

Badania i propozycja kryterium uciążliwości hałasu w zakresie częstotliwości 20-40 kHz ze względu na możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych zadań

Dr inż. Bożena Smagowska¹

1. Badania uciążliwości

W środowisku pracy znajdują się stanowiska pracy, na których występuje hałas ultradźwiękowy i wykonywane prace wymagają od pracownika precyzji oraz koncentracji uwagi np.: w medycynie - narzędzi ultradźwiękowych (np. noży ultradźwiękowych, skalerów dentystycznych), w przemyśle - obróbka wykańczająca wyrobów (np. ultradźwiękowe drążenie, szlifowanie metali kolorowych, ultradźwiękowe zdobienie tkanin). Występujące poziomy ciśnienia akustycznego w czasie pracy na tych stanowiskach nie przekraczają poziomów NDN hałasu ultradźwiękowego [1, 2, 3, 4] ale powodują, jak wykazały prowadzone badania [5, 6, 7, 8, 9], uciążliwość wynikającą z ekspozycji na ten czynnik.

W celu określenia wpływu hałasu ultradźwiękowego na sprawność psychofizyczną w zakresie pracy umysłowej osób, badania przeprowadzono dla kobiet i mężczyzn, w ekspozycji na hałas ultradźwiękowy, zależnie od poziomu ciśnienia akustycznego oraz składu widma hałasu. Podstawą metodyki było postępowanie pozwalające stwierdzić i ocenić zmianę sprawności psychofizycznej człowieka w warunkach oddziaływania hałasu ultradźwiękowego w zakresie takich sprawności, jak: refleks, spostrzegawczość, uwaga i wydajność pracy umysłowej. Sprawności te są oceniane zmiennymi testów psychologicznych oraz na podstawie ankiet wypełnianych przez grupę wybranych osób.

Ocena uciążliwości hałasu w zakresie częstotliwości 20-40 kHz na osoby ekspozowane na ten czynnik została przeprowadzona metodami obiektywnymi przy pomocy dobranych testów (komputerowe testy: wydajności pracy ALS i ciągłości uwagi DAUF, aparaturowy test refleksu, papierowy test uwagi i spostrzegawczości TUS) i subiektywnymi (przy zastosowaniu ankiet, kwestionariuszy). Na podstawie wyników badań wstępnych stwierdzono, że uciążliwość hałasu ultradźwiękowego zależy od poziomu ciśnienia akustycznego, częstotliwości oraz charakteru widma hałasu (szerokopasmowy lub wąskopasmowy).

Przeprowadzone na grupie 20 mężczyzn badania, uciążliwości hałasu ultradźwiękowego z dominującą składową widma w pasmie tercjowym o częstotliwości środkowej 31,5 kHz, wykazały próg uciążliwości tego czynnika o 10 dB poniżej wartości dopuszczalnej NDN hałasu ultradźwiękowego określonej dla tego pasma częstotliwości, tj. 100 dB.

¹ Centralny Instytut Ochrony Pracy –Państwowy Instytut Badawczy - Zakład Zagrożeń Wibroakustycznych

W badaniach uwzględniono hałas ultradźwiękowy o trzech poziomach: niskim (NH) $L_{lin} = 97$ dB, wysokim (WH) $L_{lin} = 103$ dB oraz maksymalnym (MH) $L_{lin} = 108$ dB. Wyniki tych badań przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1 Wskaźniki testów

	Wskaźniki testów	Warianty eksperymentów		
		NH	WH	MH
1	średni czas reakcji złożonej – Test Refleksu	mniejszy niż WH i MH	dłuższy	dłuższy
2	liczba błędów (liczba opuszczeń)- Test Refleksu	mniejsza niż WH i MH	wzrosła	wzrosła
3	liczba błędów – test TUS	mniejsza niż WH i MH	wzrosła	wzrosła
4	liczba opuszczonych – test TUS	mniejsza niż WH i MH	większa niż NH	większa niż NH
5	liczba odpowiedzi nieprawidłowych- test DAUF	mniejsza niż WH i MH	większa	większa
6	liczba rozwiązanych zadań - test ALS	mniejsza od MH	mniejsza od MH	największa

Legenda:

Kolorem czerwonym oznaczono negatywny wynik w eksperymencie z hałasem w porównaniu do eksperymentu bez hałasu.

Kolorem zielonym oznaczono lepsze wyniki w eksperymencie NH w porównaniu do wyników z WH i MH

Wyniki badań uciążliwości hałasu ultradźwiękowego przeprowadzone na grupie 40 osób (równolicznej mężczyzn i kobiet) z dominującą składową widma w pasmie tercjowym o częstotliwości środkowej 20 kHz i 25 kHz przedstawiono w tabelach 2 i 3.

Na podstawie wyników testów ALS, DAUF, TUS oraz testu refleksu stwierdzono, że dla pasma tercjowego o częstotliwości środkowej 20 kHz poziom ciśnienia akustycznego 80 dB może stanowić granicę uciążliwości. Natomiast wyniki badań odnoszące się do ekspozycji na hałas dla pasma tercjowego o częstotliwości środkowej 25 kHz świadczą, że granicę uciążliwości stanowi poziom ciśnienia akustycznego wynoszący 95 dB.

