

THE LINEAR INDEX AS ALTERNATIVE OF THE MASS INDEX FOR EVALUATION OF WEAR OF PLOUGHSHARES

Summary

The results of comparing of the wear of the same ploughshares working in different soil conditions, when the weight method to evaluation of their wear is used, may be burdened with considerable error. It is alike in the case of comparing of wear of unpadded and padded shares of the same shape and working in the same conditions. The values of indexes used in the weight method significantly depend on factors which are not connected with the state of limitary wear of elements. Weight method becomes useless when the shares differing with shape are estimated in investigations. Then there exists the need to elaborate credible assessment coefficients of wear intensity of shares. The coefficient, in which key meaning has the change of contour of shares, was proposed in the paper.

WSKAŹNIK LINIOWY ALTERNATYWĄ DLA MASOWEGO WSKAŹNIKA PRZY OCENIE ŻUŻYCIA LEMIESZY PŁUŻNYCH

Streszczenie

Wyniki porównywania intensywności zużycia takich samych lemiesz płużnych pracujących w różnych warunkach glebowych, przy zastosowaniu do oceny zużycia lemiesz metody wagowej, mogą być obciążone znacznym błędem. Podobnie jest w przypadku porównywania zużycia nienapawanych i napawanych lemiesz pracujących w takich samych warunkach. Wartość stosownych w metodzie wagowej wskaźników w dużym stopniu zależy od czynników, które nie są związane ze stanem granicznego zużycia elementów. Metoda wagowa staje się nieprzydatna, gdy w badaniach oceniane są lemiesz różniące się kształtem. Istnieje więc potrzeba opracowania wiarygodnych wskaźników oceny intensywności zużycia lemiesz. Do oceny zaproponowano wskaźnik, w którym kluczowe znaczenie ma zmiana obrysu lemiesz.

Wstęp

Podczas użytkowania narzędzi rolniczych przeznaczonych do uprawy gleby zużyciu ulegają ich elementy robocze, które z założeń konstrukcyjnych są elementami wymiennymi. Na etapie konstrukcyjnym i wytwórczym dąży się do uzyskania jak największej trwałości tych części. Takie są bowiem oczekiwania użytkowników. Pod tym względem poszukiwana jest więc optymalna geometria elementów, materiał oraz sposób ewentualnego ich wzmocnienia, np. przez napawanie. Istotny jest przy tym czynnik ekonomiczny, limitujący cenę części.

Najbardziej wiarygodną ocenę zużycia zastosowanego rozwiązania konstrukcyjnego elementu roboczego uzyskuje się w rzeczywistych warunkach jego pracy. Warunki te są w szerokim zakresie zmienne. Zmiennymi mogą być parametry glebowe, między innymi skład granulometryczny gleby, jej wilgotność, stopień zagęszczenia, zawartość kamieni i żwiru, odczyn, oraz parametry eksploatacyjne, tj. prędkość i głębokość pracy. Czynniki te warunkują procesy zachodzące w parze tribologicznej materiał elementu roboczego – gleba, wpływając na geometrię zużycia, a tym samym na trwałość elementu.

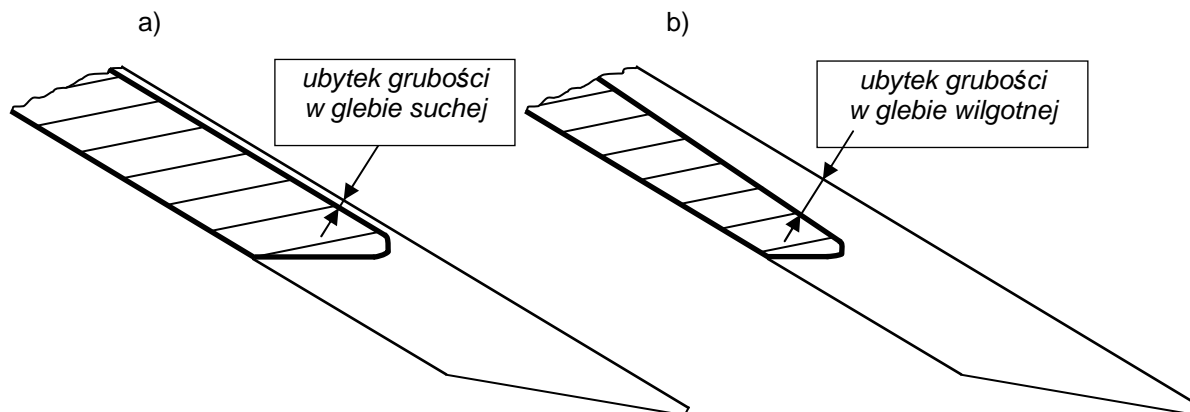
Istotnym zagadnieniem metodycznym badań tribologicznych, obejmujących ocenę zużycia określonego rozwiązania konstrukcyjnego elementów pracujących w glebie, jest zastosowanie wiarygodnych wskaźników oceny. W publikacji omówiono wady wskaźnika wykorzystywanego między innymi przy ustalaniu intensywności zużycia lemiesz płużnych, którym jest jednostkowe masowe zużycie. Przedstawiono również propozycję nowego wskaźnika, umożliwiającego w sposób precyzyjny analizę porównawczą zużycia lemiesz.

