

Wpływ średnicy drewna na wielkość drgań na uchwytach pilarki podczas przerzynki

Streszczenie

W artykule przedstawiono zagadnienie wpływu techniki przerzynki drewna oraz jego średnicy na poziom drgań rejestrowanych na uchwytach pilarki spalinowej. Autor próbuje również znaleźć zależności funkcyjne pomiędzy średnicą ciętego drewna, a wielkością drgań mierzonych na uchwytach pilarki. Przedstawione badania mogą przyczynić się do poznania czynników intensyfikujących drgania podczas przerzynki drewna o różnej średnicy i różnymi technikami oraz mogą być źródłem praktycznych wskazówek dla drwali operatorów pilarek spalinowych w kwestii zmniejszenia ich narażenia na drgania mechaniczne.

Wprowadzenie

Praca pilarką łańcuchową powoduje narażenie operatora na działanie hałasu, drgań oraz spalin. Ciągłe dążenie konstruktorów do zmniejszania masy oraz rozmiarów maszyny narzuca znaczne ograniczenia w budowie elementów odpowiedzialnych za ograniczenie emisji drgań, hałasu i spalin (tłumik, amortyzatory). Ten kierunek nie zawsze sprzyja trwałości elementów, a ich stan techniczny ma istotny wpływ na emisję drgań i hałasu przez pilarkę spalinową [4]. Inną z przyczyn drgań są też zmienne siły skrawania w czasie przecinania poszczególnych słoje drewna [1]. Natomiast J.M. Sowa [5] wykazał, że również czynniki związane z techniką pracy pilarką, mają istotny wpływ na wartość emisji drgań. Do tych czynników zaliczył on między innymi: wartość siły posuwu prowadnicy w rzazie, zmniejszenie ogranicznika grubości wióra ogniwa tnącego, prędkość obrotową wału korbowego silnika, rodzaj operacji technologicznej wykonywanej za pomocą pilarki spalinowej, a także używanie podczas cięcia ostrogi, czy samo cięcie górną lub dolną stroną prowadnicy.

Twardość drewna odgrywa ważną rolę podczas obróbki drewna oraz decyduje o wartości użytkowej elementów drewnianych narażonych na ścieranie. Odporność drewna na odkształcenia jest inna podczas działania sił statycznych i dynamicznych. Na twardość drewna wpływa wiele czynników, m.in. gęstość drewna, wilgotność, kierunek działania siły. Twardość drewna z reguły rośnie w miarę wzrostu jego gęstości. Drewno późne oraz o zwęższej strukturze wykazuje większą twardość niż drewno wczesne lub o luźnej strukturze.

Podjęte przez autora badania są próbą wyjaśnienia przyczyn powstawania drgań na skutek wykonywania przerzynki poprzecznej drewna o różnych średnicach i różnymi technikami.

Metodyka badań

Do badań została użyta pilarka spalinowa Stihl MS 250 półprofesjonalna pilarka małej mocy, której dane techniczne przedstawia tab. 1.

Pomiary drgań na uchwytach pilarki, przednim i tylnym, zostały wykonane z zachowaniem kierunków pomiaru zgodnie z normą ISO 7505 (rys. 1) i były przeprowadzone za pomocą miernika firmy Brüel & Kjær typ 2231 z zespołem i modulem do oceny wpływu drgań na człowieka typ 2522 w zakresie częstotliwości od 8 do 1000 Hz.

Podczas pomiarów na uchwytach pilarki urządzenie pomiarowe umożliwiało jednoczesną rejestrację następujących parametrów drgań:

- maksymalnej wartości szczytowej (MaxP),
- maksymalnej wartości skutecznej (MaxL),
- minimalnej wartości skutecznej (MinL),
- przyspieszenia równoważnego drgań (Aeq),
- sumy geometrycznej z trzech kierunków X, Y i Z (Aeq_{SUM}).

Pomiary drgań zostały przeprowadzone dla dwóch różnych technik przerzynki wałków: dolną i górną stroną prowadnicy bez użycia ostrogi na obydwu uchwytach. Do pomiarów zostało wykorzystane drewno sosnowe różniące się twardością, wilgotnością i średnicą (tab. 2).

Podczas pomiarów drgań na uchwytach pilarka była trzymana w rękach, natomiast poszczególne wałki drewna umieszczane były na stojaku i przymocowywane do niego za pomocą pasów ściskających.

Spadek zawartości wody w drewnie powoduje wzrost jego twardości i przy wilgotności mniejszej niż 8% kruchość drewna jest tak duża, że niemożliwe staje się oznaczenie twardości. Dlatego twardość drewna określa się przy wilgotności powyżej 8% [3].

