

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POMIARU TEMPERATURY UKŁADU TNĄCEGO W ANALIZIE SPRAWNOŚCI PRACY PILARKI SPALINOWEJ

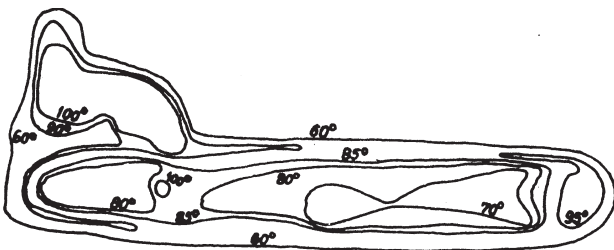
Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań wpływu różnych czynników na temperaturę układu tnącego pilarki spalinowej. Badania dokonywano mierząc temperaturę układu tnącego za pomocą termopary oraz wykorzystując kamerę termowizyjną. Dokonano oceny przydatności metod związanych z pomiarem temperatury układu tnącego do określania sprawności mechanicznej pilarek spalinowych.

Wprowadzenie

Działaniu każdej maszyny lub urządzenia towarzyszą różne zjawiska, których analiza umożliwia ocenę jakości i prawidłowości jej pracy. Zaliczyć do nich możemy m.in.: hałas, drgania, odkształcenia i nagrzewanie się jej elementów. Jedną z ważniejszych metod stosowanych do oceny prawidłowości pracy maszyn jest pomiar temperatury ich elementów.

Pilarka, tak jak każda maszyna, ma określoną sprawność mechaniczną zależną od jej konstrukcji i warunków pracy. W wyniku badań na stanowisku do pomiarów efektów skrawania oraz pomiarów na hamowni małych silników spalinowych okazało się, że sprawność mechaniczna pilarki spalinowej waha się od 45 do 94% zależnie od warunków pracy [3]. Jednak ten sposób pomiaru sprawności mechanicznej jest dość czasochłonny oraz możliwy do przeprowadzenia tylko w warunkach laboratoryjnych. Wychodząc z założenia, że tracona energia zamieniana jest najczęściej na ciepło, które powoduje nagrzewanie się elementów układu tnącego pilarki, należy przypuszczać, że pomiar temperatury elementów układu tnącego może służyć pośrednio do oceny jej sprawności mechanicznej.

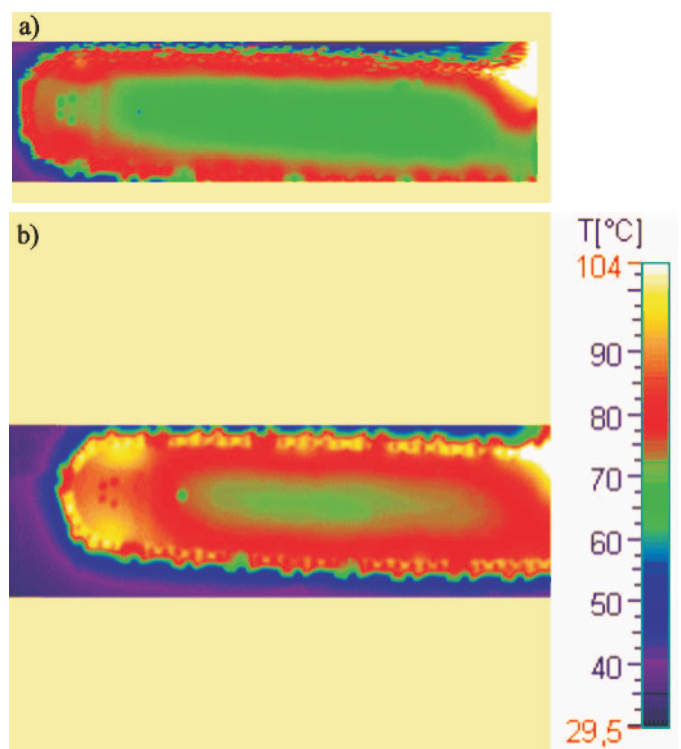


Rys. 1. Termogram pilarki PS 90 uzyskany na kliszy fotograficznej [2]