Geometria zużycia lemiesz płużnych

Na zmianę kształtu lemiesz płużnych, wywołaną ścieraniem oddziaływaniem gleby, duży wpływ ma jej stan. W szczególności wilgotność uprawianej gleby ma pod tym względem istotne znaczenie.

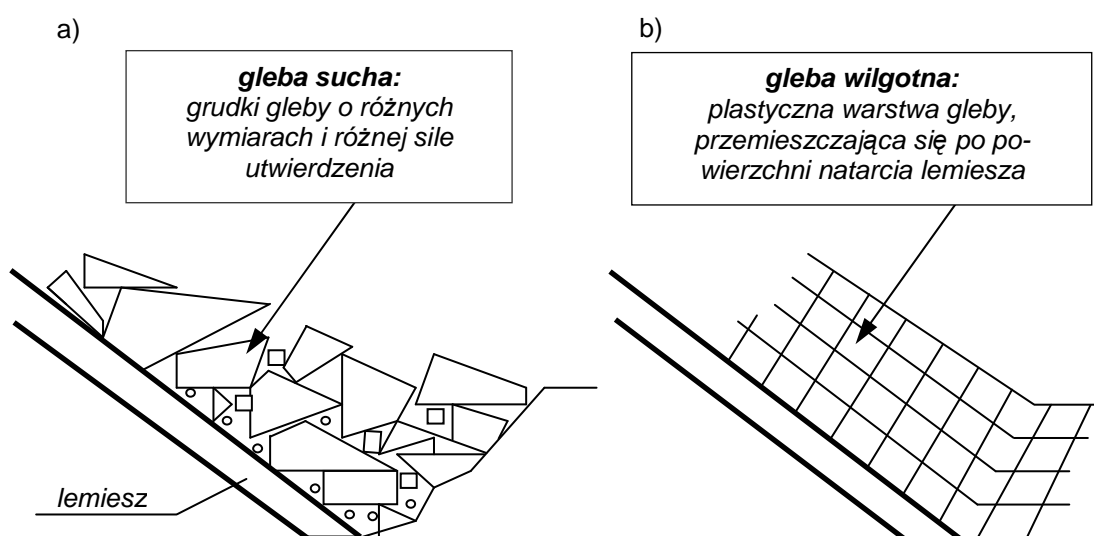
Przy uprawie gleb o małej wilgotności, które cechują się z reguły znaczną zwięzłością, intensywnemu zużyciu ulega powierzchnia przyłożenia lemiesz. Prowadzi to do szybkiego zmniejszania się długości części dziobowej i szerokości części trapezowej elementów. W tym procesie ścierania się lemiesz ubytek ich grubości jest mały (rys. 1, a) [1, 2, 8]. Można założyć, że opisany przebieg ścierania się lemiesz związany jest z oddziaływaniem elementów na glebę o małych właściwościach plastycznych, wynikających z obniżonej wilgotności.

Gleba w takim stanie ulega pokruszeniu na grudy o różnych wymiarach (rys. 2, a), stąd rzeczywista powierzchnia styku gleby z powierzchnią natarcia lemiesz jest mała. Dodatkowo, przy słabym umocowaniu grud przez grudy sąsiednie, część z nich może przetaczać się po powierzchni natarcia lub w małym stopniu przyczyniać się do jej zużycia. Wynikiem działania powyższych czynników jest mały ubytek grubości elementów (rys. 1, a). Z kolei powierzchnia przyłożenia lemiesz, pracujących w takich warunkach, kontaktuje się z twardą glebą dna bruzdy, w której silnie utwardzone ziarna powodują intensywne ścieranie materiału z jej powierzchni. Powoduje to szybkie zużycie długości części dziobowej i szerokości części trapezowej lemiesz. Natomiast podczas orki gleby wilgotnej proces ścierania lemiesz przebiega bardziej równomiernie, zużyciu ulega zarówno powierzchnia przyłożenia jak i powierzchnia na-



