

## Jan SADOWSKI

e-mail: sadjan@utp.edu.pl

Zakład Mechaniki Stosowanej, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

## Możliwości zmniejszenia hałasu technologicznego przecinarek tarczowych do drewna

## Hałas przecinarek tarczowych do drewna

Hałas przecinarek do drewna (pił tarczowych) jest bardzo wysoki i w czasie pracy może dochodzić nawet do 115 dB(A). Można zaliczyć go do hałasów o charakterze tarciovym i wibracyjnym [1]. Wskutek gwałtownych zmian tarcia pomiędzy zębami tarczy a przecinanym materiałem, tarcza piły oraz przecinany materiał wprawiane są w silne drgania. Drgania te są przyczyną nieprzyjemnych wrażeń słuchowych [3, 4].

Jak wynika z badań, amplitudy drgań tarczy zależą od prędkości obrotowej tarczy. Pomiary hałasu pił tarczowych przeprowadzone w różnych warunkach pracy wykazały zależność hałasu od takich czynników jak: prędkość obrotowa tarczy, rodzaj przecinanego materiału oraz typ i średnica tarczy piły. Stwierdzono bowiem, że np.: zwiększenie prędkości obrotowej tarczy, średnicy tarczy oraz twardości przecinanego materiału wpływa na zwiększenie poziomu dźwięku, a także wywołuje zmiany w widmie hałasu [2, 3, 5].

W maszynach przeznaczonych do cięcia drewna mamy do czynienia obok hałasu wytwarzanego przez same maszyny z hałasem, który powstaje podczas realizowanego przez nie procesu technologicznego. Hałas ten nazywany jest hałasem technologicznym i definiuje się go jako różnicę między poziomem hałasu w warunkach normalnej eksploatacji a poziomem hałasu własnego maszyny (hałas ruchu jałowego) [6]. Jak wynika z badań stwierdzono, że różnica poziomu hałasu pilarki nieobciążonej (bieg luzem) i maszyny wykonującej proces cięcia może dochodzić do 35 dB(A), przy czym jeszcze większe mogą być te różnice przy przecinaniu drewna bardzo twardego [5].

Obszerne rozważania dotyczące obniżania poziomu hałasu na pilarkach tarczowych do drewna podano w stosownej literaturze [3–5, 8].

**Poduszki amortyzacyjne** są jednym ze sposobów zmniejszania drgań poprzecznych piły jest stosowanie. Uzyskane zmniejszenie hałasu może wynosić 3÷10 dB [4].

**Tarcze tłumiące** są osadzone na stałe na wale, ściśle przylegają do piły, aby zapobiec przekazywaniu drgań całej obrabiarce. Przeprowadzone badania [3] wykazały, że skuteczność działania tarcz jest funkcją średnic piły i tarczy, tj. stosunku, w jakim wzajemnie się pokrywają, stosunek ten określa współczynnik pokrycia  $K$  (zależność między średnicą tarczy  $D$ , a średnicą piły  $D_p$ ). Im bardziej średnica tarczy jest zbliżona do średnicy piły tym skuteczniejsze jest tłumienie drgań.

**Sztywne płyty tłumiące** – to najczęściej dwie nieruchome płyty przy mocowane pod stołem do obrabiarki (korpus) z obu stron tarczy piły. Płyty mogą być wykonane z metalu, tworzyw sztucznych lub materiału pochłaniającego, mocowane zwykłymi śrubami pod stołem obrabiarki. Ich stosowanie zmniejsza hałas ok. 8÷10 dB.

**Oslony tłumiące** stosowane zamiast typowych osłon bhp. Mogą być wykonane z metalu, przezroczystych tworzyw sztucznych (widać pracującą piłę) lub obudowę wyłożoną materiałem dźwiękochłonnym. Poprawne zastosowanie tych urządzeń, może spowodować zmniejszenie hałasu o 12÷18 dB a więc pozwala na utrzymanie hałasu na poziomie granicznym 85 dB. Aby uzyskać dobre wyniki materiał pochłaniający powinien być umieszczony blisko tarczy (4÷10 mm) [3, 8].

**Ażurowe stoły pilarek** z płytą o wielu podłużnych owalnie zakończonych otworach, poza obniżeniem ciężaru konstrukcji pozwalają także na pewne obniżenie poziomu hałasu wytwarzanego przez całą obrabiarkę [8].

