

WPŁYW TECHNIKI PRACY PRZY PRZERZYNCIE DREWNA NA DRGANIA I SIŁY NA UCHWYTACH PILARKI SPALINOWEJ

Krzysztof Wójcik, Jan Grzegorz Skarżyński

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

Streszczenie. W artykule omówiono zagadnienie wpływu techniki pracy przy wykonywaniu przerzynki drewna na drgania i siły występujące na uchwytach pilarki spalinowej. Występowanie drgań na uchwytach pilarki spalinowej jest sprawą znaną i oczywistą. Ich absorbowanie przez kończyny górne może być tym większe, im większy jest nacisk utrzymywany na uchwytach pilarki przez operatora. Celem opracowania jest poznanie wielkości przyspieszenia drgań na uchwytach pilarki spalinowej, oraz wielkości sił nacisku dłoni operatora na te uchwyty przy wykonywaniu przerzynki drewna różnymi technikami wykonywania rzazu przerzynającego. Na podstawie badań można stwierdzić, że najmniejsze zagrożenie drganiami występuje przy cięciu dolną stroną prowadnicy bez ostrogi, a najmniejsze siły nacisku wywierane są przez operatora przy wykonywaniu przerzynki górną stroną prowadnicy bez ostrogi.

Słowa kluczowe: pilarka spalinowa, przerzynka, drgania, siły

Wstęp i cel

Wszystkie maszyny posiadające elementy wibrujące lub obciążone zewnętrznymi siłami zmiennymi podlegają drganiom. Ich intensywność może być powodem powstawania narażenia, absorbowanego przez operatora stykającego się z daną maszyną, co nie jest obojętne dla jego zdrowia. Podobnie jest z pilarką przenośną z piłą łańcuchową, która podczas procesu pracy utrzymywana jest w rękach operatora. Przyjmując jako kryterium zagrożenie zdrowia pilarsza, najbardziej istotne są drgania występujące na uchwytach pilarki. Wielkość i intensywność tych drgań zależy nie tylko od masy pilarki, parametrów silnika, również od sposobu połączenia zespołu sterującego (uchwytów) z układem tnącym, ale także od siły nacisku dłoni na uchwyt przedni i tylny i od sposobu cięcia, które to czynniki są bezpośrednio zależne od operatora pilarki [Sowa 1989, 1995; Więsik, Wójcik 2006]. Wielkość sił nacisku, z jakim utrzymywana jest przez operatora pilarka, może mieć wpływ na powstawanie dodatkowych większych drgań. Ale również, co wydaje się bardziej istotne, na zwiększoną ich absorpcję poprzez kończyny górne operatora na jego organizm, szczególnie przy wywieraniu zbyt dużego i niepotrzebnego nacisku na uchwyty pilarki.

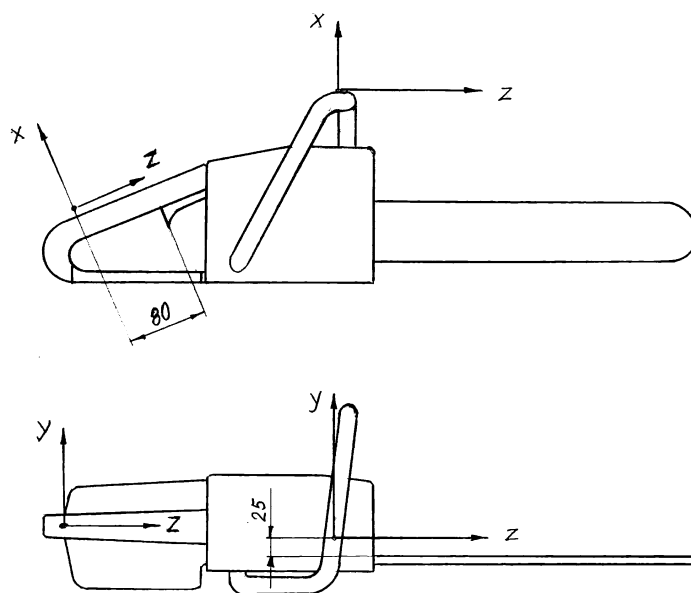
Celem opracowania było zatem poznanie wielkości przyspieszenia drgań na uchwytach pilarki spalinowej, oraz wielkości sił nacisku dłoni operatora na te uchwyty przy wykonywaniu przerzynki drewna różnymi technikami wykonywania rzazu przerzynającego.