Rys. 1. Zmiana grubości lemieszki pracujących w glebach suchych (a) i wilgotnych (b): linia cienka – przekrój lemieszki nowego, linia gruba - przekrój lemieszki zużytego

Fig. 1. Change of thickness of shares working in dry soils (a) and moist ones (b): thin line - the cut of a new share, thick line - the cut of a used share



Rys. 2. Deformacja gleby suchej (a) i wilgotnej (b) podczas przemieszczania się lemieszki w glebie

Fig. 2. Deformation of dry (a) and moist soil (b) during moving the share in soil

tarcia elementów. Zużycie grubości lemieszki pracujących w takich warunkach jest znaczne (rys. 1, b) [4, 5]. Odmienny mechanizm ścierania się lemieszki podczas ich pracy w glebie nawilgoconej powiązać można z większą jej plastycznością. Przypuszczalnie gleba nawilgocona, dzięki dużej zdolności do deformacji, przemieszcza się w sposób ciągły po całej powierzchni lemieszki (rys. 2, b), czego odzwierciedleniem jest wzrost ubytku grubości elementów (rys. 1, b). Znaczna plastyczność uprawianej gleby może również wpływać na obniżenie intensywności ścierania się powierzchni przyłożenia lemieszki, gdyż wilgotna, plastyczna gleba z dna bruzdy jest bardziej podatna na deformację wywołaną przez lemieszki, a umocowanie jej ziaren słabsze niż w przypadku uprawy zwięzłej gleby, o obniżonej wilgotności. Przy powolniejszym procesie zmiany obrysu lemieszki, wynikającym z mniej intensywnego ścierania się ich powierzchni przyłożenia, czas pracy elementów do granicznego zużycia wydłuża się. Może być to kolejnym powodem większego zużycia grubości lemieszki uprawiających glebę wilgotną.

Dłuższy czas pracy elementów użytkowanych w glebach nawilgoconych jest też prawdopodobnie przyczyną

większego, niż podczas pracy w glebie o obniżonej wilgotności, zużycia krawędzi połowej lemieszki [4].

Należy dodać, że intensywność opisanych procesów związana jest oczywiście ze składem granulometrycznym uprawianych gleb.

Kryteria oceny granicznego zużycia lemieszki

W literaturze wymieniane są różne kryteria stanu granicznego zużycia lemieszki [11, 14, 17]. W praktyce rolniczej wymiana lemieszki na nowe wynika zazwyczaj z trzech przyczyn. Najczęstszą przyczyną wymiany lemieszki jest zmiana obrysu, spowodowana ścieraniem się ich powierzchni przyłożenia. W takim przypadku stan granicznego zużycia lemieszki określony jest graniczną długością dziobów i graniczną szerokością części trapezowych, przy których nie występuje jeszcze ścieranie obsady lemieszki. Po przekroczeniu stanu granicznego elementy obsady ulegałyby zużyciu, co jest niedopuszczalne w myśl założeń konstrukcyjnych i eksploatacyjnych dla pługów. Opisane kryterium granicznego zużycia lemieszki stosowane jest przy szerokim zakresie wilgotności i zwięzłości uprawianych gleb.

Drugim powodem wymiany lemieszki jest ich uszkodzenie awaryjne (zgięcie, złamanie, zerwanie), wywołane przeciążeniem powstałym przy uderzeniu o kamienie. Ta forma zużycia elementów ma charakter losowy, zależny od stopnia zakamienienia uprawianych pól. Konstruktorzy pługów starają się ograniczyć występowanie uszkodzeń awaryjnych lemieszki, wybierając do ich produkcji materiały charakteryzujące się wysoką udatnością oraz stosując w pługach systemy zabezpieczające korpusy płuzne przed przeciążeniem. Stwierdzono [18], że liczba elementów uszkodzonych awaryjnie może wzrosnąć, gdy w czasie eksploatacji lemieszki występuje duży ubytek ich grubości.

