas obowiązujących w Polsce wartości dopuszczalnych hałasu infradźwiękowego ze względu na ochronę zdrowia (ryc. 3). Z kolei poziom 86 dB(G) odpowiada krzywej G86 uznawanej za próg percepcji słuchowej infradźwięków (ryc. 3) (22). Dopuszczalna wartość szczytowa poziomu nieskorygowanego ciśnienia akustycznego jest wzorowana na zaleceniach amerykańskich.

PODSUMOWANIE

Propozycje nowych wartości NDN hałasu infradźwiękowego 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 (23).

Ustalenia normatywne przygotowane w odniesieniu do stanowisk pracy dla grup o szczególnej wrażliwości (kobiety ciężarne, osoby młodociane) pozostają przedmiotem dyskusji.

PIŚMIENNICTWO

1. Augustyńska D.: Infrasonic noise emitted by flow machines, its sources and reduction methods. *J. L. F. Noise Vib.* 1989, 8, 1, 9–15.
2. Berglund B., Hassemen P.: Sources and effects of low-frequency noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 1996, 99, 5, 2985–3002.
3. Kaczmarek A., Augustyńska D.: Study of Sound Isolation of Control Cabins in Industry in the Low Frequency Range. *J. L. F. Noise Vib.* 1992, 11, 2, 42–45.
4. Pawlaczyk-Łuszczyńska M.: Occupational exposure to infrasonic noise in Poland. *J. L. F. Noise Vib. Active Control* 1998, 17, 2, 71–84.
5. Landstrom U., Pelmear P.L.: Infrasound – a short review. *J. L. F. Noise Vib.* 1993, 12, 3, 72–74.
6. Pawlaczyk-Łuszczyńska M.: Działanie i źródła infradźwięków – Przegląd piśmiennictwa. *Med. Pr.* 1998, 49, 5, 489–492.
7. Pawlaczyk-Łuszczyńska M., Augustyńska D., Kaczmarek-Kozłowska A., Śliwińska-Kowalska M., Kameduła M.: Hałas infradźwiękowy – 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.* Warszawa, MPiPS, MZiOS, 2001 [w druku].
8. Rozporządzenie MPiPS z dnia 17 czerwca 1998 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU* 1998, nr 79, poz. 513.
9. PN-N-01338:1986: Hałas infradźwiękowy. Dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy i ogólne wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
10. Biuletyn Międzyresortowej Komisji ds. Aktualizacji Wykazu NDS i NDN Czynn timerów Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku pracy. Warszawa, MPiPS 1986, 2, 77–105.
11. ISO/DP 7196:1980 Acoustics – Methods for describing infrasound with respect to its effects on humans.
12. Moller H.: Annoyance of audible infrasound. *J. L. F. Noise. Vib.* 1987, 6, 1, 1–17.
13. ISO 7196:1995: Acoustics – Frequency weighting characteristic for infrasound measurements.
14. ISO 9612:1997: Acoustics – Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in the working environment.
15. Broner N.: The effects of low frequency noise on people. *J. Sound Vib.* 1978, 58, 483–500.
16. Bruel P.V.: Limits for infrasound and ultrasound in factories. *Proceedings Inter-Noise' 79.* Warsaw; 1979, ss. 849–853.
17. Statute Book of the Swedish National Board of Occupational Safety and Health. Ordinance AFS 1992: 10, Noise, 1992.
18. ACGIH 1998: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices. Cincinnati, OH, ACGIH, 1998.
19. Izmerov N.F., Suvorov G.A., Kuralesin N.A., Ovakimov V.G.: Infrasound: body's effects and hygienic regulation. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskich Nauk.* 1997, 7, 39–46.
20. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 1 grudnia 1990 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym wraz z późniejszymi zmianami. *DzU* 1990, nr 85, poz. 500; *DzU* 1992, nr 1, poz. 1.
21. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 1996 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom. *DzU* 1996, nr 114, poz. 545.
22. Vercammen M.L.S.: Setting limits for low frequency noise. *J. L. F. Noise Vib.* 1989, 8, 4, 105–109.
23. 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.