Fig. 1. Thermogram of the chain saw PS 90 obtained on the photographic film [2]

Pomiaru temperatury możemy dokonywać różnymi sposobami, jednak najwygodniejsza jest metoda termowizyjna. Metoda ta pozwala na dokonywanie bezdotykowego pomiaru temperatury. Metodę tę wykorzystywano już dawniej w badaniach maszyn [2]. Na rys. 1 przedstawiono jeden z wyników tych badań. Jak widać nie były one zbyt dokładne. Dopiero rozwój komputerowych technik rejestracji i analizy obrazu umożliwił przeprowadzenie dokładnych pomiarów oraz analiz. Na rys. 2 przedstawiono rozkład temperatury na układzie tnącym piły łańcuchowej przy różnym stopniu napięcia piły [4]. Zdjęcia zostały wykonane przy użyciu skanera termo-

wizyjnego. Widać na nich, że silnemu nagrzewaniu ulegają bieżnie prowadnicy. Związane jest to ze stratami energii na tarcie pomiędzy bieżnią a piłą łańcuchową. W trakcie badań zauważono, że największą dynamiką zmian temperatury w zależności od warunków pracy charakteryzuje się końcówka prowadnicy. Może to mieć związek z jej znacznym obciążeniem siłami tarcia od zmieniającej kierunek ruchu piły łańcuchowej oraz oddaleniem od miejsca podawania oleju smarującego układ tnący. Można ponadto stwierdzić, że im wyższe napięcie wstępne, tym straty energii związane z tarcieniem są większe, co powoduje zwiększenie temperatury układu tnącego.



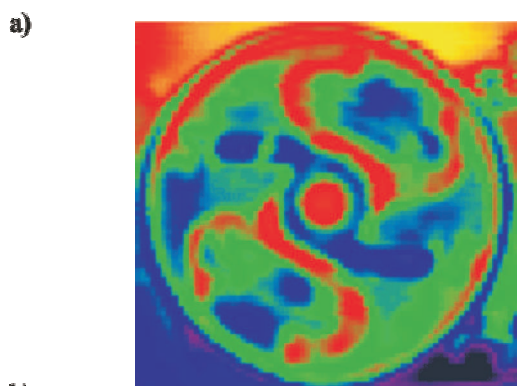
Rys. 2. Termogram układu tnącego pilarki przy różnym stopniu napięcia wstępnego piły: a) piła napięta normalnie, b) piła napięta mocno

Fig. 2. Thermogram of the chain saw cutting unit at the different degree of the initial tension, a) normal tension of saw, b) strong tension of saw

Potwierdza to wysuwaną w publikacjach innych badaczy hipotezę, że zbyt duże napięcie piły zwiększa opory jej ruchu po prowadnicy [1], co prowadzi do zwiększenia strat energii. Po przeanalizowaniu termogramów sprzęgła odśrodkowego

pilarki, stwierdzono, że najbardziej intensywnie nagrzewa się bęben i stykające się z nim powierzchnie zewnętrzne szcęk [4].

Wzrost temperatury spowodowany jest występowaniem zjawiska poślizgu szcęk względem bębna podczas pracy pilarki. Jest to oczywiście zjawisko niekorzystne, gdyż powoduje straty energii, a tym samym spadek sprawności mechanicznej pilarki. Podczas analizy termogramów sprzęgła zauważono trudne do wytłumaczenia wtedy zjawisko nagrzewania się sprężyn sprzęgła. W wyniku późniejszych badań nad procesem skrawania okazało się, że podczas pracy pilarki występuje duża dynamika zmian chwilowej prędkości obrotowej silnika oraz związanej z nią prędkości ruchu piły łańcuchowej [3], powodująca dużą dynamikę zmian wartości chwilowej siły skrawania. Można przypuszczać, że powoduje to dużą dynamikę zmian napięcia sprężyn sprzęgła, co prowadzi do ich nagrzewania się.