Kolejną przyczyną wymiany lemieszki jest powstanie szerokiego pasma zużycia na ich powierzchni przyłożenia. Przy uprawie gleb o dużej zwięzłości, znaczna wartość tego parametru może być powodem wydłużenia drogi zagłębiania się pługa oraz powodować wypływanie jego pracy. Są to zjawiska agrotechnicznie niekorzystne i przy ich wystąpieniu lemieszki wymienia się na nowe lub, o ile jest to możliwe, wstrzymuje się uprawę do momentu zmiany stanu uprawianej gleby, spowodowanej opadami atmosferycznymi. Należy podkreślić, że w tym przypadku zdemontowane elementy często nie są traktowane jako zużyte granicznie. Gdy długość ich części dziobowej i szerokość części trapezowej wykazują „zapas” materiału, to lemieszki te są ponownie eksploatowane w dogodnych warunkach glebowych, tj. przy większej wilgotności gleby, a tym samym mniejszej jej zwięzłości. Wydaje się zatem, że opisana powyżej zmiana geometrii lemieszki nie powinna być traktowana jako stan ich granicznego zużycia.

Podawanym w literaturze powodem wymiany lemieszki jest też przetarcie elementu w obszarze dzioba [17]. Należy stwierdzić, że kryterium to, jak i kryterium zużycia awaryjnego oraz wytworzenia się szerokiego pasma zużycia występują podczas specyficznych warunków orki i nie są tak częste, jak kryterium związane ze zmianą obrysu lemieszki.

Masowe wskaźniki zużycia lemieszki płuznych

Przez szereg lat w badaniach odporności ściernej lemieszki stosowano metodę wagową [10, 11, 21]. Szczególnie metoda ta była rozpowszechniona, gdy w kraju dostępne były lemieszki jednego typu [19]. Niekiedy pomiary wagowe poszerzano o pomiary bezwzględnie zużycia liniowego elementów [13, 15], a w pewnej liczbie badań do oceny zużycia lemieszki stosowano wyłącznie pomiary liniowe [12, 16, 18].

Dla lemieszki metodą wagową określane są bezwzględny ΔM [g] i względny (procentowy) $M\%$ [%] ubytek masy oraz jednostkowe masowe zużycie J_M [g·ha⁻¹]. Parametry te ustalane są według wzorów odpowiednio (1), (2) i (3):

$$\Delta M = M_n - M_z, \quad (1)$$

$$M\% = \frac{\Delta M}{M_n} 100\%, \quad (2)$$

$$J_M = \frac{\Delta M}{A_k} \quad (3)$$

M_n [g] - masa lemieszki nowego,

M_z [g] - masa lemieszki zużytego,

A_k [ha] - powierzchnia pola zaorana przez korpus pługa.

Pomiary wagowe mogą być przeprowadzane po uprawie określonego arealu lub, co wydaje się poprawniejsze, po uprawie arealu, przy którym lemieszki osiągnęły stan gra-

niczny. W takim przypadku parametr A_k przyjmie wartość trwałości elementu, mierzonej zaoraną powierzchnią.

Spośród wskaźników masowego zużycia, największą uniwersalnością charakteryzuje się parametr jednostkowego masowego zużycia, określający masową intensywność ścierania się lemieszki.

Metoda wagowa oceny zużycia lemieszki płuznych poddana została uzasadnionej krytyce [19]. Wskazano na jej niedokładność przy porównywaniu lemieszki obrabianych cieplnie strefowo oraz nieprzydatność przy ocenie lemieszki różniących się kształtem. Dla takich przypadków zalegano stosowanie pomiarów liniowego zużycia elementów, przy odpowiednim wyborze miejsc pomiaru zmiany ich kształtu [19]. Nie wskazano jednak tych miejsc, ani też nie określono wskaźnika umożliwiającego porównywanie zużycia lemieszki.

Poprawność zastosowania metody wagowej ograniczono tylko do badań, w których oceniany był wpływ warunków glebowych lub czynników eksploatacyjnych (tj. prędkość, głębokość orki lub konstrukcja pługa) na zużycie takich samych lemieszki lub ocenie poddane zostały lemieszki o takim samym kształcie, ale wykonane z różnych materiałów [19]. Wyniki badań zamieszczone w publikacjach [6, 7] w pewnym zakresie nie potwierdzają poprawności zastosowania metody wagowej dla powyższych przypadków. Wyniki tych badań wskazują na to, że zastosowanie metody wagowej, przy porównywaniu zużycia lemieszki pracujących w różnych warunkach glebowych, może także wpływać na dużą niedokładność oceny, a w skrajnym przypadku prowadzić nawet do błędnych wniosków.