Metodyka badań

Badaniom poddana została pilarka spalinowa firmy Husqvarna H 254 XP o pojemności skokowej 54 cm³, mocy 3,0 kW i deklarowanych przez producenta drganiach na uchwycie przednim i tylnym odpowiednio 4,0 i 8,2 m·s⁻². Podczas badań wykonywano przerzynkę wałków świeżego drewna sosnowego o dwóch średnicach (14 i 24 cm) i w trzech przypadkach wykonywania rzazu przerzynającego:

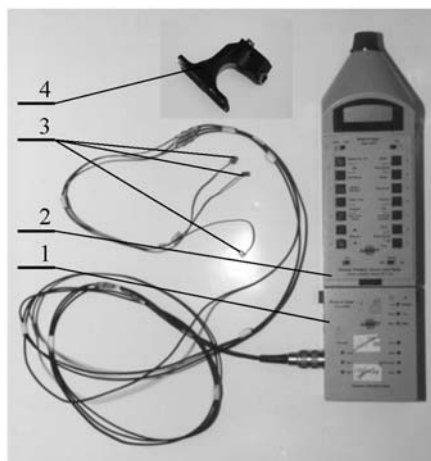
- przerzynka dolną stroną prowadnicy bez użycia ostrogi,
- przerzynka górną stroną prowadnicy bez użycia ostrogi,
- przerzynka dolną stroną prowadnicy z użyciem ostrogi.

Do pomiaru przyspieszenia drgań na uchwytach wykorzystano zestaw pomiarowy firmy Brüel & Kjaer o parametrach i możliwościach pomiarowych zgodnych z zaleceniami norm przedmiotowych (pomiar przyspieszenia drgań w trzech wzajemnie prostopadłych do siebie kierunkach – x, y, z – rys. 1). Zestaw ten składał się miernika poziomu dźwięku typ 2231, modułu aplikacyjnego do oceny wpływu drgań na człowieka typ 2522 i trzech akcelerometrów piezoelektrycznych o czułości 65,8 mV·g⁻¹ umieszczonych w specjalnym suporcie (rys. 2) umożliwiającym trójkierunkowy pomiar przyspieszenia drgań na uchwytach badanej pilarki spalinowej.



Rys. 1. Mocowanie czujników drgań na uchwytach pilarki wg ISO 7505 i ISO 22867

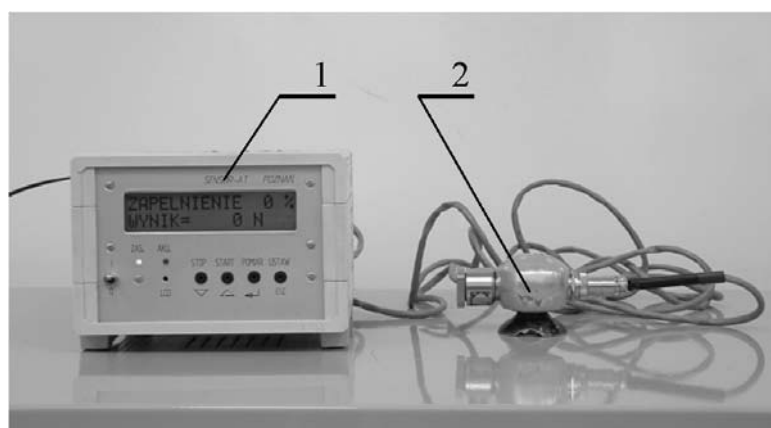
Fig. 1. Fixing of vibration pick-ups onto sawing machine grips - according to ISO 7505 and ISO 22867



Rys. 2. Miernik poziomu dźwięku Brüel& Kjær typ 2231: 1 - moduł aplikacyjny, 2 - jednostka centralna, 3 - akcelerometry, 4- suport

