

WPŁYW TWARDOŚCI DREWNA NA POZIOM DRGAŃ UCHWYTÓW PILARKI SPALINOWEJ PODCZAS PRZERZYNKI

Jan Skarżyński, Krzysztof Wójcik

Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. W artykule przedstawiono zagadnienie wpływu twardości drewna na poziom drgań rejestrowanych na korpusie i uchwytach pilarek spalinowych podczas przerzynki. Autorzy próbują znaleźć zależności funkcyjne pomiędzy twardością (gatunkiem) skrawanego drewna, a wielkością drgań mierzonych na korpusie i uchwytach pilarek. Przedstawione badania mogą przyczynić się do poznania czynników intensyfikujących drgania podczas przerzynki drewna oraz mogą być źródłem praktycznych wskazówek dla drwali operatorów pilarek spalinowych w kwestii zmniejszenia ich narażenia na drgania mechaniczne.

Słowa kluczowe: pilarka spalinowa, gatunek drewna, twardość drewna, drgania

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 [Skarżyński 2002]. Inną z przyczyn drgań są też zmienne siły skrawania w czasie przecinania poszczególnych słoje drewna [Botwin i in. 1976]. Zaś Sowa [1998] wykazał, że również inne czynniki (związane z techniką pracy pilarką), mają istotny wpływ na wielkość emisji drgań. Do tych czynników zaliczył między innymi wielkość siły posuwu prowadnicy w rzucie, 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 zwartej strukturze wykazuje większą twardość niż drewno wczesne lub o luźnej strukturze.

Podjęte przez nas badania obejmujące różne modele pilarek, są próbą wyjaśnienia przyczyn powstawania drgań na skutek wykonywania przerzynki poprzecznej drewna. Droga do tego celu jest ustalenie związków między twardością drewna (gatunkiem), a wielkością drgań występujących na korpusie pilarki i na uchwytach sterujących podczas przerzynki.

Materiał i metody

Do badań zostały użyte dwie pilarki spalinowe: Husqvarna 357XP – profesjonalna pilarka średniej mocy oraz Stihl MS250 – półprofesjonalna pilarka małej mocy, których dane techniczne przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Dane techniczne pilarek wykorzystanych do badań
Table 1. Specifications of sawing machines used for the research purposes

Parametr	Jednostka	Husqvarna 357 XP	Stihl MS250
Pojemność skokowa	cm ³	56,5	45,4
Moc	kW	3,2	2,3
Maksymalna prędkość obrotowa wału korbowego silnika	obr·min ⁻¹	14 000	14 000
Masa bez piły i prowadnicy	kg	5,5	4,6
Podziałka piły łańcuchowej	cale	3/8	1/4
Długość prowadnicy	cm	38	35
Poziom ciśnienia akustycznego	dB (A)	101	99
Poziom mocy akustycznej	dB (A)	114	111
Poziom drgań uchwytu przedniego/tylnego	m·s ⁻²	3,9 / 4,2	6,9 / 7,6

Źródło: katalog Husqvarna 2006 i Stihl 2005/2006

Pomiary drgań na uchwytach pilarek: przednim i tylnym zostały wykonane z zachowaniem kierunków pomiaru zgodnie z normą ISO 7505 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 i na korpusie pilarki urządzenie pomiarowe umożliwiała jednoczesną rejestrację następujących parametrów drgań:

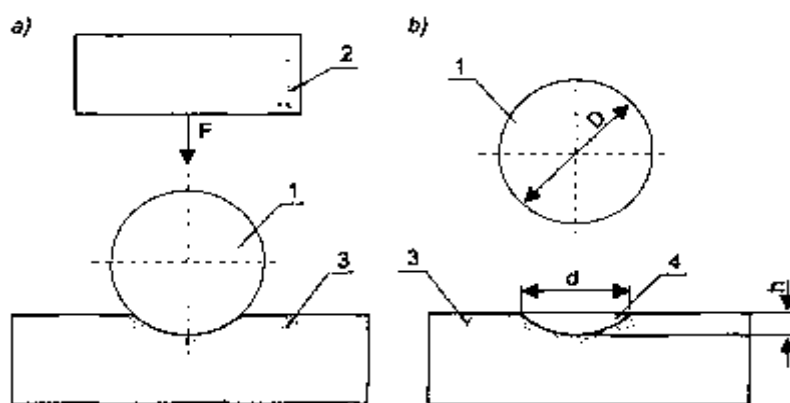
- maksymalnej wartości szczytowej (MaxP),
- maksymalnej wartości skutecznej (MaxL),
- minimalnej wartości skutecznej (MinL),
- przyspieszenia równoważnego drgań (Aeq),
- sumy geometrycznej z trzech kierunków X, Y i Z (Aeq_{SUM}).