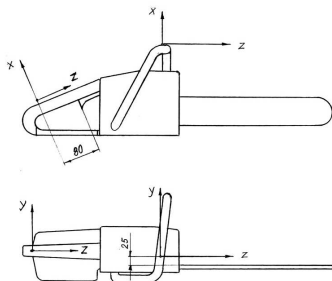
Tab. 1. Dane techniczne pilarki wykorzystanej do badań

Parametr	Wartość
Pojemność skokowa	45,4 cm ³
Moc	2,3 kW
Maksymalna prędkość obrotowa wału korbowego silnika	14000 obr·min ⁻¹
Masa bez piły i prowadnicy	4,6 kg
Podziałka piły łańcuchowej	1/4 cala
Długość prowadnicy	35 cm
Poziom ciśnienia akustycznego	99 dB (A)
Poziom mocy akustycznej	111 dB (A)
Poziom drgań uchwytu przedniego/tylnego	6,9/7,6 m·s ⁻²

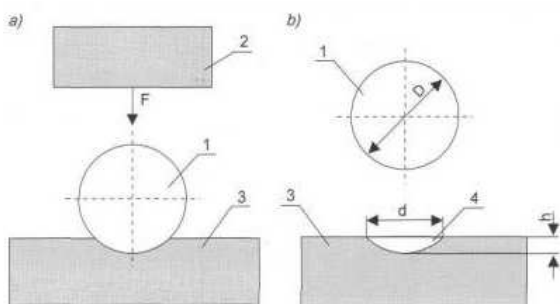
Tab. 2. Właściwości mechaniczne drewna wykorzystanego do badań

Średnica wałka [cm]	Twardość [MPa]	Wilgotność [%]
11,5	26,0	13,3
17,0	12,6	43,1
28,0	11,6	35,6

Badanie twardości drewna przeprowadzono metodą Brinella. Polega ona na wciskaniu w przekroju czołowym drewna stalowej kulki o średnicy 10 mm przy użyciu tej samej wielkości obciążenia 1000 N (rys. 2).



Rys. 1. Kierunki pomiarów drgań na uchwycie przednim i tylnym pilarki



Rys. 2. Schemat pomiaru twardości metodą Brinella: a) obciążenie próbki, b) odcisk, 1 - kulka metalowa (penetrator), 2 - siła obciążająca, 3 - próbka, 4 - odcisk, h - głębokość odcisku

Do wciskania kulki w drewno wykorzystano maszynę wytrzymałościową. Pod kulkę wkładano kalkę, aby jej odcisk był dobrze widoczny na drewnie. Po dokonaniu wciśnięcia kulki mierzono średnicę odcisku, a twardość badanej próbki obliczano ze wzoru:

$$T = \frac{2 \cdot P}{D\pi(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1)$$

w którym:

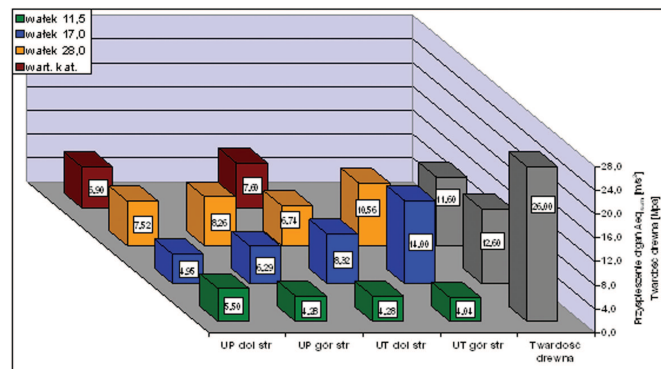
T - twardość drewna [MPa],
P - siła wciśnięcia [N],
D - średnica kulki wciskanej [mm]; stała równa 10 mm,
d - średnica odcisku [mm].

Dokonano po pięć pomiarów dla każdego wałka drewna, a następnie wyniki uśredniono.

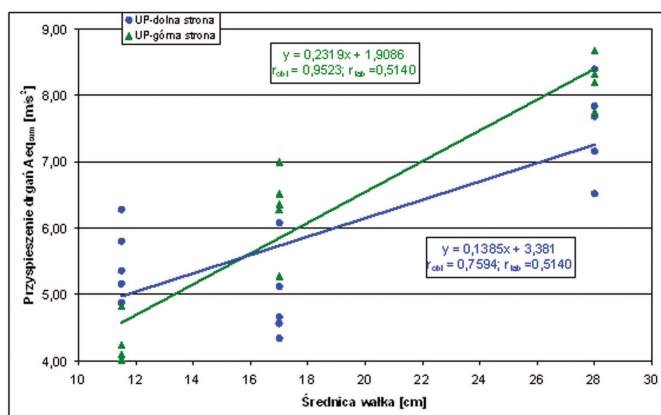
Wyniki badań i ich analiza

Z przeprowadzonych dotychczas pomiarów na rys. 3 przedstawiono otrzymane wyniki badań. Do analizy statystycznej zostały wzięte wartości sumy wektorowej skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych X, Y i Z. Mimo tego, że największą twardością cechuje się wałek najcieńszy, to uzyskano przy jego przerzynce relatywnie najniższe średnie wartości drgań na uchwytach: przednim 4,28 m·s⁻² i tylnym 4,04 m·s⁻².