**Metody elektromagnetyczne** są jedną z nowszych metod tłumienia hałasu [8].

**Zmiany konstrukcyjne narzędzia** choć nie są drogie, znacznie zmniejszają hałas. Uzyskuje się to przez stosowanie pił segmentowych, dzielonych lub z wstawianymi zębami wymiennymi o różnych kształtach [4, 5, 8].

**Promieniowe lub radialne rowki odprężające**, które są zakończone otworami nawiercanymi. Otwory te zamyka się materiałem o dużym współczynniku tłumienia drgań, np.: za pomocą plastikowych wkładek, bądź wypełnienie ich szpachlówką epoksydową lub wkładami miedzianymi. Taka operacja zmniejsza zdolność przenoszenia dźwięku nawet jeżeli tarcza wykonuje drgania, oraz jeśli średnica otworów jest dostatecznie duża (nie zmniejszając sztywności tarczy). W zakresie częstotliwości 1000÷3000 Hz opisana powyżej metoda jest bardzo skuteczna [8].

**Rollki dociskające przedmiot do stołu oraz rollki podające** odpowiednio usytuowane nad stołem, możliwie blisko tarczy piły, mogą zmniejszyć hałas pochodzący od przecinanego i drgającego materiału obrabianego z drewna. Ma to na celu zmniejszenie swobodnej szerokości przedmiotu, która jest narażona na drgania. Działania takie mogą być typowe w przypadku dobrze rozpoznanych źródeł hałasu oraz tam gdzie nie utrudnia to wykonania obróbki, jak np. w pilarkach tarczowych do formatyzowania płyt wiórowych itp.

**Zastosowanie nadmuchu strumienia sprężonego powietrza** na obrabianą tarczę piły jest interesującym sposobem zmniejszenia hałasu w pilarkach tarczowych [7]. Z badań wynika, że na skutek zaburzeń turbulentnych zawirowania powietrza wokół tarczy spowodowanych ingerencją przeciwnie skierowanych strumieni powietrza można otrzymać przy pewnych optymalnie dobranych warunkach obróbki obniżenie hałasu rzędu 10÷13 dB (A).

## Przykład możliwości obniżenia hałasu przecinarki tarczowej do drewna PTG-6

Rozważana w pracy piła tarczowa do drewna posadowiona była w hali stolarni *Stocznia Remontowej Gryfia* w Szczecinie [7].

Na podstawie obowiązujących norm, przepisów oraz przeprowadzonej inwentaryzacji w wymienionej w stolarni opracowano rzeczową metodykę pomiarów na pile tarczowej PTG-6 w czasie jej pracy (hałas technologiczny) i podczas biegu jałowego [7]. Pomiary poziomu hałasu przeprowadzono precyzyjnym miernikiem akustycznym typu SVAN912 w przedwzmacniaczu typu SV01 i mikrofonem typu SV02/C4. Odczyty dokonywano z miernika i zapisywano w karcie pomiarowej dokonując w każdym przypadku badanej maszyny 10 pomiarów w obrysie ok. 0,5 m od maszyny.

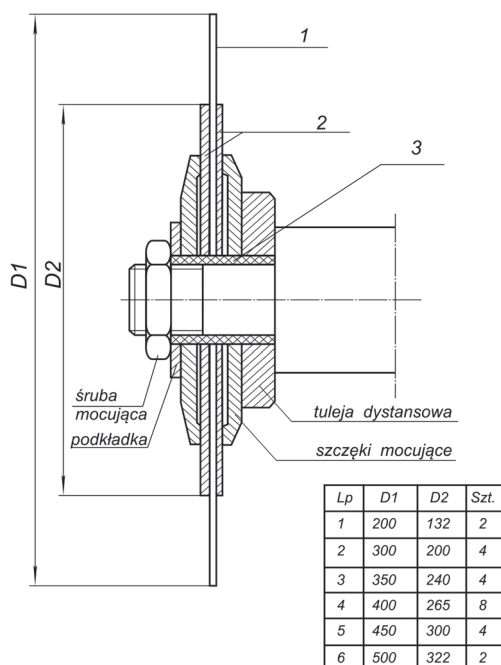
Głównym parametrem pomiarowym była funkcja *Meter Mode*, określająca poziom równoważny (ekwiwalentny) pracującej obrabiarki. Natomiast funkcja *Analyzer Mode* określała poziom widma hałasu badanej obrabiarki w zakresie częstotliwości 63÷8000 Hz oraz widmo sumaryczne *Total (L<sub>eq</sub>)*, które obrazuje rzeczywiste natężenie hałasu dotyczące ekstremum oraz minimum i było istotną informacją dla stwierdzenia rodzaju hałasu, efektywności planowanych zabezpieczeń antyhałasowych.