W wymienionych badaniach [6, 7] stosowano lemieszki dzielone, składające się z dzioba i części trapezowej. W warunkach badań (uprawa pyłu zwykłego przy dwóch nawilgoceniach oraz uprawa gleb piaszczystych) stan granicznego zużycia elementów wynikał ze zmiany obrysu. Posłużono się dwoma wskaźnikami oceny intensywności zużycia elementów, tj. jednostkowym masowym zużyciem $J_{M_{gr}}$ [g·ha⁻¹] oraz jednostkową miejscową zmianą obrysu $J_{L(i)_{gr}}$ [mm·ha⁻¹], wyznaczonymi odpowiednio z zależności (4) i (5):

$$J_{M_{gr}} = \frac{\Delta M_{gr}}{T} \quad (4)$$

$$J_{L(i)_{gr}} = \frac{L(i)_{gr}}{T} \quad (5)$$

ΔM_{gr} [g] - bezwzględny ubytek masy elementu zużytego granicznie,

T [ha] - trwałość elementu, określona powierzchnią pola zaoranego przez korpus pługa,

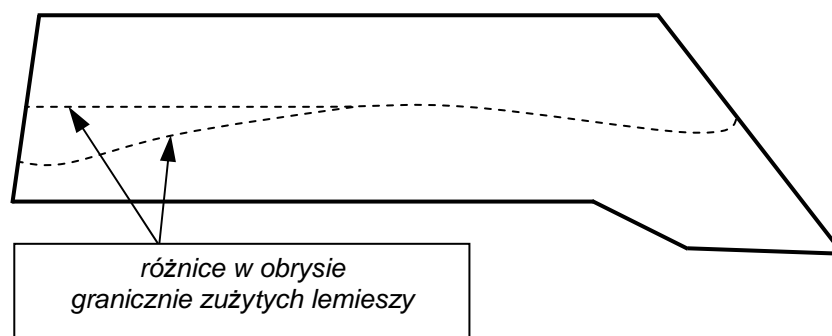
$L(i)_{gr}$ [mm] - zmiana obrysu elementu zużytego granicznie, występująca w określonej linii pomiarowej.

Wykorzystując oba wskaźniki porównano intensywność zużycia badanych elementów przy ich pracy w różnych warunkach. Stwierdzono, że wyniki porównania intensywności zużycia dziobów z zastosowaniem wskaźnika $J_{L(i)_{gr}}$ różniły się od około 0,9 do 1,6-krotnie w stosunku do wyników porównania otrzymanych przy zastosowaniu wskaźnika $J_{M_{gr}}$, natomiast w przypadku części trapezowych wyniki porównania różniły się od około 0,9 do 1,8-krotnie [6, 7]. Stwierdzone rozbieżności w wynikach porównania intensywności zużycia elementów wynikają z opisanych wcześniej, odmiennych mechanizmów ścierania się lemieszki w zależności od glebowych warunków pracy. Należy tu wyraźnie zaznaczyć, że różnice ubytku mas dziobów i części

trapezowych, wynikające z różnego zużycia ich grubości oraz dodatkowo w przypadku dziobów różnego zużycia krawędzi polowej, wpływają na wartości jednostkowego masowego zużycia elementów. Stąd, gdy stan graniczny determinowany jest zmianą obrysu linii ostrza dziobów lub części trapezowych, porównanie ich zużycia z zastosowaniem wskaźnika $J_{M_{gr}}$ obarczone jest znacznym błędem.

Dodatkowo może wystąpić jeszcze inny czynnik zwiększający niedokładność oceny zużycia lemieszki przeprowadzanej z wykorzystaniem parametru $J_{M_{gr}}$. Na wartość tego parametru w sposób znaczący mogą wpływać odmienne obrysy końcowego obszaru granicznie zużytych lemieszki (rys. 3) [3, 4, 20]. Czynnikiem ten, podobnie jak poprzednie, nie jest związany ze stanem granicznego zużycia lemieszki, ale powoduje wystąpienie różnic w ubytku masy elementów. Przyczyną różnej pod tym względem geometrii zużycia lemieszki nie jest określona. Może być ona związana z glebowymi warunkami ich pracy, głównie z wilgotnością uprawianej gleby. Sugeruje się też, że powodem jest niepełna szerokość robocza korpusu płuznego lub szybkie podczas eksploatacji lemieszki zużywanie się części dziobowej [20].