Rys. 3. Sprzęgło pilarki spalinowej, a) termogram, b) widok rzeczywisty

Fig. 3. The clutch of chain saw, a) thermogram, b) real view

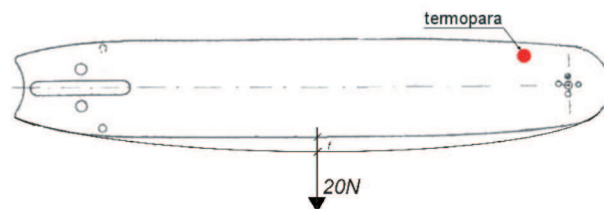
Metodyka badań

Wykorzystując fakt dużej dynamiki zmian temperatury na końcówce prowadnicy w trakcie badań zamontowano tam czujnik temperatury - termoparę (rys. 4). Umożliwiło to, łatwiejsze i tańsze niż przy użyciu kamery termowizyjnej, prowadzenie badań w warunkach eksploatacyjnych. Ponadto, wykorzystanie komputera przenośnego typu laptop pozwoliło wykonywać pomiary poza laboratorium.

Do pomiarów użyto pilarkę Husqvarna 357 XP z prowadnicą długości 15'' oraz piłą o podziałce 3/8''. Pomiary prowadzono przy przerzynce wałków sosnowych o średnicy od 14 do 20 cm. Pierwszych pomiarów dokonano wykorzystując wałki świeżo pozyskane o wilgotności od 56 do 82%. Kolejną partię wałków wysuszone przez okres ok. 100 dni do wilgotności ok. 18%. Wilgotność określano metodą suszarkowo-wagową, przy użyciu wagosuszarki. Pomiarów dokonywano przy tempera-

turze otoczenia od 18 do 21°C. W trakcie pomiarów skrawano plastry o grubości ok. 1 cm.

Intensywność smarowania zmieniano w granicach podanych przez producenta. Badania prowadzono przy trzech różnych stopniach napięcia piły. Mierzono je przykładając obciążenie wynoszące 20 N w środku długości prowadnicy i mierząc strzałkę ugięcia f . Przyjęto, że piła jest luźna, gdy strzałka ugięcia $f = 8$ mm; piła jest normalnie napięta, gdy $f = 5$ mm; piła jest mocno napięta, gdy $f = 2$ mm.

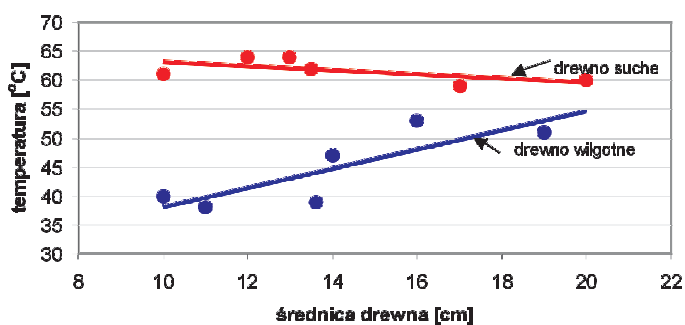


Rys. 4. Miejsce mocowania termopary oraz sposób pomiaru napięcia wstępnego

Fig. 4. The place of fastening of the thermocouple on the guide and the manner of the settlement of the initial tension of the saw

