

ZASTOSOWANIE LINIOWEGO WSKAŹNIKA W OCENIE ODPORNOŚCI LEMIESZY PŁUŹNYCH NA ZUŻYCIE

Piotr Kostencki

Akademia Rolnicza w Szczecinie

Streszczenie. Przy konstrukcyjnej różnorodności lemieszki płużnych aktualnie brak jest wiarygodnych wskaźników porównywania ich odporności na zużycie. Wykazano, że wyniki oceny z zastosowaniem parametru utworzonego na bazie zmiany obrysu i trwałości lemieszki są dokładniejsze niż uzyskiwane przy zastosowaniu jednostkowego masowego zużycia, tj. wskaźnika uwzględniającego ubytek masy i trwałość lemieszki. Stwierdzono, że efekt oceny odporności ścierniej lemieszki z zastosowaniem wymienionych wskaźników może różnić się nawet 1,8-krotnie. Przyczyną jest różny proces zużywania się lemieszki, w zależności od warunków ich pracy i cech konstrukcyjnych, wpływających na różnice w bezwzględny masowym zużyciu lemieszki.

Słowa kluczowe: lemieszki płużne, wskaźniki trwałości i zużycia

WSTĘP

Odporność ścierna lemieszki uwarunkowana jest szeregiem czynników, związanych z ich cechami konstrukcyjnymi i warunkami pracy. Dlatego zakres trwałości lemieszki jest bardzo szeroki. Nawet przy ustalonym rozwiązaniu konstrukcyjnym elementów, w zależności od warunków pracy, wartość uprawionego przez nie areалу może znacznie się różnić [Łabęcki 1997, Łabęcki i Gościański 1998, Kostencki i in. 2004].

Trwałość lemieszki określana jest zazwyczaj arealem uprawy do stanu ich granicznego zużycia. Stan ten nie jest jednoznaczny i może wynikać z kilku przyczyn. W praktyce rolniczej przy ocenie zużycia lemieszki płużnych stosowane są następujące kryteria: zmiany obrysu, osłabienia mocowania, agrotechnicznej poprawności orki i zużycia awaryjnego [Owsiak 1988, Kostencki i in. 2001]. W literaturze zagadnienia wymieniane są jeszcze kryterium przetarcia lemieszki w części dziobowej oraz kryterium masowe i wzrostu oporów pracy pługa [Owsiak 1988, 2000b, Łabęcki i Gościański 1998]. Kryterium nadmiernego wzrostu oporów pracy pługa, spowodowanego zużyciem lemieszki,

Adres do korespondencji – Corresponding Author: Piotr Kostencki Piotr, Akademia Rolnicza w Szczecinie, Zakład Podstaw Techniki, ul. Papieża Pawła VI 1, 71-459 Szczecin, tel. 487 83 43 w. 309, e-mail: piotr.kostencki@agro.ar.szczecin.pl

nie jest na razie praktycznie stosowane, gdyż w ciągnikach brak jest standardowych systemów oceny wzrostu energochłonności zabiegu. Kryterium zużycia masowego, przy którym zakłada się, że lemieszki są starte granicznie, gdy względny ubytek masy elementów przekroczy 25 i 30% odpowiednio dla lemieszki o masie do 5,6 i powyżej 5,6 kg, jest niewygodne w zastosowaniu praktycznym.

Zmienność kryteriów granicznego zużycia wynika z odmiennych mechanizmów ścierania się lemieszki, zależnie od ich rozwiązania konstrukcyjnego i warunków pracy. Kształtując bruzdę, lemieszki ulegają ścieraniu o jej dno i ścianę boczną, a podawana na odkładnicę gleba trze o ich powierzchnię natarcia. Występuje więc jednocześnie zmniejszenie długości części dziobowej i szerokości części trapezowej, powstanie pasma zużycia na powierzchni przyłożenia z zaokrągleniem krawędzi tnącej, ścieranie krawędzi połowej oraz ubytek materiału z powierzchni natarcia. Należy dodać, że przy wytworzonym w danych warunkach paśmie zużycia zmiana ulega również konstrukcyjny kąt przyłożenia elementów [Winokurow i Małow 1980, Owsiak 1988, Napiórkowski i Michalski 1995]. Intensywność poszczególnych procesów uzależniona jest od konstrukcyjnych cech lemieszki i warunków ich pracy, a stan granicznego zużycia określonych elementów, pracujących w danych warunkach, związany będzie z najszybciej postępującą zmianą kształtu.

Cechy konstrukcyjne lemieszki, warunki ich pracy, zmiana kształtu wywołana zużyciem oraz kryteria granicznego zużycia są ze sobą powiązane. Przykładowo, szerokość pasma zużycia uwarunkowana jest konstrukcyjną grubością lemieszki, ich ustawieniem w korpusie oraz gatunkiem i stanem uprawianej gleby. Przy uprawie zwięzłej gleby, dana szerokość pasma zużycia może być powodem wymiany lemieszki na nowe, ze względu na występujące spłykanie uprawy. Natomiast w przypadku orki tymi samymi elementami gleby o mniejszej zwięzłości, pług będzie pracował poprawnie, a o wymianie lemieszki zadecyduje inny czynnik. Stąd kryterium granicznego zużycia związane z samoczynnym zmniejszaniem głębokości pracy pługa na skutek zbyt szerokiego pasma zużycia wytworzonego na powierzchni przyłożenia lemieszki jest dość kontrowersyjnym kryterium ich granicznego zużycia. Zdemontowane bowiem lemieszki często posiadają jeszcze „zapas” do dalszej pracy i w praktyce często są dalej eksploatowane w dogodniejszych warunkach glebowych (np. przy większej wilgotności gleby, a tym samym mniejszej jej zwięzłości).

W procesie przygotowania gleby do siewu orka nadal jest powszechnym zabiegiem. Z tego względu rolnikom oferowany jest szeroki asortyment pługów wytwarzanych przez różnych producentów. Lemieszki stosowane w tych narzędziach różnią się rozwiązaniem konstrukcyjnym, przy czym producenci do określonego typu pługa proponują często kilka wariantów lemieszki. Dodatkowo oferowane są lemieszki wytwarzane przez inne firmy, zajmujące się produkcją części wymiennych do narzędzi i maszyn rolniczych. Stąd duża zmienność konstrukcji lemieszki. Mogą one różnić się typem, geometrią, masą, zastosowanym materiałem oraz formą i parametrami obróbki cieplnej (składem chemicznym i strukturą materiału), a także ewentualnie sposobem wzmocnienia. Najczęstszą formą wzmocnienia lemieszki, rozszerzającą ich wariantowość, jest napawanie. Przy tej metodzie wzmocnienia lemieszki zmienne może być miejsce i obszar nałożenia napoi, sposób jej wykonania oraz zastosowany materiał [Owsiak 2000a].

Skuteczność wzmocnienia zależy od zastosowanego materiału, metody napawania oraz od gatunku uprawianej gleby [Napiórkowski i Michalski 1995].

