

Hałas ultradźwiękowy

na stanowiskach pracy drążarek ultradźwiękowych – ocena ryzyka zawodowego

Hałas ultradźwiękowy na stanowiskach pracy w Polsce jest określony jako hałas, w którego widmie występują składowe o wysokich częstotliwościach słyszalnych i niskich ultradźwiękowych. Ocena narażenia na hałas ultradźwiękowy wykonuje się na podstawie (równoważnego i maksymalnego) poziomu ciśnienia akustycznego w tercjowych pasmach częstotliwości. Jego głównymi źródłami w procesie pracy są technologiczne urządzenia ultradźwiękowe operujące na niskich częstotliwościach. Jednym z rodzajów takich urządzeń są drążarki ultradźwiękowe.

W artykule przedstawiono metodę pomiaru i kryteria oceny ekspozycji na hałas ultradźwiękowy na stanowiskach pracy oraz wyniki pomiarów i ocenę ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na ten hałas na wybranych stanowiskach obsługi drążarek ultradźwiękowych.

Ultrasonic noise at workstations with ultrasonic drills – occupational risk assessment

In Poland, ultrasonic noise at workstations is defined as broadband noise with high audible frequencies and low ultrasonic frequencies. Assessment of exposure to ultrasonic noise is based on (equivalent and maximum) sound pressure level in the 1/3 octave band. The main sources of ultrasonic noise in the working environment are for example ultrasonic drills.

This article presents a measurement method and criteria for assessing exposure to ultrasonic noise at workstations. The results of measuring ultrasonic noise and risk assessment related to occupational exposure to ultrasonic noise are presented in reference to selected workstations where ultrasonic drills are used.

Wstęp

Hałas ultradźwiękowy jest czynnikiem szkodliwym, powodującym negatywne skutki dla zdrowia pracowników [1, 2]. Jak wykazały badania prowadzone m.in. w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym, głównymi źródłami hałasu ultradźwiękowego w środowisku pracy są technologiczne urządzenia ultradźwiękowe niskich częstotliwości ultradźwiękowych. Drgania ultradźwiękowe są wytwarzane w tych urządzeniach w celu realizacji lub usprawnienia założonych procesów technologicznych. Częstotliwość znamionowa ich pracy zawiera się w zakresie od 16 do 40 kHz. Poziomy ciśnienia akustycznego, w tym zakresie częstotliwości, występujące na stanowiskach pracy urządzeń ultradźwiękowych, przekraczają wartości dopuszczalne ustalone ze względu na ochronę zdrowia (NDN) [2, 3]. Oznacza to, że na tych stanowiskach pracy może występować duże ryzyko zawodowe, do którego oceny i ograniczenia zobowiązuje pracodawców Kodeks pracy. W większości przypadków przemysłowe źródła ultradźwiękowe powodują zagrożenie hałasem tylko w ich najbliższym sąsiedztwie (ze względu na silne tłumienie ultradźwięków w powietrzu) [4]. Dlatego, w warunkach przemysłowych, ocenę ryzyka wynikającą z ekspozycji pracowników na hałas

ultradźwiękowy przeprowadza się głównie na stanowiskach obsługi przemysłowych urządzeń ultradźwiękowych z pominięciem stanowisk sąsiednich.

W artykule przedstawiono ocenę ryzyka zawodowego na stanowiskach pracy dwóch typów drążarek ultradźwiękowych, stosowanych w procesach produkcji i regeneracji ciągadeł diamentowych.