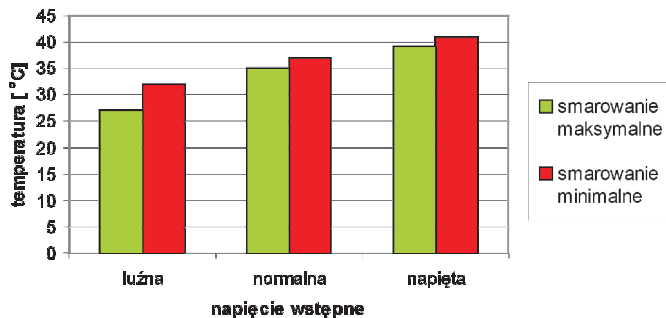
Wyniki badań

Po przeprowadzeniu pomiarów okazało się, że temperatura układu tnącego zmienia się w zależności od wilgotności i średnicy drewna (rys. 5) oraz napięcia wstępnego i intensywności smarowania piły (rys. 6). Stwierdzono, iż wraz ze wzrostem napięcia wstępnego oraz zmniejszeniem intensywności smarowania piły łańcuchowej wzrasta temperatura prowadnicy. W przypadku zwiększania napięcia wstępnego spowodowane jest to wzrostem strat na tarcie piły o prowadnicę. W przypadku zmniejszenia się intensywności smarowania, wzrost temperatury można tłumaczyć głównie spadkiem intensywności odprowadzania ciepła od układu tnącego przez olej smarujący, ponieważ we wcześniejszych badaniach laboratoryjnych nie stwierdzono istotnego wpływu zmiany intensywności smarowania w badanym zakresie na sprawność układu tnącego pilarki [5]. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono również, że im większa jest wilgotność drewna tym niższa jest temperatura prowadnicy, co może mieć związek z lepszym chłodzeniem układu tnącego przez mokre drewno. Niejednoznaczny jest natomiast wpływ średnicy skrawanego drewna. Przy drewnie wilgotnym temperatura wzrasta wraz ze wzrostem średnicy skrawanego drewna. Podczas skrawania drewna suchego przy wzroście średnicy skrawanego drewna temperatura układu tnącego spadała. Stwierdzono również, że największe temperatury osiągnął układ tnący podczas symulacji cięcia, gdy piła tylko przemieszczała się po prowadnicy nie mając kontaktu z drewnem, co uniemożliwiało odbieranie ciepła przez obrabiane drewno (rys. 7).



Rys. 5. Zależność temperatury układu tnącego od wilgotności i średnicy obrabianego drewna

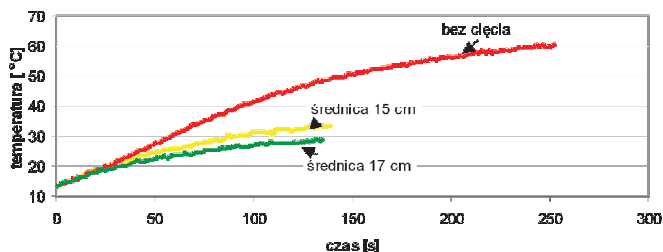
Fig. 5. The dependence of the temperature of the cutting unit from the moisture and the diameter of worked wood



Rys. 6. Zależność temperatury układu tnącego od napięcia wstępnego i intensywności smarowania piły

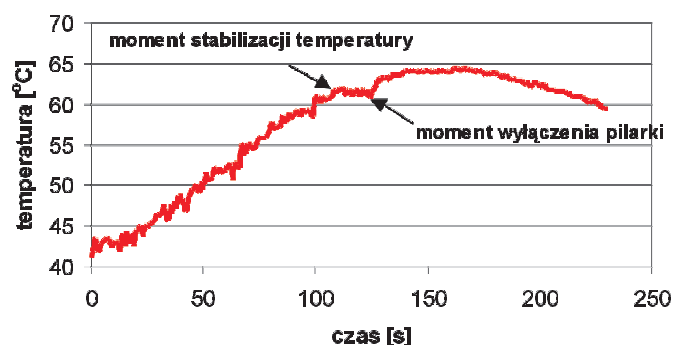
Fig. 6. The dependence of the temperature of the cutting unit from the initial tension and the intensity of the lubrication of the saw

Można stwierdzić, że w każdym przypadku temperatura układu tnącego w trakcie cięcia początkowo rośnie a następnie po osiągnięciu temperatury stabilizacji pozostaje na niezmiennym poziomie w trakcie dalszej pracy (rys. 8). Czas potrzebny do osiągnięcia stabilizacji zależy jest od warunków pracy piły. Po zakończeniu skrawania i wyłączeniu pilarki w początkowym okresie następuje dalszy wzrost temperatury układu tnącego, dopiero potem zaczyna on stygnąć. Związane jest to z przerwaniem smarowania, co uniemożliwia odprowadzanie ciepła przez olej, oraz z brakiem kontaktu z drewnem, które też odbierało część ciepła od układu tnącego.