Ze względu na różnorodność konstrukcji lemieszki płużnych opracowanie metodyki ich badań jest trudne [Owsiak 2000b]. Pojawia się pytanie, na ile powszechnie stosowane wskaźniki, tj. trwałość, względne masowe zużycie i masowe zużycie jednostkowe, są miarodajne i dokładne przy ocenie wytrzymałości ściernej zestawu różniących się konstrukcyjnie lemieszki. Nasuwa się więc pytanie, jak interpretować wyniki pomiaru trwałości lemieszki o odmiennych masach. Wydaje się, że w badaniach ukierunkowanych na ocenę zestawu lemieszki o różnej konstrukcji, powyższe parametry mogą być niewystarczające lub mało precyzyjne.

W praktyce rolniczej lemieszki najczęściej podlegają wymianie ze względu na kryterium zmiany ich obrysu, tj. gdy długość dziobów i szerokość części trapezowych zmniejszy się na tyle, że na ścieranie narażona jest obsada lemieszki lub niewielkiemu starciu ulegają śruby i nakrętki mocujące elementy, do stanu umożliwiającego wymianę lemieszki w warunkach polowych. Zatem ocena odporności lemieszki na zużycie mogłaby być wykonywana z zastosowaniem wskaźnika utworzonego na bazie ich trwałości i zmiany obrysu, występującej w miejscach najistotniejszych pod względem wymienionych kryteriów. Wskaźnik ten, o wymiarze $\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}$, można by nazwać miejscową jednostkową zmianą obrysu, a w fizycznym znaczeniu odzwierciedlałby on tempo zmiany obrysu lemieszki w miejscach, których zużycie decyduje o wymianie elementów na nowe.

Celem pracy jest porównanie efektów oceny odporności lemieszki płużnych na zużycie dokonywanej przy pomocy dwóch wskaźników ich ściernej wytrzymałości, a mianowicie miejscowej jednostkowej zmiany obrysu i jednostkowego masowego zużycia.

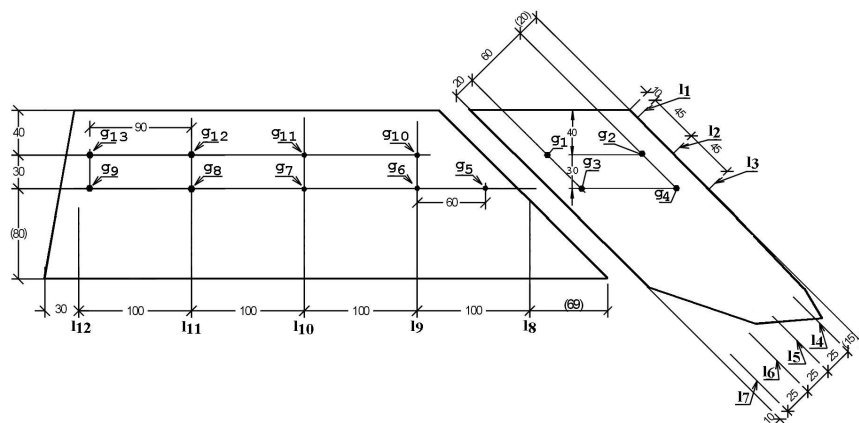
Zakres badań ograniczono do określenia powyższych parametrów odporności ściernej dla nienapawanych i napawanych lemieszki wytwarzanych przez polskiego producenta i przeznaczonych do pługów firmy Lemken, przy pracy lemieszki w warunkach orki gleb pylastych o dwóch stanach nawilgocenia oraz podczas uprawy gleb piaszczystych.

W celu oceny wskaźników porównano ilorazy wartości miejscowej jednostkowej zmiany obrysu, dla lemieszki pracujących w odmiennych warunkach lub różniących się konstrukcyjnie i pracujących w takich samych warunkach, z adekwatnymi ilorazami ich jednostkowego masowego zużycia.

METODY

Wartości miejscowej jednostkowej zmiany obrysu J_L i jednostkowego masowego zużycia J_M lemieszki ustalono na podstawie wyników polowych badań trwałości i zużycia przeprowadzonych dla nienapawanych oraz napawanych, dwuczęściowych (dziob i część trapezowa) lemieszki, wytwarzanych przez polskiego producenta [Kostencki i in. 2003, Kostencki i Nowowiejski 2006]. Zastosowane elementy wykonywane są ze stali borowej i poddawane objętościowej obróbce cieplnej. Zarówno część dziobowa, jak i część trapezowa lemieszki mocowana jest do obsady za pomocą dwóch śrub lemieszowych.

Wartości miejscowej jednostkowej zmiany obrysu J_L części dziobowych i części trapezowych wyliczono jako stosunek bezwzględnej zmiany obrysu elementów w danym miejscu do ich trwałości. Stosowane miejsca pomiarów zmiany geometrii lemieszki przedstawiono na rysunku 1. Wartość standardowego parametru odporności ściernej, tj. jednostkowego masowego zużycia J_M , określano jako stosunek bezwzględnego ubytku masy elementów i ich trwałości.



Rys. 1. Miejsca pomiaru zmiany obrysu (linie pomiarowe l_1 do l_{12}) i miejsca pomiaru zmiany grubości lemieszki (punkty g_1 do g_{13})

Fig. 1. Points of measurement of change in the contour (the measuring lines l_1 to l_{12}) and points of measurement of change in thickness of shares (the points g_1 to g_{13})

Wyliczenia wykonywano na podstawie trwałości i bezwzględnego zużycia elementów startych granicznie. W przypadku dziobów stan ten związany był z ubytkiem długości, a w przypadku części trapezowych – z ubytkiem szerokości w obszarze mocowania tych części. Stanowi granicznego zużycia elementów odpowiadało niewielkie starcie nakrętek i śrub montażowych, przy którym wymiana elementów na nowe była możliwa w warunkach polowych.

Warunki pracy lemieszki przedstawiono w tabeli 1. Uprawiano mało nawilgocone ($W = 7-10\%$, klasyfikacja wilgotności gleby wg Łabęckiego [1995]) i normalnie nawilgocone ($W=15-25\%$) gleby pylaste (o przewadze pyłu zwykłego) oraz średnio nawilgocone ($W=11-14\%$) gleby piaszczyste. Warunkom tym przyporządkowano odpowiednio oznaczenia A, B i C. W warunkach B wykonywano orki siewne i zimowe. W tabeli 1 opis tych orok rozdzielono. Przy uprawie gleb pylastych (warunki A i B) stosowano lemieszki nienapawane i napawane, zaś uprawę gleb piaszczystych (warunki C) wykonywano jedynie elementami nienapawanymi. Grubość części trapezowych stosowanych podczas warunków A wynosiła 10 mm, a w warunkach B i C – 11 mm. Natomiast grubość wykorzystywanych we wszystkich przypadkach dziobów wynosiła 13 mm.