Analizując otrzymane wyniki badań hałasu piły tarczowej do drewna można stwierdzić, że: hałas piły PTG-6 jest bardzo wysoki w czasie pracy (hałas technologiczny) i wynosi 109 dB(A). Największe jego przekroczenia w stosunku do krzywej normowej N85 występują w zakresie 1000÷4000 Hz i wynoszą od 17÷22 dB. O taką wielkość należałoby więc obniżyć poziom hałasu przecinarki tarczowej, aby uzyskać przynajmniej wartości normatywne.

Koncepcja rzeczowej adaptacji akustycznej badanej pilarki tarczowej do drewna PTG-6 w celu zmniejszenia jej nadmiernego hałasu w czasie cyklu technologicznego cięcia drewna polegała na [7]:

- wytłumieniu drgań piły tarczowej,
- zainstalowaniu samonastawnej górnej osłony dźwiękochłonnej piły,
- wytłumieniu hałasu części dolnej piły, umieszczonej w części ssawnej pilarki (pod stołem pilarki).

Wytłumienie drgań tarczy piły polegało na zastosowaniu podkładek (tarcz) tłumiących, nałożonych z obydwu stron piły i dociśniętych płytami tarczowymi. Wymiary tarcz tłumiących były dostosowane do wymiaru średnicy piły i grubości ciętego materiału. Również drgania tarczy piły, które przenoszą się na korpus przecinarki poprzez wał pilarki (dodatkowe źródło hałasu), były oddzielone (odcięte) poprzez zastosowanie tulejki dystansującej. Koncepcję wytłumienia drgań wg omówionego sposobu pokazano na rys. 1.



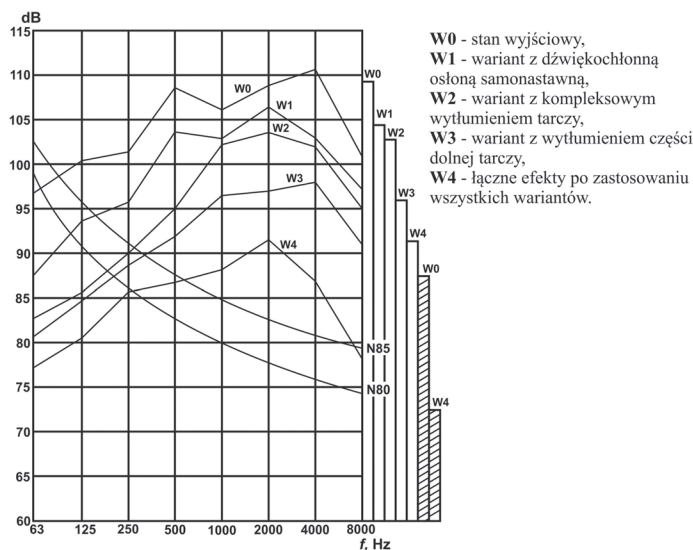
Rys. 1. Kompleksowe wytłumienie tarczy pilarki do drewna. 1 – tarcza pilarki, 2 – podkładki tłumiące, 3 – tuleja dystansująca

Samonastawna osłona dźwiękochłonna piły tarczowej (zamiast osłony bhp) podwieszona była na wsporniku stałym i prowadzona przez wodziki. Wspornik stały mocowany był do słupa nośnego, który znajdował się przy pilarence tarczowej. Słup nośny był dodatkowo (dobrze) usztywniony, celem zminimalizowania odchylenia osłony względem tarczy piły w trakcie obróbki do minimum. Osłona samouchylna (samonastawna) odchyła się kątowo pod wpływem naporu materiału obrabianego tylko na wysokość jego grubości, a po przeprowadzeniu operacji cięcia, wracała do pierwotnego położenia. Tym sposobem część robocza tarczy piły podczas ruchu jałowego (piła nie wykonuje cięcia) była całkowicie zasłonięta, a w przypadku pracy była odsłonięta minimalna powierzchnia piły, której wielkość limitowała grubość ciętego detalu. Fale akustyczne powstające na obwodzie tarczy, były pochłaniane przez obudowę dźwiękochłonną.

Część dolna piły tarczowej (pod stołem pilarki) tłumiona była na swojej roboczej powierzchni obustronnie, poprzez zainstalowanie dwóch płyt tłumiących I i II. Pierwsza zamocowana śrubami do korpusu pilarki (płyta II), a druga do zdejmowalnej osłony przedniej ssawy (płyta I). Płyta tłumiąca I posiadała ponadto dwa urządzenia tłumiące, które eliminowały dodatkowo obwodowe drgania tarczy piły, w jej części dolnej na jej czynnej powierzchni roboczej. Płyta tłumiąca II wykonana była z twardego w jej dolnej części z twardego impregnowanego drewna i ściśle przylegała do dolnej części tarczy.