W przytoczonych badaniach [6, 7] stwierdzono także, że wynik porównania intensywności zużycia elementów wykonanych w wersji nienapawanej oraz napawanej i użytkowanych w identycznych warunkach może również znacząco się różnić w zależności od zastosowanego wskaźnika oceny. W zakresie przeprowadzonych badań wyniki porównania intensywności zużycia, mierzonej za pomocą parametrów $J_{L(i)_{gr}}$ i $J_{M_{gr}}$, różniły się skrajnie około 1,2 i 1,3-krotnie odpowiednio dla dziobów i części trapezowych. W tym przypadku różnice w wynikach porównania intensywności ścierania się elementów wynikają z większego zużycia grubości i większego zużycia krawędzi polowej elementów napawanych. Poprawnie wykonana napoina przyczynia się do spowolnienia zmiany obrysu elementów, a tym samym do zwiększenia ich trwałości. Stąd dłużej użytkowane elementy napawane charakteryzują się większym ubytkiem grubości i większym starciem krawędzi polowej [4, 8]. Wynikające stąd większe zużycie masowe, do którego przyczynia się również ubytek masy napoiny, wpływa przy elementach napawanych na wzrost wartości wskaźnika $J_{M_{gr}}$, a tym samym na wartość relacji intensywności zużycia elementów nienapawanych i napawanych z zastosowaniem tego parametru.



Rys. 3. Różnice w obrysach końcowego obszaru granicznie zużytych lemieszki: linia gruba - obrys elementu nowego, linia kreskowa – obrysy elementów zużytych granicznie

Fig. 3. Differences in contours of final area of the liminary worn up shares: the thick line - the contour of a new element, the dashed line - the contours of liminary worn up elements

Podsumowując można stwierdzić, że wskaźnik jednostkowego masowego zużycia lemieszki (J_M , $J_{M_{gr}}$) w sposób mało bezpośredni wiąże czynnik decydujący o stanie granicznego zużycia elementów z ich trwałością. Wskaźnik ten jest na tyle mało precyzyjnym parametrem oceny intensywności zużycia lemieszki, na ile odmiennie przebiega proces ścierania się elementów z grupy badanych lemieszki, modyfikując wartości ich jednostkowego masowego zużycia. Opisana wada parametru, jak już wcześniej zaznaczono, może być przyczyną dużej niedokładności wyników lub wręcz prowadzić do błędnych wniosków przy porównywaniu intensywności zużycia tych samych lemieszki użytkowanych w różnych warunkach glebowych, lub przy ocenie zużycia lemieszki o tych samych wymiarach, ale różniących się konstrukcyjnie (np. przez napawanie) i pracujących w identycznych warunkach.

Można także przypuszczać, że zastosowanie metody wagowej, przy porównywaniu intensywności zużycia lemieszki różniących się jedynie materiałem lub przy badaniu wpływu parametrów eksploatacyjnych na zużycie identycznych lemieszki, wpłynie na niedokładność wyników porównania. Przyczyną mogą być różnice w geometrii ścierania się elementów, zmieniające wartości ich jednostkowego masowego zużycia. Potwierdzenie powyższego przypuszczenia wymaga adekwatnych badań.

Liniowy wskaźnik zużycia lemieszki płuznych

Do oceny intensywności zużycia lemieszki płuznych proponuje się wykorzystywanie liniowego wskaźnika zużycia, którego celowość wprowadzenia uzasadniają wyniki omówionych wcześniej badań [6, 7]. Wskaźnik ten, który nazwano miejscową jednostkową zmianą obrysu $J_{L(i)}$ [$\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}$], opisuje wzór (6):

$$J_{L(i)} = \frac{L(i)}{A_k} \quad (6)$$

$L(i)$ [mm] - zmiana obrysu występująca w określonym miejscu lemieszki,

A_k [ha] - powierzchnia pola zaorana przez korpus pługa.

Nieco inną postacią powyższego parametru jest parametr $J_{L(i)_s}$ [$\text{mm}\cdot\text{km}^{-1}$], wyrażony zależnością (7):

$$J_{L(i)_s} = \frac{L(i)}{s} \quad (7)$$

s [km] - droga tarcia (droga przejazdu pługa).