Tabela 1. Warunki pracy lemieszki
Table 1. Working conditions of ploughshares

Oznaczenie warunków Symbol of conditions	Charakterystyka warunków Characteristic of conditions
A	<ul style="list-style-type: none"> • pola po pszenicy (spulchnione kultywatorem Smaragd) oraz po burakach cukrowych, orka siewna • udział areału uprawianych gatunków gleb U_{ug}: płuż – 87,9%, pgmp – 7,8%, pglp – 1,0%, pli – 1,0%, glp – 2,3% • udział żwiru U_z: 1,8% \pm 1,6, zakamienianie U_k: 4,0 t·ha⁻¹ \pm 6,0 • wilgotność W, gęstość objętościowa S_o, zwięzłość gleby Z w warstwie pracy lemieszki (15–30 cm): 8,5% \pm 2,3, 1,54 g·cm⁻³ \pm 0,08, 2,53 MPa \pm 0,87, odczyn gleby P: 5,9–6,4 pH K_{Cl} • głębokość uprawy H: 22,0 cm \pm 4,0, szerokość pracy jednego korpusu B_1: 39 cm \pm 3, prędkość orki v: 7,4 km h⁻¹ \pm 0,5
B	<ul style="list-style-type: none"> • pola po pszenicy (spulchnione kultywatorem Smaragd) oraz po burakach cukrowych, orka siewna, a następnie orka zimowa • U_{ug}: płuż – 86,9%, pli – 4,4%, pgmp – 4,4%, glp – 3,1%, pglp – 1,2% podczas orzek siewnych, płuż – 84,8%, glp – 7,2%, pgmp – 4,7%, pli – 2,2%, pglp – 1,1% podczas orzek zimowych • U_z = 0,5% \pm 0,7, U_k = 3,4 t·ha⁻¹ \pm 6,0 przy orkach siewnych, U_z = 0,4% \pm 0,4, U_k = 6,7 t·ha⁻¹ \pm 13,0 przy orkach zimowych • W = 17,1% \pm 2,0, S_o = 1,49 g·cm⁻³ \pm 0,08, Z = 1,81 MPa \pm 0,55 przy orkach siewnych, W = 17,9% \pm 2,3, S_o = 1,40 g·cm⁻³ \pm 0,06, Z = 1,38 MPa \pm 0,08 przy orkach zimowych, P = 4,6–7,4 pH K_{Cl} • H = 23,0 cm \pm 4,5, B_1 = 45 cm \pm 1, v = 6,9 km·h⁻¹ \pm 0,7 przy orkach siewnych, H = 26,5 cm \pm 0,5, B_1 = 41 cm \pm 4, v = 6,8 km·h⁻¹ \pm 0,4 przy orkach zimowych
C	<ul style="list-style-type: none"> • pola po zbożach (spulchnione w większości kultywatorem Smaragd), orka siewna i zimowa (o warunkach i parametrach zbliżonych) • U_{ug}: pgl – 34,4%, pgmp – 28,0%, pglp – 17,7%, pgm – 9,6%, ps – 5,6%, glp – 2,8%, płuż – 1,9% • U_z = 5,2% \pm 1,5, U_k = 19,7 t·ha⁻¹ \pm 10,1 • W = 13,8% \pm 2,2, S_o = 1,52 g·cm⁻³ \pm 0,08, Z = 1,61 MPa \pm 0,40, P = 4,9–6,7 pH K_{Cl} • H = 24,5 cm \pm 1,5, B_1 = 46 cm \pm 2, v = 7,4 km h⁻¹ \pm 0,3

glp – glina lekka pylasta, płuż – pył zwykły, pli – pył ilasty, pgm – piasek gliniasty mocny, pgmp – piasek gliniasty mocny pylasty, pgl – piasek gliniasty lekki, pglp – piasek gliniasty lekki pylasty, ps – piasek słabogliniasty; zmienność parametrów określono, podając odchylenie standardowe
glp – light silty loam, płuż – silt, pli – clay silt, pgm – heavy loamy sand, pgmp – heavy loamy silty sand, pgl – light loamy sand, pglp – light loamy silty sand, ps – slightly loamy sand

W tabeli 2 zestawiono wartości miejscowej jednostkowej zmiany obrysu J_L części dziobowych i części trapezowych badanych lemieszki, pracujących w różnych warunkach glebowych. Natomiast tabela 3 zawiera dane o ich jednostkowym masowym zużyciu J_M . W tabeli tej podano również informacje o trwałości, względnym masowym zużyciu i bezwzględnym ubytku grubości elementów. Stosowane metody pomiarów trwałości i zużycia lemieszki oraz parametrów charakteryzujących warunki uprawy opisali Kostencki i Dawidowski [2000].

W celu porównania odporności badanych części lemieszki na zużycie, z zastosowaniem liniowego i masowego wskaźnika ich zużycia, ustalono ilorazy wartości parametrów J_L oraz parametrów J_M dla elementów pracujących w odmiennych warunkach glebowych lub elementów różniących się konstrukcją i pracujących w tych samych

warunkach. Wyniki tej analizy podano w tabeli 4 oraz na rysunkach 2 i 3, przy czym na rysunkach posłużono się uśrednionymi wartościami parametru J_L , wyliczonymi dla linii pomiarowych l_4, l_5, l_6 i l_7 w przypadku dziobów oraz dla linii l_8, l_9 , i l_{10} w przypadku części trapezowych, gdyż zmiana obrysu elementów w obszarze tych linii związana jest ze stanem granicznego ich zużycia. W analizie zastosowano następujące warianty porównania:

- ocena zużycia lemieszy nienapawanych w warunkach A do zużycia w warunkach B,
- ocena zużycia lemieszy nienapawanych w warunkach A do zużycia w warunkach C,
- ocena zużycia lemieszy nienapawanych w warunkach C do zużycia w warunkach B,
- ocena zużycia lemieszy napawanych w warunkach A do zużycia w warunkach B,
- ocena zużycia lemieszy nienapawanych do zużycia lemieszy napawanych podczas pracy w warunkach A,
- ocena zużycia lemieszy nienapawanych do zużycia lemieszy napawanych podczas pracy w warunkach B.

WYNIKI

W zależności od miejsca wykonywania pomiaru zmiany kształtu badanych części lemieszy wskaźnik miejscowej jednostkowej zmiany obrysu J_L przyjmuje różne wartości (tab. 2). W przypadku dziobów największa wartość tego parametru występowała w linii pomiarowej l_4 , położonej przy krawędzi połowej elementów (rys. 1). W miarę oddalania się od tej krawędzi wartość parametru malała (tab. 2). Przy częściach trapezowych największa wartość parametru J_L , poza warunkami C, występowała w linii pomiarowej l_9 lub l_{10} , które leżą odpowiednio w odległości 170 i 270 mm, mierząc od początku elementu (rys. 1). Najmniejsze wartości wskaźnika występowały albo w pierwszej, albo w ostatniej linii pomiarowej (tab. 2). W warunkach C, w których badano jedynie elementy nienapawane, największa wartość wskaźnika J_L miała miejsce w linii pomiarowej l_{12} , znajdującej się przy końcu elementu, a najmniejsza – w linii l_8 , leżącej na początku części.