Pomiary drgań zostały przeprowadzone dla dwóch różnych stanów pracy silnika pilarek: podczas przerzynki wałków dolną stroną prowadnicy bez użycia ostrogi oraz bez cięcia. Do pomiarów zostało wykorzystane świeżo ścięte drewno czterech gatunków różniących się twardością: osikowe, sosnowe, brzoźowe i dębowe. Średnica przerzynanych wałków wahała się w granicach 16-29 cm, wilgotność 54,7-79,1%, a twardość 15,8-31,5 MPa.

Podczas pomiarów drgań na uchwytach pilarka była trzymana w rękach, natomiast podczas pomiarów drgań na korpusie bez cięcia była zawieszona swobodnie za pomocą elastycznego cięgna na poziomej belce, ok. 50 cm nad powierzchnią ziemi.

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% [Kubiak, Laurow 1994].

Badanie twardości drewna przeprowadzono metodą Brinella, która polega na wciskaniu w drewno stalowej kulki o średnicy 10 mm przy użyciu tej samej wielkości obciążenia 1000 N (rys. 1).



Źródło: www.ultra.wsp.krakow.pl/~kmr/Brinell.htm

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

Fig. 1. Hardness measuring using the Brinell method. Sample load (a), imprint (b). 1 - metal ball (penetrator), 2 - loading force, 3 - sample, 4 - imprint, h - imprint depth

Do wciskania kulki w drewno, została wykorzystana maszyna wytrzymałościowa. Pod kulkę wkładano kalkę, aby jej odcisk był dobrze widoczny na drewnie. Po dokonanych wciśnięciach kulki mierzono średnicę odcisku, a twardość badanej próbki obliczano ze wzoru:

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

gdzie:

T – twardość drewna [MPa],

P – siła wcisku [N],

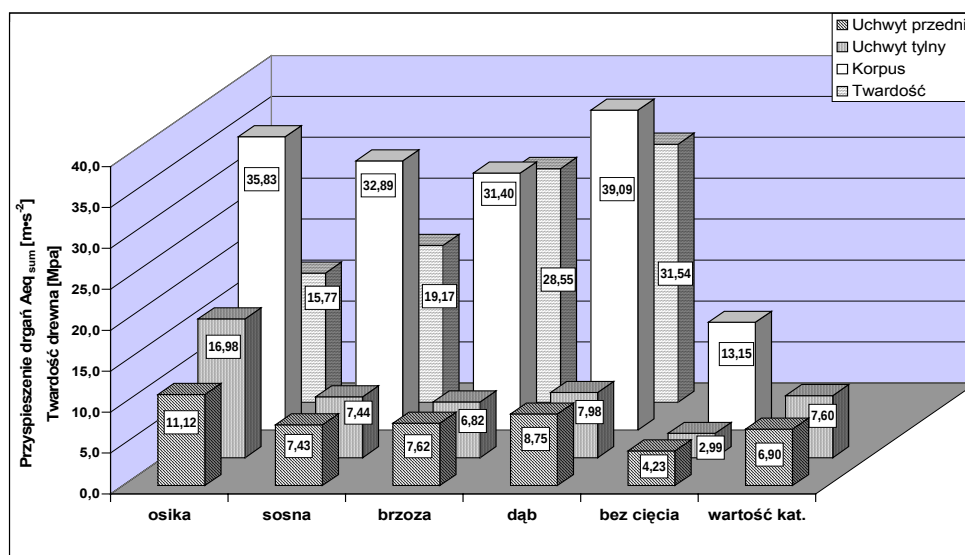
D – średnica kulki wciskanej [mm]; stała równa 10 mm,

d – średnica wcisku [mm].

W badaniach wykorzystano próbki pochodzące z drewna użytego do pomiaru drgań podczas przerzynki. Dokonano po sześć pomiarów dla każdego gatunku drewna, a następnie wyniki uśredniono.