Fig. 2. The Brüel& Kjær sound level meter, type 2231: 1 - application module, 2 - central unit, 3 - accelerometers, 4 - support

Natomiast pomiar sił przeprowadzono przy użyciu zestawu pomiarowego firmy SENSOR – AT (rys. 3) do tensometrycznego pomiaru sił nacisku na uchwyty sterowniczych maszyn i urządzeń obsługiwanych ręcznie. Zestaw ten umożliwiał pomiar sił nacisku w zakresie od 0 do 250 N i składał się z miernika cyfrowego typ UWP – 7 ze wzmacniaczem ładunku i łącza kablowego z czujnikiem siły zbudowanym z czterech tensometrów oporowych typ LC 113/12 w układzie mostkowym.

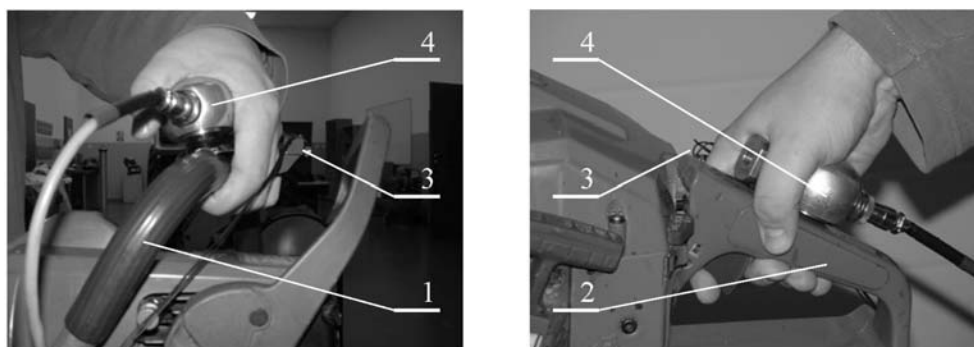


Rys. 3. Zestaw pomiarowy firmy SENSOR - AT: 1 - miernik cyfrowy, 2 - czujnik siły

Fig. 3. Measuring set from SENSOR - AT: 1 - digital meter, 2 - power detector

Badania przeprowadzone zastały na specjalnie przygotowanym stanowisku z zachowaniem warunków pomiarowych wskazanych w odpowiednich normach przedmiotowych.

Dokumentami odniesienia były dwie normy międzynarodowe ISO 7505, ISO 22867 i normy polskie PN-91/N-01352, PN-91/N-01353. Na rysunku 4 przedstawiono sposoby pomiaru drgań i sił na uchwytach pilarki spalinowej z zastosowaniem wyżej wymienionej legalizowanej aparatury badawczej.



Rys. 4. Pomiar sił nacisku i drgań na uchwytach podczas pracy pilarki na pełnym obciążeniu podczas przerywania wałków o średnicy 14 i 24 cm (zakres prędkości od 6500 do 10500 obr·min⁻¹): 1 - uchwyt przedni, 2 - uchwyt tylny, 3 - suport czujników drgań, 4 - czujnik siły nacisku

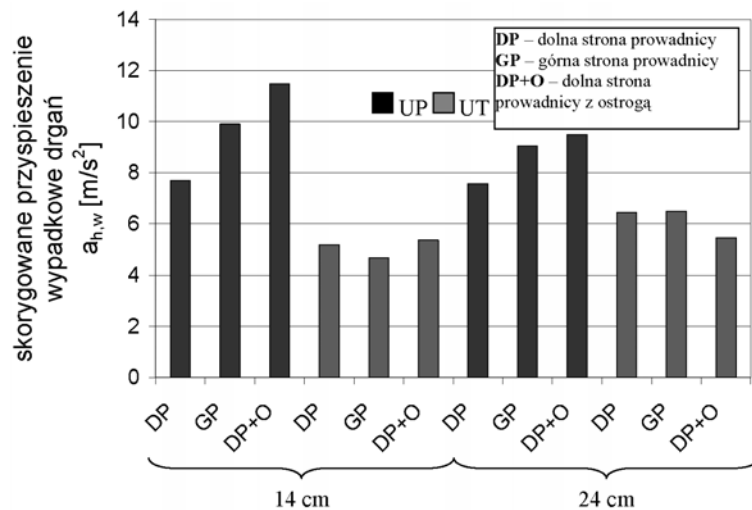
Fig. 4. Measurement of pressure forces and vibrations on the grips during sawing machine operation at full load while cutting rollers, 140 and 240 mm in diameter (speed range from 6500 to 10500 rpm): 1 - front grip, 2 - rear grip, 3 - support for vibration pick-ups, 4 - pressure force sensor