Wartość jednostkowego masowego zużycia J_M badanych części jednoznacznie związana jest z warunkami ich pracy (tab. 3). Mniejsze wartości parametr ten przyjmował dla elementów pracujących w glebach nawilgoconych (warunki B i C). Spowodowane to było zdecydowanie większą trwałością elementów pracujących w takich warunkach, mimo większego ich zużycia masowego w odniesieniu do zużycia występującego podczas uprawy gleb o obniżonej wilgotności (warunki A). Elementy napawane, poza częściami trapezowymi pracującymi w warunkach A, charakteryzowały się nieco mniejszymi wartościami parametru J_M . Powiązać to można z większą trwałością elementów wzmocnionych przez napawanie.

Stwierdzono, że wartości ilorazów parametru J_L , ustalone w poszczególnych liniach pomiarowych, dla elementów pracujących w odmiennych warunkach glebowych w zdecydowanej większości przypadków odbiegają od wartości stosunków wskaźników masowego ich zużycia J_M (tab. 4). Podobnie jest w przypadku ilorazów wartości wskaźników J_L oraz J_M dla elementów nienapawanych i napawanych, pracujących w tych samych warunkach. Świadczy to o tym, że wynik porównania intensywności

ścierania się elementów, uzyskiwany przy zastosowaniu liniowych i masowych wskaźników ich zużycia, jest różny. Opierając się na wynikach ustaleń przedstawionych na rysunkach 2 i 3, na których posłużono się uśrednionymi wartościami parametru J_L (ustalonymi, jak już wspomniano, na podstawie wartości wskaźnika J_L w liniach pomiarowych l_4, l_5, l_6 i l_7 w przypadku dziobów oraz w liniach l_8, l_9 i l_{10} w przypadku części trapezowych), można stwierdzić, że efekt oceny wytrzymałości badanych elementów na zużycie, przy posługiwaniu się liniowymi i masowymi wskaźnikami ich zużycia, może różnić się w przypadku dziobów nawet 1,59-krotnie i aż 1,82-krotnie w przypadku części trapezowych.

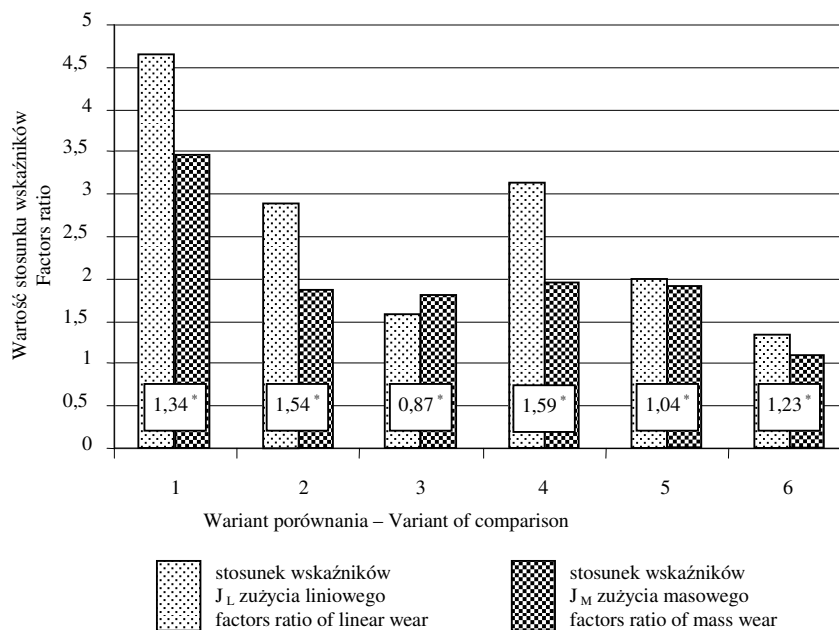
Tabela 2. Miejscowa jednostkowa zmiana obrysu lemieszki; a) części dziobowe, b) części trapezowe

Table 2. Local unit change of ploughshare contour; a) ploughshare tips, b) ploughshares

Warunki pracy, liczba powtórzeń Working conditions number of repetitions		Miejscowa jednostkowa zmiana obrysu J_L (mm·ha ⁻¹) ustalona w linii pomiarowej ¹⁾ Local unit change of contour J_L (mm·ha ⁻¹) determined along the measure line ¹⁾						
a)		l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7
Dzioby nienapawane Unpadded tips	A n = 15	0,06 s = 0,03	0,11 s = 0,04	0,65 s = 0,56	20,32 s = 5,59	17,40 s = 4,64	14,56 s = 3,75	9,71 s = 2,25
	B n = 8	0,03 s = 0,03	0,04 s = 0,04	0,10 s = 0,08	4,53 s = 1,39	3,73 s = 1,13	3,12 s = 0,90	2,02 s = 0,64
	C n = 5	0,06 s = 0,02	0,10 s = 0,02	0,37 s = 0,06	7,13* s = 0,27	5,92* s = 0,22	4,76 s = 0,41	3,50 s = 0,50
	Dzioby napawane Padded tips	A n = 5	0,03 s = 0,02	0,06 s = 0,03	0,15 s = 0,08	9,67 s = 3,23	7,97 s = 1,45	7,27 s = 1,34
B n = 3	0,04 s = 0,02	0,07 s = 0,03	0,17 s = 0,08	3,52 s = 0,48	2,78 s = 0,40	2,30 s = 0,37	1,42 s = 0,08	
b)		l_8	l_9	l_{10}	l_{11}	l_{12}		
Części trapezowe nienapawane Unpadded ploughshares	A n = 6	3,25 s = 0,74	4,21 s = 0,93	3,81 s = 0,82	2,22 s = 0,55	0,88 s = 0,28		
	B n = 4	1,02 s = 0,17	1,31 s = 0,19	1,38 s = 0,23	1,33 s = 0,24	1,35 s = 0,25		
	C n = 4	1,48 s = 0,20	1,78 s = 0,13	1,92 s = 0,15	2,07 s = 0,18	2,45 s = 0,26		
	Części trapezowe napawane Padded ploughshares	A n = 3	3,22 s = 1,11	3,83 s = 1,37	3,64 s = 1,31	2,83 s = 0,88	1,53 s = 0,62	
B n = 1	0,87	1,14	1,16	1,08	1,02			

n – liczba powtórzeń, s – odchylenie standardowe, ¹⁾ linie pomiarowe l_1, l_2, l_3 dotyczą zmiany obrysu od strony krawędzi polowej elementu, a linie l_4, l_5, l_6, l_7 zużycia długości elementu, * wartość ustalona dla n = 3 z powodu lekkiego zgięcia dwóch elementów

n – number of repetitions, s – standard deviation, ¹⁾ measure lines l_1, l_2, l_3 refer to change of contour from field edge side of the part, and lines l_4, l_5, l_6, l_7 to wear of length, * value determined for n = 3 due to slight bending of two parts



* iloraz wartości stosunku wskaźników J_L do wartości stosunku wskaźników J_M
 * the quotient of the value of indexes ratio J_L to the value of indexes ratio J_M