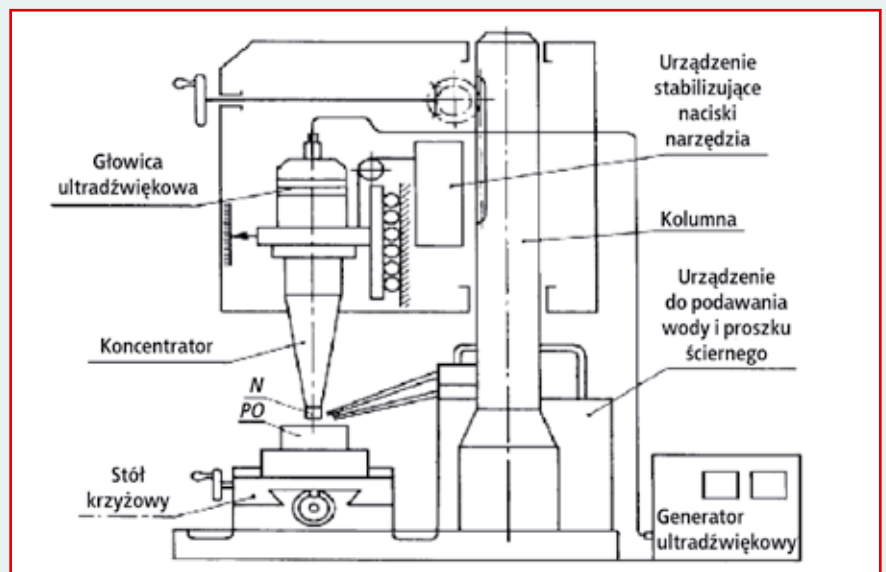
mgr inż. BOŻENA SMAGOWSKA
dr inż. WITOLD MIKULSKI

Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Badane drążarki ultradźwiękowe

Technologie drążenia ultradźwiękowego są stosowane do obróbki materiałów o dużej twardości. Wykorzystuje się je przy wytwarzaniu zagłębień lub otworów profilowanych o dowolnych kształtach i wymaganej dużej dokładności. Żłobienie materiału jest wynikiem współdziałania drgań ultradźwiękowych i prosków ściernych, wprowadzonych między drgające narzędzie a obrabiany przedmiot. Technologię tę stosuje się m.in. do obróbki szkła, kwarcu oraz kamieni naturalnych i syntetycznych [4].

Przykład budowy drążarki ultradźwiękowej, przeznaczonej do wykonywania otworów o średnicy 1÷10 mm i głębokości do 10 mm w materiałach o dużej twardości, przedstawiono na rys. 1. Obrabiany przed-



Rys. 1. Przykładowy schemat drążarki ultradźwiękowej [6]

Fig 1. A sample diagram of an ultrasonic drill [6]

miot (PO) mocuje się na stole krzyżowym umożliwiającym jego ustawienie względem narzędzia (N) z dokładnością do 0,01 mm. Głowica ultradźwiękowa zasilana jest z regulowanego generatora ultradźwięków. Proces drążenia ultradźwiękowego wymaga odpowiednich nacisków narzędzia na obrabianą powierzchnię. Z tego względu w drążarce umieszcza się urządzenie umożliwiające nastawianie tego nacisku i jego samoczynną stabilizację podczas wykonywania otworu.

Objektami badań opisanych w niniejszym artykule były drążarki ultradźwiękowe dwóch różnych typów :

- bez obudowy – A1 i A2 (fot. 1.)
- z obudową – B1, B2, C (fot. 2.).

Drążarki z obudową badano z dwoma rodzajami obudów:

- drążarki bez otworów w obudowie – B1, B2, C
- drążarki z otworem na wentylator (fot. 3.) w obudowie – B1, B2, C.

Drążarki te są przeznaczone do polerowania narzędzi dla przemysłu kablowego.

Moc elektryczną badanych drążarek ultradźwiękowych podano w tabeli 1.

Częstotliwość pracy generatora wszystkich drążarek wynosiła 20 kHz. W czasie badań szlifowano otwory ciągadeł diamentowych przy ręcznym dozowaniu proszku ściernego (ze względu na dużą zmianę jego granulacji).

Drążarki (z wyjątkiem A1) znajdowały się w hali produkcyjnej o wymiarach: długość 15 m, szerokość 9 m i wysokość 4,5 m. Drążarka o większej mocy (A1) znajdowała się w wydzielonym w hali produkcyjnej pomieszczeniu o wymiarach: długość 2,2 m, szerokość 2,6 m, wysokość 3,5 m (fot. 4.). Wszystkie drążarki posadowione były na stołach stojących bezpośrednio na betonowej posadzce.

Metoda pomiaru i kryteria oceny ekspozycji na hałas ultradźwiękowy

Pomiary hałasu ultradźwiękowego dla potrzeb oceny ekspozycji pracowników na hałas przeprowadza się metodą określoną w procedurze pomiarowej „Hałas ultradźwiękowy – Procedura pomiarowa” (opracowanej przez CIOP-PIB i IMP w Łodzi) oraz w PN-N-01321:1986 *Hałas ultradźwiękowy. Dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy i ogólne wymagania dotyczące wykonywania pomiarów* [2, 7].