Łączne działania wyciszeniowe przedstawione powyżej, dały po rzeczowym wykonaniu efekt akustyczny, który przedstawiono graficznie na rys. 2.

Z analizy otrzymanych efektów przedstawionych na tym rysunku wynika, że w wyniku kompleksowych działań wyciszających na pilarence tarczowej PTG-6, otrzymano znaczną redukcję hałasu w zakresie wysokich częstotliwości, a także redukcję hałasu technologicznego o ok. 17 dB(A) oraz redukcję hałasu biegu jałowego pilarki o 14 dB(A). Zważywszy, że w czasie produkcji w ciągu 8-godzinnej pracy hałasy



Rys. 2. Efekty wdrożonych rozwiązań wytłumienia hałasu pilarki tarczowej PTG-6: słupki jasne – hałas technologiczny, słupki zakreślane – hałas biegu jałowego

te występują przeciętnie w proporcji 50:50, ekwiwalentny poziom hałasu dla tej pilarki wynosił 82,5 dB(A), a więc był poniżej dopuszczalnej normy 85 dB(A) (PN-ISO1999:2000) i blisko krzywej normowej N80.

## Podsumowanie i wnioski

Analizując efektywne korzyści wynikające z wprowadzonych i wdrożonych działań wyciszeniowych można stwierdzić, iż zmniejszenie hałasu omawianej obrabiarki do drewna średnio o ok. 15 dB można uznać za sukces, gdyż zwalczanie bardzo wysokich poziomów hałasu technologicznego tego typu maszyn, co wynika z analizy literatury, jest bardzo trudne.

Wprowadzając pojęcie efektywnego wskaźnika obniżenia hałasu [5], który można ocenić wzorem:

$$E = \frac{M \Delta dB}{ppb} \left[ \frac{\text{osoba dB}}{\text{zł}} \right] \quad (1)$$

po wprowadzonych działaniach wyciszeniowych można stwierdzić, iż przy  $M$  – liczbie osób narażonych pośrednio i bezpośrednio na hałas (ok. 85 osób) i  $\Delta dB$  – średnim obniżeniu hałasu (15 dB) oraz przy  $ppb$  – średniej kwocie, którą zakład miałby przeznaczyć na działania wyciszające (300 zł na osobę narażoną), otrzymujemy  $E = 4,2$  osobo dB/zł.

Jest to wysoki wskaźnik efektywności mówiący, iż po wprowadzeniu tych działań energia hałasu docierającego do każdego narażonego (pośrednio lub bezpośrednio) na hałas zmniejszy się o ok. 30÷40%. Spowoduje to bardzo wyraźną poprawę komfortu akustycznego na terenie hali stolarni, co zwiększy na pewno wydajność i jakość pracy, a także zmniejszy absencję chorobową spowodowaną niekorzystnym oddziaływaniem hałasu. Poprawie uległy na pewno czynniki zdrowotne i związane z pracą czynniki funkcjonalne pracowników w omawianej stolarni, szczególnie pracujących na omawianej przecinacze tarczowej.

## LITERATURA

- [1] Z. Engel: Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. PWN, Warszawa 2004.
- [2] Cz. Cempel: Wibroakustyka stosowana. PWN, Warszawa 1997.
- [3] Cz. Puzyna: Zwalczanie hałasu w przemyśle. t. 1 i 2. WNT, Warszawa 1986.
- [4] E. Ja. Judin: Borba c szumom na proizwodstwie. Spravochnik. Maszinstrojenje, Moskwa, 1990.
- [5] W. Rybarczyk: Hałas w przemyśle i jego ograniczanie. Centrum Zastosowań Ergonomii, Zielona Góra 1997.
- [6] J. Sadowski: Inż. Ap. Chem. 48, nr 2, 125 (2009).
- [7] K. Wernerowski, J. Sadowski: Przyczyny i możliwości obniżenia hałasu w Stoczni Remontowej „Gryfia” w Szczecinie. Praca Naukowo-Badawcza (niepublikowana) 1994.
- [8] F. Heydt, J. Schwarz: Geräuschemission von mehrseitigen Hobel- und Fräsmaschinen für Holzbearbeitung und Massnahmen zur Lärminderung BAU-Dortmund 1988.