Rys. 2. Porównanie odporności na zużycie dziobów z zastosowaniem jednostkowej miejscowej zmiany obrysu J_L i jednostkowego masowego zużycia J_M : 1 – zużycie dziobów nienapawanych w warunkach A do zużycia w warunkach B, 2 – zużycie dziobów nienapawanych w warunkach A do zużycia w warunkach C, 3 – zużycie dziobów nienapawanych w warunkach C do zużycia w warunkach B, 4 – zużycie dziobów napawanych w warunkach A do zużycia w warunkach B, 5 – warunki A, zużycie dziobów nienapawanych do zużycia dziobów napawanych, 6 – warunki B, zużycie dziobów nienapawanych do zużycia dziobów napawanych;

Fig. 2. Comparison of wear resistance of tips, estimated by local unit change of the contour J_L and unit mass waste of elements J_M : 1 – the wear of unpadded tips working in the A conditions related to wear in the B conditions, 2 – the wear of unpadded tips working in the A conditions to wear in the C conditions, 3 – the wear of unpadded tips working in the C conditions to wear in the B conditions, 4 – the wear of padded tips working in the A conditions to wear in the B conditions, 5 – the A conditions, wear of unpadded tips to the wear of padded ones, 6 – the B conditions, the wear of unpadded shares to the wear of padded ones

Przyczyny odstępstw w ocenie odporności ścierniej badanych lemiesz z zastosowaniem liniowych i masowych wskaźników zużycia wynikają z różnego, w zależności od warunków pracy, procesu zużywania się elementów oraz związane są z ich cechami konstrukcyjnymi. Zużycie lemiesz pracujących w glebie o obniżonej wilgotności (warunki A) następowało głównie na ich powierzchni przyłożenia, kontaktującej się z mało plastyczną i zwięzłą glebą dna bruzdy. Ubytek grubości nienapawanych i napawanych

lemieszki pracujących w tych warunkach był nieznaczny (tab. 3), wynoszący (w ramach stosowanych miejsc pomiaru – rys. 1) od 3,5 do 9,6% grubości początkowej dla dziobów i od 4,0 do 9,0% – dla części trapezowych. Natomiast zużycie grubości lemieszki uprawiających glebę nawilgoconą (warunki B i C) było kilkakrotnie większe (tab. 3) i wynosiło od 14,8 do 66,7% grubości wyjściowej dziobów i od 14,2 do 56,7% grubości początkowej części trapezowych. Należy podkreślić, że we wszystkich warunkach orki stan granicznego zużycia badanych elementów lemieszki był zbliżony i wynikał ze zmiany obrysu. Zatem przy podobnym stanie granicznego zużycia elementów, ich masowe zużycie było różne, co rzutowało na wartości ustalonego dla nich parametru J_M , a tym samym na wartości ilorazów tego parametru, stosowanych w celu porównania ściernej odporności badanych elementów.

Ustalono również, że szerokość końcowego obszaru granicznie startych części trapezowych, pracujących w różnych warunkach glebowych, nie była jednakowa. Przykładowo, ubytek szerokości części trapezowych pracujących w warunkach A, występujący w liniach pomiarowych l_{11} i l_{12} , wynosił odpowiednio 35,8 i 14,3 mm, a w warunkach C – 71,8 i 84,9 mm [Kostencki i in. 2003, Kostencki i Nowowiejski 2006]. Należy podkreślić, że przy ocenie stanu granicznego zużycia elementów, zmiana ich kształtu w tym obszarze nie jest brana pod uwagę. Różnemu zużyciu szerokości części trapezowych odpowiada różna wartość ich bezwzględnego masowego zużycia, co znajduje odzwierciedlenie w wartościach parametru J_M , a w konsekwencji wpływa również na wartości ilorazów tego wskaźnika.

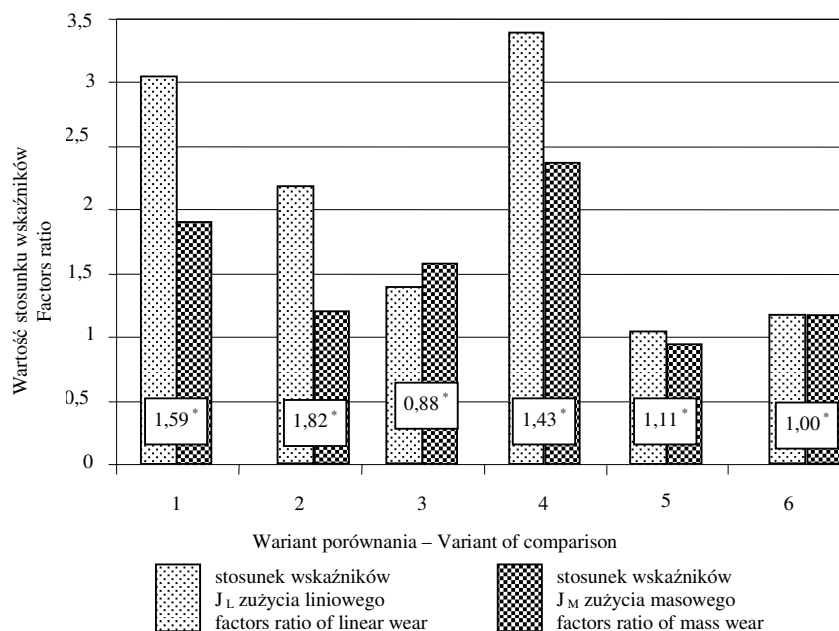
W przypadku eksploatacji lemieszki napawanych, masa startej napiony zwiększa wartość bezwzględnego masowego zużycia elementów. Dodatkowo, w porównaniu z lemieszkami nienapawanymi zużycie grubości trwalszych, a więc dłużej kontaktujących się z glebą, lemieszki napawanych było zazwyczaj większe (tab. 3). Przy takim samym stanie granicznego zużycia lemieszki nienapawanych i napawanych, związanym ze zmianą ich obrysu, czynniki te wpływają na rezultat porównania odporności elementów na zużycie z zastosowaniem wskaźnika J_M .

Również zmiana szerokości dziobów, zachodząca od strony krawędzi połowej (linie pomiarowe l_1 , l_2 i l_3 na rys. 1), jest różna zależnie od warunków eksploatacji lemieszki [Kostencki i in. 2003, Kostencki i Nowowiejski 2006]. W pewnym zakresie rzutuje to także na wartość masowego wskaźnika zużycia lemieszki J_M i relacje tego parametru ustalane dla różnych wariantów porównywania ich odporności ściernej.

Należy podkreślić, że przy wyliczeniach wartości wskaźnika zużycia liniowego J_L , utworzonego na bazie trwałości i czynnika decydującego o granicznym zużyciu lemieszki, tj. zmiany ich obrysu, wymienione powyżej czynniki nie odgrywają w ogóle roli albo uwzględniane są bezpośrednio, z pominięciem związanych z nimi różnic w masowym zużyciu elementów. Wskaźnik ten w sposób bezpośredni uwzględnia zużycie grubości lemieszki i ich wzmocnienie poprzez napawanie, gdyż przy większym ubytku grubości występuje relatywnie szybsza zmiana obrysu lemieszki, natomiast prawidłowo wykonana napoina spowalnia ten proces.