Wyznacza się wielkości fizyczne charakteryzujące hałas ultradźwiękowy, tj.:



Fot. 1. Drążarki bez obudowy (A1, A2)
Photo 1. Drills without housing (A1, A2)



Fot. 2. Drążarki z obudową (B1, B2, C)
Photo 2. Drills with housing (B1, B2, C)



Fot. 3. B1, B2, drill casing with an air vent
Photo 3. B1, B2, drill casing with an air vent



Fot. 4. Wydzielone pomieszczenie w hali produkcyjnej
Photo 4. Space sectioned off of a shop floor

- równoważne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych f : 10; 12,5; 16; 20; 25; 32 i 40 kHz, odniesione do 8-godzinnego dnia pracy, $L_{\text{freq}, 8h}$ (lub do tygodnia pracy $L_{\text{freq}, w}$ – w przypadku oddziaływania hałasu ultradźwiękowego na organizm człowieka w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach w tygodniu, lub

gdy pracownik pracuje inną liczbę dni w tygodniu niż 5)

- maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych f : 10; 12,5; 16; 20; 25; 32 i 40 kHz, $L_{\text{t,max,d}}$ w czasie dnia pracy (lub tygodnia pracy $L_{\text{fmax,w}}$).

Pomiary wielkości charakteryzujących hałas ultradźwiękowy mogą być wykonywane

Tabela 1

DANE BADANYCH DRAŻAREK ULTRADŹWIĘKOWYCH
Parameters of drills that were studied

Lp.	Typ	Oznaczenie drążarki	Rodzaj obudowy	Moc elektryczna, W
1.	I	A1	brak	400
2.		A2	brak	140
3.	II	B1	obudowa bez otworu	140
4.		B2	obudowa bez otworu	140
5.		C	obudowa bez otworu	180
6.	II	B _o	obudowa z otworem	140
7.		B _{2o}	obudowa z otworem	140
8.		C _o	obudowa z otworem	180

w ciągu pełnego dnia roboczego, w wybranych okresach ekspozycji (z zastosowaniem metody próbkowania) lub podczas wykonywania określonych zadań i czynności.

W przypadku ekspozycji na hałas krótszej lub dłuższej niż 8 h na zmianę roboczą równoważne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych (o częstotliwościach środkowych f : 10; 12,5; 16; 20; 25; 32 i 40 kHz), odniesione do 8-godzinnego dnia pracy, $L_{feq,8h}$, w dB, określa się ze wzoru:

$$L_{feq,8h} = L_{feq,Te} + 10 \lg \frac{T_e}{T_o} \quad (1)$$

gdzie:

$L_{feq,8h}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej f , odniesiony do 8 godzin, w dB

$L_{feq,Te}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej f , wyznaczony dla czasu ekspozycji na hałas ultradźwiękowy, T_e , w dB

T_e – czas ekspozycji na hałas ultradźwiękowy, w min

T_o – czas odniesienia = 8 h = 480 min

W przypadku ekspozycji na hałas, podczas której można wyróżnić kilka przedziałów czasu, a w każdym z nich hałas jest ustalony (przez hałas ustalony w określonym paśmie częstotliwości rozumie się hałas, którego poziom ciśnienia akustycznego w tym paśmie nie zmienia się więcej niż o 5 dB), równoważne poziomy ciśnienia akustycznego w tercjowych pasmach częstotliwości odniesione do 8-godzinnego dnia pracy, $L_{feq,8h}$, w dB, określa się ze wzoru:

$$L_{feq,8h} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{480} \sum_{i=1}^n (T_{ei} \cdot 10^{0,1 \cdot L_{feq,Tei}}) \right] \quad (2)$$

gdzie:

$L_{feq,8h}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej f , odniesiony do 8 godzin, w dB

$L_{feq,Tei}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej f , wyznaczony dla czasu ekspozycji na hałas ultradźwiękowy, T_{ei} , w dB,

T_{ei} – czas ekspozycji na hałas, i -tego przedziału czasu, w min.

Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego dla każdego pasma częstotliwości podczas całego dnia pracy $L_{fmax,d}$ jest największą wartością poziomu ciśnienia akustycznego $L_{fmax,Tei}$ spośród występujących poziomów we wszystkich przedziałach czasu T_{ei} .