Parametry $J_{L(i)}$ i $J_{L(i)s}$ zawierają informacje o występującym w danym miejscu tempie zmiany obrysu lemieszki określonej konstrukcji i użytkowanych w zadanych warunkach. Istotną zaletą proponowanych wskaźników jest bezpośrednio uwzględnienie czynnika decydującego o stanie granicznego zużycia lemieszki, którym jest zmiana obrysu. Z tego względu wartość proponowanych wskaźników jest niezależna od zużycia lemieszki występującego w obszarach nieistotnych pod względem ich stanu granicznego, co w przypadku wskaźników masowych ma miejsce. Natomiast ewentualne różnice w tempie zmiany obrysu lemieszki, wynikające z omówionego wcześniej różnego ubytku ich grubości, wywołanego odmiennymi mechanizmami ich ścierania się w zależności od warunków pracy lub postaci konstrukcyjnej, znajdują bezpośrednie odzwierciedlenie w wartości proponowanych wskaźników. Przedstawione wskaźniki są więc pozbawione wad, którymi charakteryzują się wskaźniki masowego zużycia lemieszki. Drugą istotną zaletą parametrów $J_{L(i)}$ i $J_{L(i)s}$ jest to, że umożliwiają one porównywanie, pod względem intensywności zużywania się, lemieszki o różnej konstrukcji. Wskaźniki masowego zużycia nie mogą być w tym celu stosowane (ze względu na różne powierzchnie tarcia elementów). Proponowane wskaźniki są więc precyzyjniejsze i cechują się większą uniwersalnością w porównaniu z wskaźnikami masowego zużycia lemieszki.

Jak już wspomniano, najczęstszą przyczyną wymiany lemieszki na nowe jest zmiana obrysu. Na bazie tego parametru zbudowane są proponowane wskaźniki $J_{L(i)}$ i $J_{L(i)s}$. Stąd ograniczeniem stosowania wskaźników jest wystąpienie innych (wymienionych wcześniej) kryteriów stanu granicznego zużycia lemieszki, niż zmiana obrysu.

Podsumowanie

Wyniki porównywania intensywności zużywania się lemieszki pługowych, otrzymywane przy zastosowaniu jednostkowego masowego zużycia, są mało dokładne. Stąd wskaźnik ten nie powinien być w tym celu wykorzystywany. Przypuszczalnie dotyczy to również innych roboczych elementów narzędzi rolniczych, takich które podcinają glebę i po których gleba zarazem się przemieszcza (np. elementów roboczych kultywatorów, pielników, radełek obsypników, lemieszki kombajnów do zbioru ziemniaków).

Do oceny intensywności zużywania się lemieszki zaproponowano stosowanie liniowych wskaźników zużycia $J_{L(i)}$ lub $J_{L(i)s}$. Przy ocenie intensywności ścierania się lemieszki, z zastosowaniem proponowanych wskaźników, konieczne są pomiary zmiany obrysu, wykonywane w określonych miejscach elementów. Położenie tych miejsc powinno charakteryzować się uniwersalnością, w kontekście znacznej różnorodności stosowanych aktualnie lemieszki pługowych. Umożliwiłoby to porównywanie intensywności zużywania się elementów o odmiennym rozwiązaniu konstrukcyjnym. Natomiast przyjęcie stałych miejsc pomiaru, przy badaniach wykonywanych przez szereg autorów, pozwoliłoby na porównywanie wyników tych badań. W celu zmniejszenia pracochłonności oceny intensywności zużywania się lemieszki, proponuje się wykonywanie omawianych ustaleń wyłącznie w obszarach, których zmiana geometrii decyduje o stanie granicznego zużycia elementów.

Sprecyzowanie miejsc pomiarów zmiany obrysu lemieszki jest przedmiotem badań autora. Ich rezultaty zostaną

przedstawione w pracy *Metoda oceny intensywności zużywania się lemieszki pługowych* [9].