W przeprowadzonej analizie odporności ściernej badanych elementów lemieszki, z zastosowaniem liniowych i masowych wskaźników ich zużycia (tab. 4 oraz rys. 2 i 3), największą rozbieżność stwierdzono w przypadku porównania wytrzymałości na zuży-

cie napawanych dziobów pracujących w warunkach A i B (rys. 2, pozycja 4) oraz dla nienapawanych części trapezowych pracujących w warunkach A i C (rys. 3, pozycja 2).



* iloraz wartości stosunku wskaźników J_L do wartości stosunku wskaźników J_M

* the quotient of the value of indexes ratio J_L to the value of indexes ratio J_M

Rys. 3. Porównanie odporności na zużycie części trapezowych z zastosowaniem jednostkowej miejscowej zmiany obrysu J_L i jednostkowego masowego zużycia J_M : 1 – zużycie części trapezowych nienapawanych w warunkach A do zużycia w warunkach B, 2 – zużycie części trapezowych nienapawanych w warunkach A do zużycia w warunkach C, 3 – zużycie części trapezowych nienapawanych w warunkach C do zużycia w warunkach B, 4 – zużycie części trapezowych napawanych w warunkach A do zużycia w warunkach B, 5 – warunki A, zużycie części trapezowych nienapawanych do zużycia części trapezowych napawanych, 6 – warunki B, zużycie części trapezowych nienapawanych do zużycia części trapezowych napawanych

Fig. 3. Comparison of wear resistance of shares, estimated by local unit change of the contour J_L and unit mass waste of elements J_M : 1 – the wear of unpadded shares working in the A conditions related to wear in the B conditions, 2 – the wear of unpadded shares working in the A conditions to wear in the C conditions, 3 – the wear of unpadded shares working in the C conditions to wear in the B conditions, 4 – the wear of padded shares working in the A conditions to wear in the B conditions, 5 – the A conditions, wear of unpadded shares to the wear of padded ones, 6 – the B conditions, the wear of unpadded shares to the wear of padded ones

Tabela 3. Jednostkowe masowe zużycie, trwałość, względne masowe zużycie i bezwzględny ubytek grubości elementów
 Table 3. Unit mass wear, durability, relative mass wear and absolute loss in the thickness of parts

Warunki pracy, liczba powtórzeń, Working conditions, number of repetitions	Jednostkowe masowe zużycie J_M Unit mass wear J_M $g \cdot ha^{-1}$	Trwałość Durability ha	Względne masowe zużycie Relative mass wear %	Zużycie grubości [mm] w miejscu pomiarowym (rys. 1) Wear of thickness in measuring point (fig. 1)									
				g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}	g_{11}	g_{12}	g_{13}	
Dzioby nienapawane Unpadded tips	A n = 15	146,4 s = 36,5	6,6 s = 2,0	41,8 s = 2,9	0,46 s = 0,13	0,62 s = 0,17	0,63 s = 0,15	0,96 s = 0,29					
	B n = 8	42,2 s = 12,4	29,1 s = 7,4	52,8 s = 3,8	1,92 s = 0,49	3,34 s = 0,48	2,36 s = 0,29	4,92 s = 0,89					
	C n = 5	77,7 s = 3,5	18,2 s = 0,7	65,8 s = 1,8	4,06 s = 0,66	7,07 s = 0,78	4,02 s = 0,36	8,67 s = 0,75					
Dzioby napawane Padded tips	A n = 5	75,5 s = 11,6	12,9 s = 2,6	43,2 s = 2,2	0,63 s = 0,17	0,88 s = 0,25	0,94 s = 0,20	1,25 s = 0,38					
	B n = 3	38,3 s = 6,0	36,9 s = 5,3	60,8 s = 0,6	2,75 s = 0,18	4,40 s = 0,37	3,28 s = 0,05	6,70 s = 0,10					
Części trapezowe nienapawane Unpadded ploughshares	A n = 6	106,6 s = 18,7	16,6 s = 4,1	39,8 s = 3,7	0,90 s = 0,22	0,80 s = 0,15	0,69 s = 0,15	0,47 s = 0,10	0,73 s = 0,10	0,68 0,23	0,69 s = 0,13	0,65 s = 0,10	0,81 s = 0,09
	B n = 4	55,6 s = 9,3	53,7 s = 8,3	58,9 s = 2,9	2,77 s = 0,41	2,42 s = 0,42	1,98 s = 0,41	1,56 s = 0,39	3,38 s = 0,55	2,49 s = 0,42	2,13 s = 0,40	1,95 s = 0,29	3,62 s = 0,56
	C n = 4	88,5 s = 5,8	34,9 s = 2,9	65,4 s = 3,2	3,81 s = 0,63	3,15 s = 0,60	2,77 s = 0,51	2,89 s = 0,55	-*	3,78 s = 0,48	3,31 s = 0,61	3,65 s = 0,53	6,24 s = 1,35
Części trapezowe napawane Padded ploughshares	A n = 3	112,5 s = 37,3	17,5 s = 5,6	42,1 s = 3,2	0,77 s = 0,21	0,72 s = 0,15	0,59 s = 0,15	0,40 s = 0,19	0,72 s = 0,23	0,60 s = 0,15	0,62 s = 0,18	0,60 s = 0,16	0,80 s = 0,26
	B n = 1	47,5	61,5	58,8	3,07	2,59	2,08	1,79	4,31	2,85	2,15	2,04	4,74

n – liczba powtórzeń, s – odchylenie standardowe, * brak wyniku spowodowany zużyciem szerokości elementu
 n – number of repetitions, s – standard deviation, * lack of result caused by wear of width of part

Tabela 4. Porównanie miejscowej jednostkowej zmiany obrysu i jednostkowego masowego zużycia elementów dla różnych przypadków ich pracy
 Table 4. Comparison of local unit change of contour and unit mass wear of parts for various working conditions