Wyniki badań

W wyniku przeprowadzonych badań można stwierdzić, że niezależnie od średnicy przerywanego drewna drgania o mniejszej wartości występują na uchwycie tylnym (UT) niż przednim (UP) pilarki spalinowej. Podobnie jest w przypadku wartości siły nacisku (rys. 5, 6).

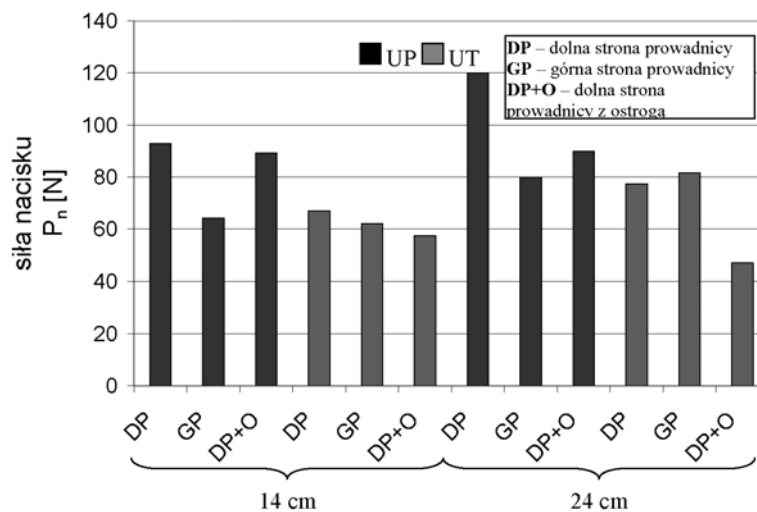
Na rysunku 5 przedstawiono wartości średnie drgań występujących na uchwytach pilarki przy różnych wariantach wykonywania przerywania. Największe wartości drgań obserwujemy przy wykonywaniu tej operacji dolną stroną prowadnicy z użyciem ostrogi, a najmniejsze przy wykonywaniu przerywania dolną stroną prowadnicy bez ostrogi, czyli techniką preferowaną najczęściej wśród zawodowych operatorów pilarek spalinowych.

W porównaniu do drgań deklarowanych przez producenta badanej pilarki na uchwycie przednim ($a_p = 4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$), wartości podczas badań przekraczały je prawie dwukrotnie, a w przypadku uchwytu tylnego ($a_p = 8,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) były znacznie mniejsze.



Rys. 5. Skorygowane przyspieszenia wypadkowe drgań na uchwytach pilarki spalinowej przy przerzynce drewna (wartości średnie)

Fig. 5. Corrected resultant accelerations for vibrations on I.C.E.-powered sawing machine grips during wood cutting (average values)



Rys. 6. Siła nacisku na uchwytach pilarki spalinowej przy przerzynce drewna (wartości średnie)

Fig. 6. Pressure force on grips of the I.C.E.-powered sawing machine while cutting timber (average values)

W przypadku siły nacisku na uchwyty pilarki największą wartość była przy wykonywaniu przerzynki dolną stroną prowadnicy bez ostrogi, a najmniejsza przy wykonywaniu rzazu górną stroną prowadnicy bez ostrogi. Przy czym wartość średnia siły nacisku przy wykonywaniu przerzynki drugim z wariantów (górną stroną prowadnicy bez ostrogi) była znacznie mniejsza niż w pozostałych dwóch przypadkach.