Literatura

- [1] Kostencki P., Dawidowski J. B., Nowowiejski R.: Ocena trwałości wybranych lemieszki pługowych. *Folia Universitatis Agriculturae Stetensis. Agricultura*, 2000, 209 (83), s. 71-82.
- [2] Kostencki P., Dawidowski J. B., Nowowiejski R.: Trwałość i zużycie wybranych lemieszki pługowych przy uprawie suchych gleb pylastych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2001, Vol. 46 (4), s. 9-15.
- [3] Kostencki P., Dawidowski J. B., Nowowiejski R.: Geometria zużycia lemieszki pługowych pracujących w ubitych i mało nawilgoconych glebach. *Inżynieria Rolnicza*, 2001, 13 (33), s. 205-212.
- [4] Kostencki P., Nowowiejski R., Dawidowski J. B.: Lemieszki pługowe produkcji Lemken – trwałość, zużycie w warunkach uprawy suchej oraz wilgotnej gleby pylastej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2002, Vol. 47 (3), s. 10-20.
- [5] Kostencki P., Nowowiejski R., Dawidowski J. B.: Odporność na ścieranie wybranych lemieszki pługowych, produkcji Zakładu Badawczo-Wdrożeniowego Techniki Rolniczej B. M. Worona, podczas uprawy gleb piaszczystych o średnim nawilgoconiu. *Folia Universitatis Agriculturae Stetensis. Agricultura*, 2003, 231 (92), s. 47-55.
- [6] Kostencki P., Nowowiejski R., Dawidowski J. B.: Metodyczny aspekt oceny zużycia lemieszki pługowych. *Inżynieria Rolnicza*, 2005, 3 (63), s. 243-250.
- [7] Kostencki P.: Zastosowanie liniowego wskaźnika w ocenie odporności lemieszki pługowych na zużycie. *Acta Scientiarum Polonorum, Technica Agraria*, 2006, 5 (2), s. 51-66.
- [8] Kostencki P., Nowowiejski R.: Wytrzymałość ściera wybranych lemieszki pługowych podczas uprawy pyłu zwykłego o dwóch stanach nawilgoconia. *Tribologia*, 2006, 2, s. 123-142.
- [9] Kostencki P.: Metoda oceny intensywności zużywania się lemieszki pługowych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2008 (publikacja w druku).
- [10] Łabęcki M.: Wpływ gatunku materiału, sposobu obróbki cieplnej i twardości na trwałość organów roboczych maszyn rolniczych pracujących w glebie, ze szczególnym uwzględnieniem lemieszki do pługów ciągnikowych. *Prace PIMR*, 1993, nr 2, s. 22-35.
- [11] Łabęcki M.: Określenie wpływu stopnia zwięzłości, wilgotności i zakamienienia gleby na zużycie lemieszki do pługów ciągnikowych. *Opracowanie Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych w Poznaniu TT-5/95*, 1995.
- [12] Napiórkowski J.: Zwiększenie trwałości elementów roboczych w glebie metodami napawania. III Ogólnokrajowa konferencja Naukowo-Techniczna „Poltrib'95 Tribologia dla eksploatacji”. *Jachranka 24-26 maja 1995 r.*, s. II-28 do II-37.
- [13] Napiórkowski J.: Ocena wpływu wybranych właściwości fizycznych gleby na przebieg zużywania lemieszki pługowych. *Inżynieria Rolnicza*, 2000, 6 (17), s. 199-204.
- [14] Napiórkowski J.: Zużyciowe oddziaływanie gleby na elementy robocze narzędzi rolniczych (rozprawa habilitacyjna). *Inżynieria Rolnicza*, 2005, 12 (72).
- [15] Owsiak Z.: Badania zużyciowe lemieszki napawanych pługów ciągnikowych. *Roczniki Nauk Rolniczych*, 1980, t. 74-C-2, s. 155-165.
- [16] Owsiak Z.: Zużycie ścierne elementów pracujących w glebie. Część II. Wpływ obróbki cieplnej na zużycie stali. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Rolnictwo XLVI*, 1987, nr 164, s. 83-90.
- [17] Owsiak Z.: Zużycie lemieszki pługów. Cz. I. Charakter zużycia i stan graniczny lemieszki pługów. *Roczniki Nauk Rolniczych*, 1988, t. 77-C-4, s. 69-75.
- [18] Owsiak Z.: Zużycie lemieszki pługów. Cz. II. Wpływ składu mechanicznego gleby i obróbki cieplnej lemieszki na ich nagłe uszkodzenia. *Roczniki Nauk Rolniczych*, 1988, t. 77-C-4, s. 77-85.
- [19] Owsiak Z.: Analiza zużycia lemieszki pługów. *Inżynieria Rolnicza*, 2000, 6 (17), s. 205-211.
- [20] Ptaszyński S.: Test lemieszki do pługów Kverneland. *Rolniczy Przegląd Techniczny*, 2005, 2 (72), s. 12-16.
- [21] Talarczyk W.: Zużycie elementów roboczych maszyn w procesie uprawy gleby. *Prace PIMR*, 1993, nr 2, s. 36-42.