Wyniki badań i ich analiza

Do tej pory zostały przeprowadzone wstępne badania dla dwóch pilarek wymienionych wyżej, a część wyników przedstawia rys. 2 i 3. Do dalszej analizy statystycznej zostały wzięte wartości sumy wektorowej skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych X, Y i Z. Niezależnie od gatunku i miejsca pomiaru najwyższe wartości drgań odnotowano dla pilarki Stihl (rys. 2). Mimo tego, że najmniejszą twardością cechuje się osika, to uzyskano przy jej przerzynce najwyższe (z czterech rozpatrywanych gatunków) średnie wartości drgań na uchwytach: przednim $11,12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ i tylnym $16,98 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Natomiast w przypadku pomiarów drgań na korpusie silnika pilarki najwyższą wartość odnotowano dla drewna dębowego ($39,09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$), a najniższą dla brzoźowego ($31,40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$).

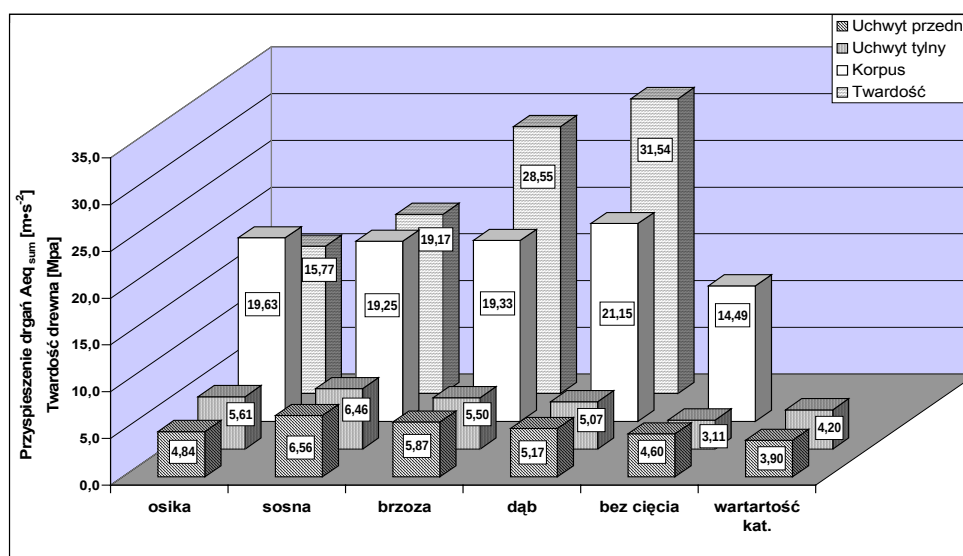


Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 2. Porównanie twardości drewna oraz wartości przyspieszeń drgań dla pilarki Stihl MS250
Fig. 2. Comparison of timber hardness and vibration acceleration values for the Stihl MS250 sawing machine

Biorąc pod uwagę wyniki pomiarów drgań uzyskane dla pilarki Husqvarna można stwierdzić, że na korpusie najwyższą wartość $21,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ odnotowano dla drewna dębowego, a najniższą $19,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ dla drewna sosnowego. A na uchwytach odpowiednio: najwyż-

szą wartość $6,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ dla uchwytu przedniego i $6,46 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ dla tylnego przy przerzynce sosny, a najniższą na uchwycie przednim dla drewna osikowego ($4,84 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) i na uchwycie tylnym ($5,07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) dla drewna dębowego.



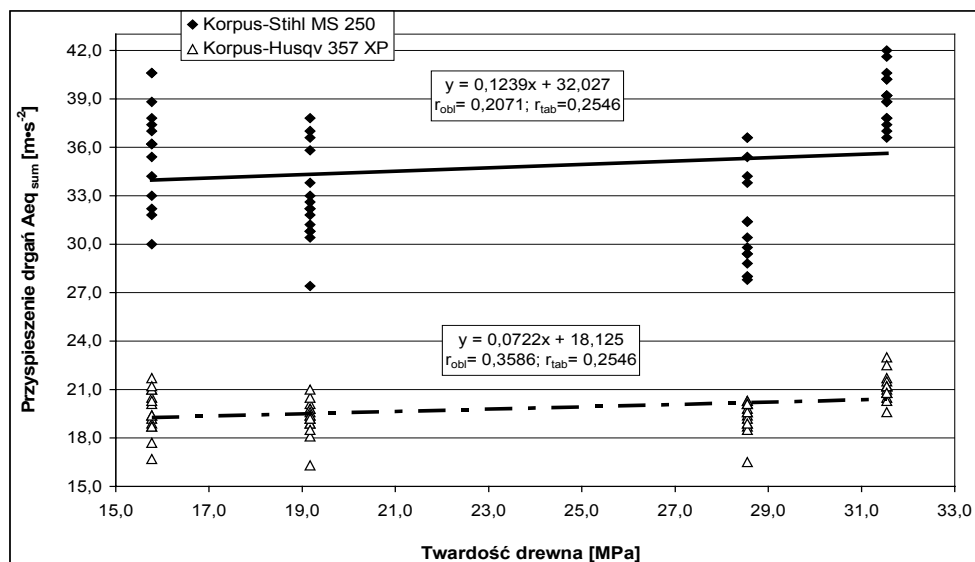
Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 3. Porównanie twardości drewna oraz wartości przyspieszeń drgań dla pilarki Husqvarna 357 XP
Fig. 3. Comparison of timber hardness and vibration acceleration values for the Husqvarna 357 XP sawing machine