Jeżeli chodzi o wartości przyspieszenia drgań, to w każdym z przypadków (niezależnie od średnicy i techniki wykonywania rzazu), przekraczają one dopuszczalną wartość określoną w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 10 października 2005 r. (Dz.U.2005, nr 212, 1769), wynoszącą $2,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Przekroczenie wartości granicznej skutkuje w praktyce ograniczeniem dopuszczalnego czasu pracy. Biorąc pod uwagę wartości sił na uchwytach pilarki spalinowej, ograniczenie czasu pracy może ulec dalszej i większej zmianie, spowodowanej zmęczeniem operatora pilarki. Siły na uchwytach nie przekraczają dopuszczalnej wartości siły nacisku (120 N) określonej w normie przedmiotowej.

Wnioski i stwierdzenia

1. Niezależnie od techniki wykonywania rzazu i średnicy przerzynanego drewna większe wartości drgań i sił nacisku na uchwytach badanej pilarki spalinowej są na uchwycie przednim.
2. Zagrożenie drganiami jest największe przy wykonywaniu przerzynki dolną stroną prowadnicy przy użyciu ostrogi, niezależnie od średnicy drewna, najmniejsze natomiast przy cięciu drewna dolną stroną prowadnicy.
3. Z uwagi na siły nacisku, na uchwyty pilarki spalinowej, najbardziej preferowaną okazuje się metoda wykonywania przerzynki drewna górną stroną prowadnicy, niezależnie od jego średnicy. Jednak siły nacisku w przypadku wykonywania rzazu dolną stroną prowadnicy z użyciem ostrogi nie odbiegają od wartości sił przy wykonywaniu rzazu górną i dolną stroną prowadnicy bez użycia ostrogi.

Bibliografia

- Więsik J., Wójcik K. 2006. Drgania pilarki – jak je zmniejszyć? Drwal – Pismo Przedsiębiorców Leśnych, Nr 5, s. 14-16.
- Sowa J. M. 1989. Wpływ czynników techniczno-technologicznych na poziom drgań mechanicznych pilarek spalinowych. Zesz. Nauk AR w Krakowie, ser. Sesja Nauk. Z. 23, s. 183-191.
- Sowa J. M. 1995. Badania nad określeniem modeli funkcji stanu zagrożeń od drgań pilarek spalinowych Ministra procesie pozyskania drewna. Zesz. Nauk AR w Krakowie, ser. Rozprawy nr 205, s. 9-102.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 10 października 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.
- ISO 7505: 1986. Forestry Machinery – Chain saws – Measurement of hand – transmitted vibration.
- ISO 22867: 2004. Forestry Machinery – Vibration test code for portable hand-held machines with internal combustion engine – Vibrations at the handles
- PN – 91/N – 01352: 1991. Drgania – zasady wykonywania pomiarów na stanowiskach pracy.
- PN – 91/N – 01353: 1991. Drgania – Dopuszczalne wartości przyspieszenia drgań oddziałujących na organizm człowieka przez kończyny górne i metody oceny narażenia.

THE IMPACT OF WORK TECHNIQUE DURING TIMBER CUTTING ON VIBRATIONS AND FORCES ON I.C.E.-POWERED SAWING MACHINE GRIPS

Abstract. The article discusses the issue of timber cutting work technique impact on vibrations and forces observed on I.C.E.-powered sawing machine grips. Occurrence of vibrations on I.C.E.-powered sawing machine grips is well known and obvious. Their absorption by upper limbs may increase with increasing pressure exerted on sawing machine grips by its operator. The purpose of the study is to get to know the value of vibrations acceleration on I.C.E.-powered sawing machine grips, and the value of pressure forces exerted by operator's hands on these grips while cutting timber using various techniques of making saw cuts. Completed tests allow to state that vibration exposure hazard is lowest when cutting with bottom part of guide without spur, and operator exerts lowest pressure forces when making a cut with upper part of guide without spur.

Key words: I.C.E.-powered sawing machine, cutting, vibrations, forces

Adres do korespondencji:

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