W przypadku oddziaływania hałasu ultradźwiękowego na organizm człowieka w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach w tygodniu, lub gdy pracownik pracuje inną liczbę dni w tygodniu niż 5, równoważne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych f : 10; 12,5; 16; 20; 25; 32 i 40 kHz, odnosi się do tygodnia pracy $L_{feq,w}$ i określa się ze wzoru:

$$L_{feq,w} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{5} \sum_{j=1}^n 10^{0,1 \cdot L_{feq,8h,j}} \right) \quad (3)$$

gdzie:

j – kolejny dzień roboczy w rozważanym tygodniu

n – liczba dni roboczych w rozważanym tygodniu

Wartość maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego w tygodniu $L_{fmax,w}$ jest największą wartością spośród wartości maksymalnych poziomu ciśnienia akustycznego występujących w kolejnych dniach tygodnia $L_{fmax,d}$.

Ocenę ekspozycji pracowników na hałas ultradźwiękowy przeprowadza się porównując wyznaczone wartości równoważnego i maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego z wartościami dopuszczalnymi.

Wartości dopuszczalne hałasu ultradźwiękowego ustalone ze względu na ochronę zdrowia (wartości NDN) dla ogółu pracowników określone w rozporządzeniu ministra pracy i polityki społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. [1] podano w tabeli 2. W tabeli tej podano także dopuszczalne wartości hałasu ultradźwiękowego na stanowiskach pracy kobiet w ciąży i pracowników młodocianych [8, 9].

Metoda oceny ryzyka zawodowego

Ryzyko zawodowe wynikające z ekspozycji pracowników na hałas ultradźwiękowy określa się na podstawie krotności wartości dopuszczalnych hałasu ultradźwiękowego (tzw. cząstkowe) określa się w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych f od 10 do 40 kHz i oblicza się ze wzorów:

• dla równoważnych poziomów ciśnienia akustycznego:

$$K_{L_{feq,8h}} = 10^{\frac{L_{feq,8h} - L_{feq,8h,dop}}{10}}$$

lub

$$K_{L_{feq,w}} = 10^{\frac{L_{feq,w} - L_{feq,w,dop}}{10}} \quad (4)$$

• dla maksymalnych poziomów ciśnienia akustycznego:

$$K_{L_{f,max}} = 10^{\frac{L_{fmax,d} - L_{fmax,d,dop}}{20}}$$

lub

$$K_{L_{f,max,w}} = 10^{\frac{L_{fmax,w} - L_{fmax,w,dop}}{20}} \quad (5)$$

gdzie:

$L_{feq,8h}$ – zmierzone (wyznaczone) wartości równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych f od 10 do 40 kHz, odniesione do 8-godzinnego dnia pracy

Tabela 2
DOPUSZCZALNE RÓWNOWAŻNE POZIOMY CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO NA STANOWISKU PRACY, ODNIESIONE DO 8-GODZINNEJ LUB TYGODNIOWEJ EKSPOZYCJI NA HAŁAS I MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE POZIOMY CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO, W TERCJOWYCH PASMACH CZĘSTOTLIWOŚCI [1]

Admissible values of equivalent sound pressure levels compared to an 8-hour working day or weekly exposure to ultrasonic noise and maximum sound pressure in 1/3 octave bands [1]

Częstotliwości środkowe pasm tercjowych f , kHz	Dopuszczalne równoważne poziomy ciśnienia akustycznego $L_{feq,8h,dop}$ lub $L_{feq,w,dop}$ dB	Dopuszczalne maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego $L_{fmax,d,dop}$ lub $L_{fmax,w,dop}$ dB
10; 12,5; 16	80 (77*) (75**)	100
20	90 (87*) (85**)	110
25	105 (102*) (100**)	125
31,5; 40	110 (107*) (105**)	130

*Dopuszczalne wartości równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego hałasu ultradźwiękowego w przypadku zatrudniania kobiet w ciąży

** Dopuszczalne wartości równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego hałasu ultradźwiękowego w przypadku zatrudniania młodocianych

$L_{f_{eq,8h,dop}}$ – dopuszczalne wartości równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych f od 10 do 40 kHz, odniesione do 8-godzinnego dnia pracy

$L_{f_{eq,w}}$ – zmierzone (wyznaczone) wartości równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych f od 10 do 40 kHz, odniesione do tygodnia pracy