Także ocena subiektywna badanych osób po ekspozycji na hałas w zakresie częstotliwości 20 - 40 kHz świadczy o uciążliwości wykonywania pracy wymagającej koncentracji w warunkach występowania hałasu w widmie którego znajdują się składowe o częstotliwościach z tego zakresu i znacznych poziomach (powyżej $L_{lin} = 80$ dB). Ankietowani byli wyczerpani, śpiący, spali oraz mieli problemy z koncentracją.

Tabela 2 Wskaźniki testów dla pasma tercjowego o częstotliwości środkowej 20 k Hz

	Wskaźniki testów	Warianty eksperymentów	
		78,5 dB	93,5 dB
1	<i>średni czas reakcji złożonej – Test Refleksu</i>	dłuższy	dłuższy
3	<i>liczba błędów – test TUS</i>	większa	mniejsza
4	<i>liczba opuszczonych – test TUS</i>	większa	większa
5	<i>suma niepoprawnych zadań- test DAUF</i>	mniejsza	większa
6	<i>suma poprawnych zadań- test DAUF</i>	większa	mniejsza
7	<i>ilość wykonanych zadań - test ALS</i>	większa	mniejsza
8	<i>ilość i % błędów - test ALS</i>	mniejsza	większa

Legenda:

Kolorem czerwonym oznaczono negatywny wynik (z porównania wyników między eksperymentami o poziomie 78,5 dB i 93,5 dB)

Kolorem zielonym oznaczono lepszy wynik (z porównania wyników między eksperymentami o poziomie 78,5 dB i 93,5 dB)

Tablica 6.3 Wskaźniki testów dla pasma tercjowego o częstotliwości środkowej 25 kHz

	Wskaźniki testów	Warianty eksperymentów	
		93,5 dB	98,5 dB
1	<i>średni czas reakcji złożonej – Test Refleksu</i>	dłuższy	dłuższy
3	<i>liczba błędów – test TUS</i>	większa	mniejsza
4	<i>liczba opuszczonych – test TUS</i>	większa	większa
5	<i>suma niepoprawnych zadań- test DAUF</i>	mniejsza	większa
6	<i>suma poprawnych zadań- test DAUF</i>	większa	mniejsza
7	<i>ilość wykonanych zadań - test ALS</i>	większa	mniejsza
8	<i>ilość i % błędów - test ALS</i>	mniejsza	większa

Legenda:

Kolorem czerwonym oznaczono negatywny wynik (z porównania wyników między eksperymentami o poziomie 93,5 dB i 98,5 dB)

Kolorem zielonym oznaczono lepszy wynik (z porównania wyników między eksperymentami o poziomie 93,5 dB i 98,5 dB)

2. Propozycja kryterium uciążliwości.

Wynikające z badań proponowane wartości progu uciążliwości hałasu w zakresie częstotliwości 20-40 kHz ze względu na możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych zadań wynoszą o 10 dB poniżej wartości NDN hałasu ultradźwiękowego określonych w rozpatrywanych pasmach częstotliwości. Przy tak przyjętym założeniu proponowane dopuszczalne poziomy hałasu ultradźwiękowego ze względu na uciążliwość wynoszą :

- 80 dB dla pasma tercjowego o częstotliwości środkowej 20 kHz,
- 95 dB dla pasma tercjowego o częstotliwości środkowej 25 kHz,
- 100 dB dla pasm tercjowych o częstotliwościach środkowych 31,5 kHz i 40 kHz.

3. Bibliografia

1. Wilson J .D., Darby M. L., Tolle S. L., Sever J. C., Effects of occupational ultrasonic noise exposure on hearing of dental hygienists: a pilot study. *J. Dent Hyg.* 76(4), 2002, Abstract.
2. Smagowska B., Pawlaczyk-Łuszczynska M. Effects of action of ultrasonic noise on the human body – a bibliographic review, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, Vol.19, No.2, s.195-202, 2013
3. Smagowska B. Hałas ultradźwiękowy na wybranych stanowiskach pracy maszyn włókienniczych – ocena ryzyka zawodowego, *Przegląd Włókienniczy – Włókno, Odzież i Skóra*, nr 2, s. 42-46, 2012
4. Smagowska B. Zagrożenie hałasem o częstotliwości 10 - 40 kHz na stanowiskach pracy przy produkcji szyb samochodowych. Materiały XLIV Zimowej Szkoły Zwalczenia Zagrożeń Wibroakustycznych Gliwice-Szczyrk 29.02-04.03. 2016
5. Holmberg K., Landstrom U., Nordstrom B.: Annoyance and discomfort during exposure to high-frequency noise from an ultrasonic washer. *Perept. Mot. Skills*, 81(3):819-827, 1995
6. Stansfeld S.A., Matheson M. P., Noise pollution: non-auditory effects on health, *British Medical Bulletin*, (68), 243-257, 2003
7. Smagowska B., Mikulski W. Badania laboratoryjne wpływu hałasu ultradźwiękowego na funkcje poznawcze i sprawność psychomotoryczną człowieka. *Bezpieczeństwo Pracy*, nr 5, s. 24-26, 2012
8. Smagowska B. Objective and subjective study of noise exposure in the frequency range from 10 kHz to 40 kHz. *Archives of Acoustics*, 2013, Vol.38, No. 4, s. 559–563
9. Smagowska B. Tests of influence of high frequency noise on human psycho-physical efficiency. *ICA 2016, Buenos Aires*, ref. 218, baza scopus.