	Wariant porównania Comparative variant	Stosunek zużycia liniowego J_L w linii pomiarowej ¹⁾ Ratio of linear wear J_L along the measure line ¹⁾							Stosunek jednostkowego masowego zużycia J_M Ratio of unit mass wear J_M
		l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	
Dzioby Tips	zużycie dziobów nienapawanych w warunkach A do zużycia w warunkach B	2,0	2,7	6,5	4,49	4,66	4,67	4,81	3,47
	zużycie dziobów nienapawanych w warunkach A do zużycia w warunkach C	1,0	1,1	1,8	2,85	2,94	3,06	2,77	1,88
	zużycie dziobów nienapawanych w warunkach C do zużycia w warunkach B	2,0	2,5	3,7	1,57	1,59	1,53	1,73	1,84
	zużycie dziobów napawanych w warunkach A do zużycia w warunkach B	0,7	0,9	0,9	2,75	2,87	3,16	3,77	1,97
	warunki A, zużycie dziobów nienapawanych do zużycia dziobów napawanych	2,0	1,8	4,3	2,10	2,18	2,00	1,81	1,94
	warunki B, zużycie dziobów nienapawanych do zużycia dziobów napawanych	0,7	0,6	0,6	1,29	1,34	1,36	1,42	1,10
			l_8	l_9	l_{10}	l_{11}	l_{12}		
Części trapezowe Ploughshares	zużycie części trapezowych nienapawanych w warunkach A do zużycia w warunkach B	3,19	3,21	2,76	1,67	0,65			1,92
	zużycie części trapezowych nienapawanych w warunkach A do zużycia w warunkach C	2,20	2,37	1,98	1,07	0,36			1,20
	zużycie części trapezowych nienapawanych w warunkach C do zużycia w warunkach B	1,45	1,36	1,39	1,56	1,81			1,59
	zużycie części trapezowych napawanych w warunkach A do zużycia w warunkach B	3,70	3,36	3,14	2,62	1,50			2,37
	warunki A, zużycie części trapezowych nienapawanych do zużycia części trapezowych napawanych	1,01	1,10	1,05	0,78	0,58			0,95
	warunki B, zużycie części trapezowych nienapawanych do zużycia części trapezowych napawanych	1,17	1,15	1,19	1,23	1,32			1,17

¹⁾ linie l_1, l_2, l_3 dotyczą zużycia od strony krawędzi polowej elementu, a linie l_4, l_5, l_6, l_7 zużycia długości elementu (rys. 1)

¹⁾ lines l_1, l_2, l_3 refer to wear from field edge of part, and lines l_4, l_5, l_6, l_7 to wear of part length (fig. 1)

W przypadku napawanych dziobów uprawiających mało nawilgocone i normalnie nawilgocone gleby pylaste (warunki A i B) wartości ich liniowego wskaźnika zużycia J_L (ustalonego dla linii pomiarowych l_4, l_5, l_6, l_7 – tab. 4, pozycja 4) wskazują na od 2,75 do 3,77-krotnie (przeciętnie około 3,1) większe tempo ścierania się długości dziobów przy ich pracy w warunkach A niż w warunkach B, gdy stosunek jednostkowego masowego zużycia J_M elementów wynosi tylko około 1,97. Jest więc on średnio około 1,6 raza mniejszy (rys. 2). Na obniżenie wartości stosunku wskaźników masowych J_M wpływ miał znacznie większy ubytek grubości elementów pracujących w glebie normalnie nawilgoconej (warunki B). W ramach stosowanych miejsc pomiaru zmiany grubości elementów, ubytek grubości dziobów pracujących w warunkach B był od około 3,5 do 5,4-krotnie większy niż dla elementów pracujących w warunkach A (tab. 3).

Przy porównaniu intensywności zużywania się nienapawanych części trapezowych uprawiających mało nawilgocone gleby pylaste i średnio nawilgocone gleby piaszczyste (warunki A i C), iloraz wartości wskaźników zużycia liniowego J_L (ustalonych w liniach pomiarowych l_8, l_9, l_{10} – tab. 4, pozycja 8) wykazuje od 1,98 do 2,37-krotnie (przeciętnie około 2,2) szybsze tempo zużywania się tych elementów podczas pracy w warunkach A. Natomiast iloraz wskaźników masowego zużycia J_M elementów wynosi tylko 1,20, a więc jest około 1,8-krotnie mniejszy niż przeciętny iloraz wskaźników liniowego zużycia (rys. 3). Przyczyn rozbieżności w wynikach porównania należy szukać również w zdecydowanie większym zużyciu grubości części trapezowych pracujących w średnio nawilgoconej glebie piaszczystej (warunki C). W zakresie stosowanych miejsc pomiaru (rys. 1) ubytek ich grubości (tab. 3) był od około 3,9 do 7,7 raza (średnio 5,2 raza) większy niż zużycie powierzchni natarcia elementów uprawiających mało nawilgocone gleby pylaste (warunki A). Na wartość stosunku wskaźników masowego zużycia części trapezowych dodatkowo wpływ miała odmienna zmiana geometrii elementów w ich końcowym obszarze. W liniach pomiarowych l_{11} i l_{12} ubytek szerokości granicznie zużytych części trapezowych pracujących w warunkach C był znacznie większy niż w warunkach A, o czym pisano już wcześniej. Ze względu na większy w warunkach C ubytek grubości elementów i dodatkowo zwiększone zużycie szerokości w końcowym ich obszarze, bezwzględne masowe zużycie startych granicznie w tych warunkach części trapezowych było większe niż podczas pracy w warunkach A, co znalazło odzwierciedlenie w obniżeniu wartości stosunku jednostkowego masowego zużycia elementów.

W pozostałych, przedstawionych w tabeli 4 oraz na rysunkach 2 i 3, wariantach porównania występują nieco mniejsze rozbieżności w rezultatach oceny odporności elementów na zużycie. Ich przyczyny są zbliżone do opisanych powyżej. Jedynie stosunek masowych i liniowych wskaźników tempa zużywania się nienapawanych do napawanych części trapezowych pracujących w warunkach B jest taki sam i wynosi blisko 1,2 (rys. 3, na którym posłużono się średnią wyliczoną dla wartości stosunków zużycia liniowego występującego w liniach pomiarowych l_8, l_9, l_{10} – tab. 4, pozycja 12). W tym przypadku zwiększony ubytek materiału dla napawanych części trapezowych, wynikający ze zużycia masy napoiny i nieco większego ubytku ich grubości (na podstawie stosowanych miejsc pomiaru około 1,1 raza), był w pewnym stopniu rekompensowany przez mniejsze zużycie szerokości tych elementów w końcowym obszarze (o 3,5 i 8 mm

odpowiednio w liniach pomiarowych l_{11} i l_{12}). Stąd bezwzględne zużycie masowe nie-napawanych i napawanych części trapezowych było zbliżone, jak i stosunek masowych i liniowych wskaźników intensywności ich zużywania się.

PODSUMOWANIE

Do oceny odporności na zużycie lemieszki płużnych zastosowano dwa wskaźniki, jednostkowe masowe zużycie (standardowy wskaźnik) oraz miejscową jednostkową zmianę obrysu elementów, parametr uwzględniający trwałość elementów i zmianę obrysu, czynnik bezpośrednio decydujący o stanie ich granicznego zużycia. Stwierdzono, że efekt porównania odporności ściernej lemieszki pracujących w różnych warunkach lub lemieszki różniących się konstrukcyjnie i pracujących w takich samych warunkach, uzyskiwany przy zastosowaniu wyżej wymienionych wskaźników może być znacząco odmienny. Różnice w ocenie mogą dochodzić nawet do kilkudziesięciu procent.