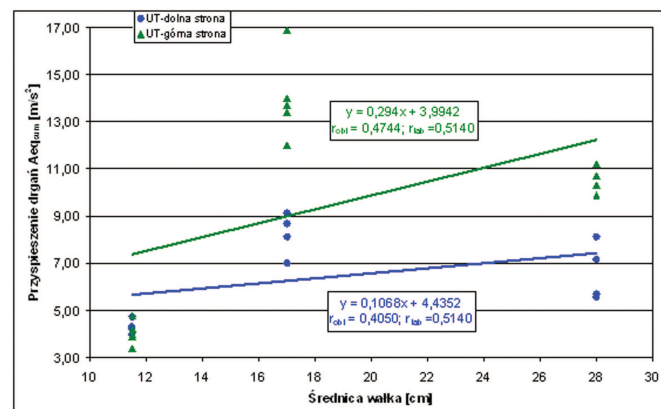
Natomiast w przypadku pomiarów drgań podczas przerzynki wałka średniej grubości uzyskano najwyższy poziom drgań na uchwycie tylnym 14,00 m·s⁻² i 6,29 m·s⁻² na uchwycie przednim, a dla wałka najgrubszego odpowiednio: od 7,52 m·s⁻² na uchwycie przednim do 10,56 m·s⁻² na uchwycie tylnym.



Rys. 3. Porównanie twardości drewna oraz wartości przyspieszeń drgań dla obydwu uchwytów pilarki



Rys. 4. Wpływ średnicy drewna na poziom drgań na uchwycie przednim pilarki



Rys. 5. Wpływ średnicy drewna na poziom drgań na uchwycie tylnym pilarki

Biorąc pod uwagę wyniki pomiarów drgań uzyskane podczas cięcia dolną i górną stroną prowadnicy należy zauważyć, że zarówno na uchwycie przednim jak i tylnym zanotowano większe wartości drgań używając przy cięciu górnej strony prowadnicy i dla wałka średniej grubości (od 27

do 68%) oraz dla wałka najgrubszego (od 10 do 57%), natomiast podczas przerzynki wałka najcieńszego nieznacznie większe wartości uzyskano stosując dolną stronę prowadnicy.

Aby dokładniej przyjrzeć się otrzymanym wynikom badań poddano je analizie statystycznej, dzięki której można stwierdzić, że zachodzi pewna prawidłowość (rys. 4 i 5).

Analiza statystyczna wykazała, że dla obydwu wariantów przerzynki (dolną i górną stroną prowadnicy) dla badanej pilarki wraz ze wzrostem średnicy przerzynanego drewna rośnie też poziom drgań na uchwytach pilarki przednim, i tylnym. Dla uchwytu przedniego zależność ta jest istotna statystycznie, gdyż współczynniki korelacji liniowej prostej - przy cięciu górną stroną ($r_{\text{obl}}=0,9523$), jak również przy cięciu dolną stroną ($r_{\text{obl}}=0,7594$) - są większe od wartości tablicowych ($r_{\text{tab}}=0,5140$).

Wnioski

1. Technika przerzynki istotnie wpływa na poziom drgań na uchwytach pilarki:

- podczas przerzynki wałków o średnicach 17 i 28 cm na uchwycie przednim drgania przy cięciu górną stroną prowadnicy są średnio o 18,5% większe niż przy cięciu dolną stroną prowadnicy,
- podobnie na uchwycie tylnym (dla tych samych wałków) drgania podczas cięcia górną stroną prowadnicy są średnio o 62,5% większe niż przy cięciu dolną stroną prowadnicy.

2. Wraz ze wzrostem średnicy poszczególnych wałków przerzynanego drewna wzrasta wartość przyspieszenia drgań $A_{\text{eq}_{\text{sum}}}$ na uchwytach pilarki. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że w przypadku uchwytu przedniego zależności te są istotne statystycznie.

3. Aby zminimalizować narażenie pilarza na niekorzystne oddziaływanie drgań, np. podczas operacji okrzyszowania lub przerzynki, należy unikać cięcia górną stroną prowadnicy.

Literatura

- [1] Botwin M., i inni: Drgania i hałasy przenośnych pilarek łańcuchowych o napędzie spalinowym. Zeszyty Naukowe SGGW, Leśnictwo nr 23, Warszawa 1976
- [2] ISO 7505: Forestry machinery. Chain saws. Measurement of hand-transmitted vibration, 1986
- [3] Kubiak M., Laurow Z.: Surowiec drzewny. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa 1994
- [4] Skarżyński J.: Analiza wpływu stanu technicznego silnika pilarki spalinowej na wielkość emitowanych przez nią drgań i hałasów. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej 2002, nr 7, Warszawa
- [5] Sowa J. M.: Analiza zagrożeń wibracyjnych operatorów pilarek spalinowych. Zastosowania ergonomii, nr 2, Zielona Góra 1998.

Influence of wood diameter on the level of vibrations on chain saw handles during wood cutting

Summary

This article presents the issue of the influence of wood cutting technique and the wood diameter on the level of vibrations registered on petrol chain saw handles. The author also tries to find functional relations between the diameter of the wood being cut and the level of vibrations measured on the chain saw handles. These investigations may contribute to learning factors which intensify vibrations during cutting wood of various diameters and various techniques, and they may be a source of practical tips for woodcutters petrol chain saw operators with reference to the reduction of their exposure to mechanical vibrations.