Rys. 7. Porównanie przebiegu nagrzewania się układu tnącego podczas skrawania oraz bez kontaktu z drewnem

Fig. 7. The comparison of the course of warming of the cutting unit during the cutting and without the contact of the saw with wood



Rys. 8. Przebieg procesu nagrzewania się i stygnięcia układu tnącego

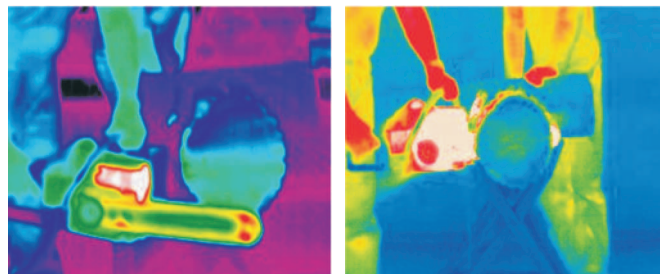
Fig. 8. The course of the process of warming and cooling of the cutting unit

POSSIBILITIES OF THE UTILIZATION OF THE MEASUREMENT OF THE TEMPERATURE OF THE CUTTING UNIT IN THE ANALYSIS OF THE CHAIN SAW WORKING EFFICIENCY

Summary

In the article findings over the influence of different factors on the temperature of chain saws cutting unit are presented. Research was executed with the utilization of thermovision techniques and the measurements of temperature with use of thermocouple. The usefulness of these methods was qualified for determining of mechanical efficiency of chain saw.

Podczas badań dokonano rejestracji procesu skrawania drewna cyfrową kamerą termowizyjną. Na rys. 9 przedstawiono dwa kadry z tego nagrania, widać na nich, że podczas skrawania dość duża ilość ciepła przekazywana jest skrawanemu drewnu. Część ciepła odprowadzana jest również z wiórami. Dowodzi to, że procesy wymiany ciepła podczas skrawania drewna pilarką są dość skomplikowane. Może to stanowić znaczne utrudnienie przy próbach wykorzystania technik związanych z pomiarem temperatury układu tnącego do analizy sprawności pracy pilarki spalinowej.



Rys. 9. Termogramy pilarki oraz obrabianego drewna wykonane podczas skrawania

Fig. 9. Thermograms of the chain saw and worked wood executed during the cutting

Podsumowanie

Z przeprowadzonych badań wynika, że temperatura układu tnącego zależy nie tylko od czynników związanych z pilarką, lecz także od parametrów skrawanego drewna. Może to powodować, że metoda oceny sprawności pracy pilarki na podstawie zmiany temperatury układu tnącego będzie trudna do zastosowania. Ponadto skomplikowane procesy wymiany ciepła pomiędzy układem tnącym a obrabianym drewnem, o których przekonano się w trakcie analizy filmu wykonanego kamerą termowizyjną, także mogą stanowić przeszkodę w ewentualnym wykorzystaniu tej metody do analizy sprawności pracy pilarki spalinowej. Ewentualne wykorzystanie tej metody wymagałoby dalszych badań nad procesami cieplnymi zachodzącymi podczas pracy w układzie pilarka obrabiane drewno.

Literatura

- [1] Botwin J., Botwin M.: Maszynoznawstwo Leśne. PWRiL, Warszawa 1979.
- [2] Ciesielczuk P., Kucemba P., Łukowski Ł.: Badanie rozkładów temperatury na powierzchniach pilarki spalinowej. Zeszyty Naukowe SGGW AR, Leśnictwo, 28, 1980.
- [3] Gendek A.: Wpływ parametrów sprzęgła na wydajność skrawania drewna pilarką spalinową. Praca doktorska. SGGW, Warszawa 2005.
- [4] Maciak. A., Próba wykorzystania metody termograficznej w badaniach pilarek spalinowych, Technika Rolnicza, Ogrodnicza, Leśna, 2, 2004.
- [5] A. Maciak: Influence of intensity of lubrication of the chain saw link on cutting effects, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, 419, zeszyt 91, Kraków 2005.