Przyczyną tych rozbieżności jest odmienny, w zależności od warunków pracy i cech konstrukcyjnych, przebieg procesu zużywania się lemieszki. W procesie tym zmienne są: ubytek grubości lemieszki, ubytek szerokości w końcowym obszarze elementów oraz ubytek materiału od strony krawędzi połowej. Zatem, przy stałym stanie granicznego zużycia lemieszki, związanym ze zmianą obrysu w obszarze ich mocowania, masa zużytego materiału jest różna. Wpływa to na wartość jednostkowego masowego zużycia lemieszki i relacje tego parametru, stosowane przy porównywaniu odporności elementów na zużycie. Natomiast wskaźnik jednostkowej miejscowej zmiany obrysu jest niezależny od zmienności masy materiału startego z lemieszki i bezpośrednio uwzględnia tempo zużywania się lemieszki związane z ubytkiem ich grubości. Podczas eksploatacji lemieszki napawanych masa startej napoiły również modyfikuje wartość ich jednostkowego masowego zużycia. Zazwyczaj lemieszki napawane charakteryzują się także zwiększonym zużyciem masowym, gdyż większa ich trwałość wpływa na wzrost zużycia grubości. Natomiast wskaźnik, zbudowany na bazie zmiany obrysu i trwałość elementów, przyjmuje wartości bezpośrednio wynikające ze wzmocnienia lemieszki przez napawanie.

Proponowana metoda porównywania wytrzymałości lemieszki na zużycie, z zastosowaniem miejscowej jednostkowej zmiany obrysu, może być stosowana do oceny lemieszki wykorzystywanych w pługach firmy Lemken. Aby metoda ta stała się uniwersalna, należy opracować metodykę pomiaru zmiany obrysu lemieszki. Szczególne znaczenie ma wybór miejsc, w których byłaby ustalana zmiana ich kształtu. Przyjęcie dużej liczby miejsc pomiaru wiąże się z dużą pracochłonnością. Najczęściej stan granicznego zużycia lemieszki wynika ze skrócenia długości części dziobowej i zmniejszenia szerokości części trapezowej. Stąd wydaje się, że przy wyznaczaniu wartości miejscowej jednostkowej zmiany obrysu lemieszki, pomiar ten należałoby wykonywać w dwóch miejscach, tj. wzdłuż długości dziobu oraz wzdłuż szerokości części trapezowej, w obszarze mocowania elementu. Mógłby on być wykonywany w linii pomiarowej l_5 przy dziobach oraz w linii l_9 dla części trapezowych lemieszki (rys. 1), ale przyjęcie konkretnych miejsc wymaga przeanalizowania wielkości obszaru podparcia lemieszki do innych typów pługów niż stosowano w omawianych badaniach.

Ograniczeniem przedstawionej metody jest możliwość wystąpienia innych przyczyn stanu granicznego zużycia lemieszki niż zmiana ich obrysu. Przyczynami tymi może być powstanie szerokiego pasma zużycia na powierzchni przyłożenia lemieszki, wywołujące pogorszenie agrotechnicznej poprawności orki w zakresie utrzymywania zadanej głębokości uprawy, starcie stożkowych odcinków śrub montażowych, prowadzące do osłabienia mocowania lemieszki, oraz wystąpienie zużycia awaryjnego. Należy zaznaczyć, że kryteria te ujawniają się w określonych warunkach i występują nie tak często jak kryterium zmiany obrysu.

Proponuje się również adaptowanie omawianej metody do oceny odporności ściernych innych elementów skrawających glebę niż lemieszki, np. w badaniach ścieralności redliczek, gęsiostopek, obsypników itp.

PIŚMIENNICTWO

- Kostencki P., Dawidowski B., 2000. Metodyka pomiarów trwałości i zużycia lemieszki pługowej. *Folia Univ. Agric. Stet., Agricultura* 209 (83), 61–70.
- Kostencki P., Dawidowski J. B., Nowowiejski R., 2001. Geometria zużycia lemieszki pługowej pracujących w ubitych i mało nawilgoconych glebach. *Inż. Rol.* 13 (33), 204–212.
- Kostencki P., Nowowiejski R., Dawidowski J. B., 2003. Odporność na ściernie zużycie wybranych lemieszki pługowej produkcji Zakładu Badawczo-Wdrożeniowego Techniki Rolniczej B.M. Worona, podczas uprawy gleb piaszczystych o średnim nawilgoceniu. *Folia Univ. Agric. Stet., Agricultura* 231 (92), 47–56.
- Kostencki P., Nowowiejski R., Dawidowski J. B., 2004. Odporność lemieszki pługowej na ścieranie w wybranych warunkach glebowych. *Probl. Inż. Rol.* 1, 35–42.
- Kostencki P., Nowowiejski R., 2006. Wytrzymałość ścierna wybranych lemieszki pługowej podczas uprawy pyłu zwykłego o dwóch stanach nawilgocenia. *Tribologia* 2, 123–142.
- Łabęcki M., 1995. Określenie wpływu stopnia zwięzłości, wilgotności i zakamienienia gleby na zużycie lemieszki do pługów ciągnikowych. Opracowanie Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych TT-5/95.
- Łabęcki M., 1997. Określenie przeciętnej trwałości lemieszki do pługów w zależności od stopnia zwięzłości, wilgotności i zakamienienia gleby. *Prace PIMR* 1, 43–45.
- Łabęcki M., Gościański M., 1998. Badania trwałości wybranych lemieszki do pługów produkcji polskiej, niemieckiej i czeskiej. *Prace PIMR* 3, 19–23.
- Napiórkowski J., Michalski R., 1995. Zwiększenie trwałości elementów roboczych w glebie metodami napawania. III Ogólnop. Konf. Nauk.-Tech. „Poltrib’95. *Tribologia dla eksploatacji*”. Jachranka, 24–26 maj 1995, II-27–II-37.
- Owsiak Z., 1988. Zużycie lemieszki pługowej. Cz. I. Charakter zużycia i stan graniczny lemieszki pługowej. *Rocz. Nauk Rol.* 77-C-4, 69–75.
- Owsiak Z., 2000a. Zużycie i metody zwiększania trwałości narzędzi rolniczych pracujących w glebie. *Inż. Rol.* 6 (17), 31–37.
- Owsiak Z. 2000b: Analiza zużycia lemieszki pługowej. *Inż. Rol.* 6 (17), 205–211.
- Winokurov W. N., Małow A. K., 1980. Wlianie poczwicznych usłowiej na formu profilja odnorodnowo poczworezuszczego lezwija. *Traktory i sielchozmasziny* 7, 13–16.

**APPLICATION OF LINEAR INDEX TO EVALUATION
OF PLOUGHSHARES WEARABILITY**

Abstract. At great variety of ploughshares construction there is a lack of reliable indexes to comparing their wear resistance. It was proved that the results of estimation using the parameter created on the ground of change in a contour and durability of parts are more precise than these results obtained using the unit mass wear, i.e. the index including both the loss of mass and durability of ploughshares. It was found that the results of estimation obtained with the use of both mentioned indexes differ even 1.8 times. Reason arises from the different wearing process of ploughshares following working conditions and constructional features that influence differences in absolute mass wear of ploughshares.

Key words: ploughshares, wear and durability indexes

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 25.09.2006