$L_{f_{max,d,dop}}$ – dopuszczalne wartości równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych f od 10 do 40 kHz, odniesione do tygodnia pracy

$L_{f_{max,d}}$ – zmierzone (wyznaczone) wartości maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych f od 10 do 40 kHz, w dniu pracy

$L_{f_{max,d,dop}}$ – dopuszczalne wartości maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych f od 10 do 40 kHz dla dnia pracy

$L_{f_{max,w}}$ – zmierzone (wyznaczone) wartości maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych f od 10 do 40 kHz, w tygodniu pracy

$L_{f_{max,w,dop}}$ – dopuszczalne wartości maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych f dla tygodnia pracy.

Jako krotność wypadkową K przyjmuje się największą krotność cząstkową i stanowi ona podstawę do oceny ryzyka zawodowego.

Na stanowisku pracy, w zależności od krotności wartości dopuszczalnych hałasu ultradźwiękowego K , ryzyko jest [5]:

- małe, dopuszczalne dla $K < 0,5$ (nie występują przekroczenia wartości dopuszczalnych)
- średnie, dopuszczalne dla $0,5 \leq K \leq 1$ (nie występują przekroczenia wartości dopuszczalnych)
- duże, niedopuszczalne dla $K > 1$ (występują przekroczenia wartości dopuszczalnych).

PRZYKŁAD

oceny ryzyka zawodowego wynikającego z ekspozycji na hałas ultradźwiękowy

Pracownik pracuje przez 5 dni roboczych na stanowisku wyposażonym w urządzenie ultradźwiękowe. W każdym dniu narażony jest na taki sam hałas ultradźwiękowy przez 3,5 godziny. W pozostałym czasie pracuje na innym stanowisku, na którym nie występuje hałas ultradźwiękowy.

Wartości wielkości charakteryzujących hałas ultradźwiękowy na stanowisku pracy oraz wyniki obliczeń odniesione do 8-godzinnego dnia pracy podano w tabeli 3. W tabeli 4. podano krotności cząstkowe

i krotność wypadkową wartości dopuszczalnych. Wyniki oceny ryzyka zawodowego wynikającego z ekspozycji na hałas ultradźwiękowy wskazują na występowanie dużego, niedopuszczalnego ryzyka.

Wyniki pomiarów oraz ocena ryzyka zawodowego

Na stanowiskach pracy obsługi badanych drążarek przeprowadzono pomiary hałasu ultradźwiękowego oraz ocenę ryzyka zawodowego wynikającego z ekspozycji na ten rodzaj hałasu.

Ocenę ryzyka zawodowego przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego, w tercjowych pasmach częstotliwości. Maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego drążarek uzyskane z pomiarów były znacznie mniejsze od poziomów dopuszczalnych, i dlatego w dalszym opisie je pominięto.

Wyniki obliczeń równoważnego poziomu wg wzoru [4] dla czasu ekspozycji $T_e = 8$ h podano w tabeli 5 (str. 22.). Krotności (cząstkowe i wypadkową) NDN hałasu ultradźwiękowego podano w tabeli 6 (str. 22.).

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów na stanowiskach pracy drążarek (tab. 5.) można stwierdzić, że:

- a) najwyższe poziomy ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy obsługi

Tabela 3

WYNIKI POMIARÓW RÓWNOWAŻNYCH POZIOMÓW CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO, ODNIESIONYCH DO 8-GODZINNEGO DNIA PRACY ORAZ KROTNOCI PRZEKROCZENIA MAKSYMALNYCH POZIOMÓW CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO

Results of measurements of equivalent sound pressure level compared to an 8-hour working day and the MAI rate maximum sound pressure level for ultrasonic noise

Lp.	Czas pomiaru ekspozycji T_e lub czas odniesienia T_{ref} w min	Wartość poziomu w dB	Częstotliwość środkowa pasma tercjowego o częstotliwości środkowej f , w Hz							Wartość poziomu w dB	Częstotliwość środkowa pasma tercjowego o częstotliwości środkowej f , w Hz						
			10	12,5	16	20	25	31,5	40		10	12,5	16	20	25	31,5	40
1	210	$L_{f_{eq,Tei}}$	79,6	66,7	66,5	95,1	76,6	73,7	70,9	$L_{f_{max,Tei}}$	86	70,9	70,5	101,7	83,9	77,6	72,5
3	480	$L_{f_{eq,8h}}$	76,0	63,1	62,9	91,5	73,0	70,1	67,3	$L_{f_{max,d}}$	86	71	71	102	84	78	73