Mimo tego, iż różnice w twardości pomiędzy poszczególnymi gatunkami są istotne, tak wartości pomierzonych drgań dla poszczególnych gatunków nie różnią się istotnie. Takiego stanu rzeczy należy upatrywać w zróżnicowanej budowie wewnętrznej drewna, gdyż do badań zostały użyte gatunki iglaste (sosna) i liściaste (pozostałe). Ponadto były to gatunki o budowie pierścieniowo naczyniowej (sosna, dąb) oraz rozpięchło naczyniowej (osika i brzoza).

Jednak po poddaniu dokładniejszej analizie statystycznej otrzymanych wyników badań można stwierdzić, że zachodzi pewna prawidłowość (rys. 4.).

Analiza statystyczna wykazała, że dla obydwu badanych pilarek wraz ze wzrostem twardości drewna rośnie też poziom pomierzonych drgań na korpusie pilarki. Dla pilarki Husqvarna 357 XP zależność ta jest istotna statystycznie, gdyż obliczony współczynnik korelacji liniowej prostej ($r_{obl}=0,3586$) jest większy od wartości tablicowej ($r_{tab}=0,2546$).



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 4. Wpływ twardości drewna na poziom drgań na korpusie pilarek spalinowych

Fig. 4. Timber hardness impact on the level of vibrations on sawing machine body

Wnioski

1. Twardość drewna nie ma istotnego wpływu na poziom drgań pomierzonych na korpusie i na uchwytach pilarki Stihl MS 250.
2. Twardość drewna ma istotny wpływ na poziom drgań pomierzonych na korpusie pilarki Husqvarna 357 XP.

Bibliografia

- Botwin M. i in.** 1976. Drgania i hałasy przenośnych pilarek łańcuchowych o napędzie spalinowym. Zeszyty Naukowe SGGW, Leśnictwo nr 23. Warszawa. s. 27-31
- Kubiak M., Laurow Z.** 1994. Surowiec drzewny. Fundacja „Rozwój SGGW”. Warszawa. ISBN 83-86241-33-0.
- Skarżyński J.** 2002. Analiza wpływu stanu technicznego silnika pilarki spalinowej na wielkość emitowanych przez nią drgań i hałasów. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej. Nr 7. Warszawa. s. 20-23
- Sowa J.M.** 1998. Analiza zagrożeń wibracyjnych operatorów pilarek spalinowych. Zastosowania ergonomii. Nr 2. Zielona Góra. s. 189-196
- ISO 7505: 1986. Forestry machinery. Chain saws. Measurement of hand-transmitted vibration.

TIMBER HARDNESS IMPACT ON THE LEVEL OF VIBRATIONS IN I.C.E.-POWERED SAWING MACHINE GRIPS DURING CUTTING

Abstract. The paper presents the issue of timber hardness impact on the level of vibrations registered on the body and grips of I.C.E.-powered sawing machines during cutting. The authors try to find function relations between cut timber hardness (sort), and the level of vibrations measured at sawing machine body and grips. Presented research may contribute to identifying factors that intensify vibrations during timber cutting, and may be the source of practical guidelines for cutters - I.C.E.-powered sawing machine operators, as regards the issue of reducing their personal exposure to mechanical vibrations.

Key words: I.C.E.-powered sawing machine, timber sort, timber hardness, vibrations

Adres do korespondencji:

Jan Skarżyński; e-mail: jan_skarzynski@sggw.pl
Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 164
02-787 Warszawa