Oznaczenia jak we wzorach (1), (2), (3)

Tabela 4

WYNIKI OBLICZEŃ KROTNOCI PRZEKROCZENIA RÓWNOWAŻNYCH POZIOMÓW CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO, ODNIESIONYCH DO 8-GODZINNEGO DNIA PRACY ORAZ KROTNOCI PRZEKROCZENIA MAKSYMALNYCH POZIOMÓW CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO

Results of calculations of the MAI rate (of equivalent sound pressure level compared to an 8-hour working day and maximum sound pressure level) for ultrasonic noise

Lp.	Wartość poziomu lub krotności	Częstotliwość środkowa pasma tercjowego o częstotliwości środkowej f , w Hz							Wartość poziomu lub krotności	Częstotliwość środkowa pasma tercjowego o częstotliwości środkowej f , w Hz						
		10	12,5	16	20	25	31,5	40		10	12,5	16	20	25	31,5	40
1	$L_{f_{eq,8h,r}}$ dB	76,0	63,1	62,9	91,5	73,0	70,1	67,3	$L_{f_{max,d,r}}$ dB	86	71	71	102	84	78	73
2	$L_{f_{eq,8h,dopr}}$ dB	80	80	80	90	105	110	110	$L_{f_{max,d,dopr}}$ dB	100	100	100	110	125	130	130
3	$K_{f_{eq,8h}}$	0,4	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	$K_{f_{max,d}}$	0,20	0,04	0,04	0,40	0,01	0,00	0,00
4	$K_{Leq,8h}$	1,4							$K_{L_{max,d}}$	0,4						
5	K								1,4							

Oznaczenia jak we wzorach (1), (2), (3), (4), (5)

Tabela 5

RÓWNOWAŻNY POZIOM CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO ODNIESIONY DO 8-GODZINNEGO DNIA PRACY $L_{\text{Aeq,8hr}}$ w dB, W TERCJOWYCH PASMACH CZĘSTOTLIWOŚCI HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO NA STANOWISKACH PRACY DRAŻAREK ULTRADŹWIĘKOWYCH

Equivalent sound pressure levels compared to an 8-hour working day $L_{\text{Aeq,8hr}}$; dB in 1/3 octave bands of ultrasonic noise at workstations with ultrasonic drills, in kHz

Lp.	Oznaczenie drążarki	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy $L_{\text{Aeq,8hr}}$, dB, w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych, kHz						
		10	12,5	16	20	25	31,5	40
1.	A1	82	92	94	121	101	96	98
2.	A2	76	76	72	107	96	86	83
3.	B1	65	64	65	85	75	67	69
4.	B2	63	64	65	84	72	67	68
5.	C	63	64	65	81	68	67	68
6.	B1 _o	80	67	67	93	77	74	71
7.	B2 _o	65	68	66	91	75	71	70
8.	C _o	69	66	65	86	71	69	68

Tabela 6

KROTNOŚĆ NDN DOPUSZCZALNEGO RÓWNOWAŻNEGO POZIOMU CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO ODNIESIONEGO DO 8 GODZIN W TERCJOWYCH PASMACH CZĘSTOTLIWOŚCI HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO NA STANOWISKACH PRACY DRAŻAREK ULTRADŹWIĘKOWYCH

The MAI rate equivalent sound pressure level compared to an 8-hour working day for ultrasonic noise in 1/3 octave bands of ultrasonic noise at workstations with ultrasonic drills

Lp.	Oznaczenie drążarki	Krotności przekroczenia wartości NDN w tercjowych pasmach o częstotliwościach środkowych f , w kHz							Krotność wypadkowa K
		10	12,5	16	20	25	31,5	40	
1.	A1	1,6	15,8	25,1	1258,9	0,4	0,0	0,1	1259
2.	A2	0,4	0,4	0,2	50,1	0,1	0,0	0,0	50
3.	B1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3
4.	B2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3
5.	C	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
6.	B1 _o	1,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0
7.	B2 _o	0,0	0,1	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	1,3
8.	C _o	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4

badanych drążarek występują w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej 20 kHz (częstotliwość rezonansowa wzbudnika),

b) największe wartości (od 83 do 121 dB) poziomu ciśnienia akustycznego, w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej f 20 kHz występują na stanowiskach pracy drążarek pierwszego typu (bez obudowy – A1, A2) i wynoszą:

- dla drążarki A1 (o mocy elektrycznej 400 W) – 121 dB
- dla drążarki A2 (o mocy elektrycznej 140 W) – 107 dB
- c) wartości poziomu ciśnienia akustycznego w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej 20 kHz na stanowiskach pracy drążarek drugiego typu (z obudową – B1, B2 i C) wynoszą:

- dla drążarki B1 i B2:
 - z obudową bez otworu: 85÷86 dB
 - z obudową z otworem: 92÷94 dB
- dla drążarki C:
 - z obudową bez otworu: 82 dB
 - z obudową z otworem: 87 dB.

Wyniki pomiarów wskazują zatem, że otwór w obudowie drążarek powoduje podwyższenie hałasu na stanowisku pracy drążarek o 5 do 8 dB.

Na podstawie tabeli 6. i podanych w niej krotności można stwierdzić, że ryzyko zawodowe wynikające z ekspozycji na hałas ultradźwiękowy na stanowiskach pracy drążarek pierwszego typu (bez obudowy – A1, A2) jest duże ($K = 50$ i 1259). W przypadku drążarek drugiego typu (bez otworu wentylacyjnego w obudowie – B1, B2, C) ryzyko jest małe ($K = 0,1÷0,3$), natomiast na stanowiskach pracy

drążarek tego samego typu, ale z otworem wentylacyjnym w obudowie, ryzyko jest duże w przypadku dwóch drążarek (B1_o, B2_o) ($K = 1,3$ i 2) oraz małe w przypadku jednej drążarki (C_o) ($K = 0,4$).

Podsumowanie

Wyniki pomiarów potwierdzają ogólnie znaną tezę, że drążarki ultradźwiękowe należą do grupy technologicznych urządzeń ultradźwiękowych mogących powodować duże niedopuszczalne ryzyko, wynikające z ekspozycji na hałas ultradźwiękowy w środowisku pracy. Przedstawione wyniki świadczą o dużym różnicowaniu tego ryzyka dla różnych typów drążarek.

Tyko w sporadycznych sytuacjach ekspozycja na hałas ultradźwiękowy jest tak duża, że krotność NDN osiąga bardzo duże wartości ($K > 1000$ – przekroczenie dopuszczalnych równoważnych poziomów ciśnienia akustycznego, w tercjowym paśmie częstotliwości o częstotliwości środkowej 20 kHz wynoszące 31 dB). Przyczyną tak dużych wartości hałasu ultradźwiękowego jest brak zastosowania jakiegokolwiek ochrony przeciwhałasowej, np. obudowy czy osłony w części roboczej drążarki.

W badanych przypadkach niektóre typy drążarek wyposażone były w obudowy dźwiękoszczelne. Obudowy te spełniają swoje zadania, pod warunkiem, że nie mają otworów wentylacyjnych lub otwory te wyposażone są w odpowiednie tłumiki akustyczne.

PIŚMIENNICTWO

[1] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 217, poz. 1833 ze zm.
 [2] M. Pawlaczek-Łuczyńska, J. Koton i in. *Hałas ultradźwiękowy – Procedura pomiarowa*. „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” 2(28)2001
 [3] W. Mikulski, B. Smałowska *Metoda oceny ryzyka zawodowego związanego z hałasem ultradźwiękowym*. „Bezpieczeństwo Pracy” 3(426)2007, str. 13-17
 [4] A. Słowiński. *Ultradźwięki i ich zastosowania*. WNT, Warszawa 2001
 [5] PN-N-18002:2000 *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieny pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego*
 [6] www.mkoper.sd.prz.edu.pl
 [7] PN-N-01321: 1986 *Hałas ultradźwiękowy. Dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy i ogólne wymagania dotyczące wykonywania pomiarów*
 [8] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 1996 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom. DzU nr 114, poz. 545 ze zm.
 [9] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 sierpnia 2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym. DzU nr 200 poz. 2047 ze zm.

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach I etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” dofinansowywanego w latach 2008-2010 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Główny koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy