

CHARAKTERYSTYKA SKORODOWANEJ POWIERZCHNI LEMIESZA PŁUGA ROLNICZEGO

Streszczenie

Maszyny rolnicze pracujące w polu są narażone na korozję ziemną. Niemożliwość trwałego zabezpieczenia elementów pracujących w ziemi powoduje szybkie ich korodowanie. Powstałe na powierzchni roboczej trwałe produkty korozji pełnią wówczas rolę „powłoki ochronnej” zabezpieczającej część roboczą przed dalszą korozją. W pracy opisano skorodowaną powierzchnię lemiesza pługa rolniczego ze względu na parametry chropowatości powierzchni 3D, jak i na wizualizację powierzchni (SEM) oraz skład chemiczny (EDX). W pracy pokazano, że powierzchnia skorodowanego lemiesza pługa rolniczego jest niejednorodna z licznymi mikropęknięciami a parametr chropowatości powierzchni S_a wynosi 8,96 μm . Połowa najczęściej występujących nierówności na zbadanej powierzchni zawiera się w przedziale 25-57 μm , jednakże największą częstotliwość występowania nierówności odnotowuje się dla nierówności w zakresie 35-49 μm . Najmniejsza częstotliwość występowania nierówności mieści się w zakresie 8,17-16,3 μm dla małych nierówności oraz 65,4-73,6 μm dla dużych nierówności.

Wprowadzenie

Pług jest narzędziem rolniczym służącym do orania gleby, która jest środowiskiem korozyjnym dla stali, z której zbudowane są elementy robocze - lemiesze. Pomimo zabezpieczenia farbami elementów przeznaczonych do sprzedaży po kilku dniach użytkowania powłoki malarskie zostają zniszczone na skutek kontaktu lemiesza z elementami stałymi znajdującymi się w glebie, takimi jak kamienie, czy korzenie. Powierzchnia lemiesza w styczności z agresywnym środowiskiem korozyjnym, jakim jest wilgoć w glebie oraz składniki nawozów zarówno naturalnych jak i sztucznych, powoduje natychmiastową inicjację procesów korozyjnych na elementach czynnych pługa. Stałe produkty korozji powstałe na powierzchni lemiesza zabezpieczają jego powierzchnię przed dalszą korozją. Jednakże produkty korozji, podobnie jak powłoka malarska, są ścierane podczas dalszej pracy w polu, po czym ponownie tworzy się warstwa korozyjna. Powyższy proces powoduje starzenie się materiału, utratę jego początkowej geometrii jak i właściwości mechanicznych. W poniższym opracowaniu podjęto się zbadania powierzchni lemiesza pługa rolniczego po wyeksploatowaniu ze względu na chropowatość jego powierzchni oraz skład chemiczny warstwy wierzchniej.

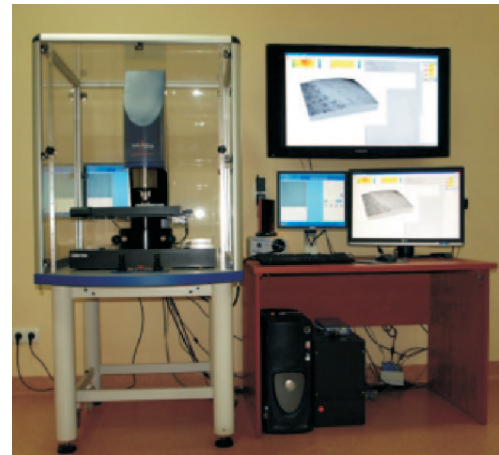
Metodyka

Pomiary chropowatości powierzchni zostały wykonane w Laboratorium Mikro- i Nanoinżynierii w Katedrze Mechaniki Precyzyjnej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej na systemie pomiarowym Talysurf CCI 6000 firmy Taylor Hobson (rys. 1). Do oceny chropowatości badanych powierzchni wykonano analizy 3D.

Celem zobrazowania powierzchni badanych próbek wykonano dodatkowo zdjęcia SEM (Scanning Electron Microscop) oraz zbadano skład chemiczny produktów korozji ziemnej powstałych na lemieszach metodą EDX (Energy Dispersive X-ray Analysis) w Hochschule Neubrandenburg, Niemcy (rys. 2).

Wyniki

Powierzchnia skorodowana przeznaczona do badań została przedstawiona na rys. 3, gdzie w lewym górnym rogu pokazano zdjęcie SEM powierzchni poddanej analizie chemicznej EDX,



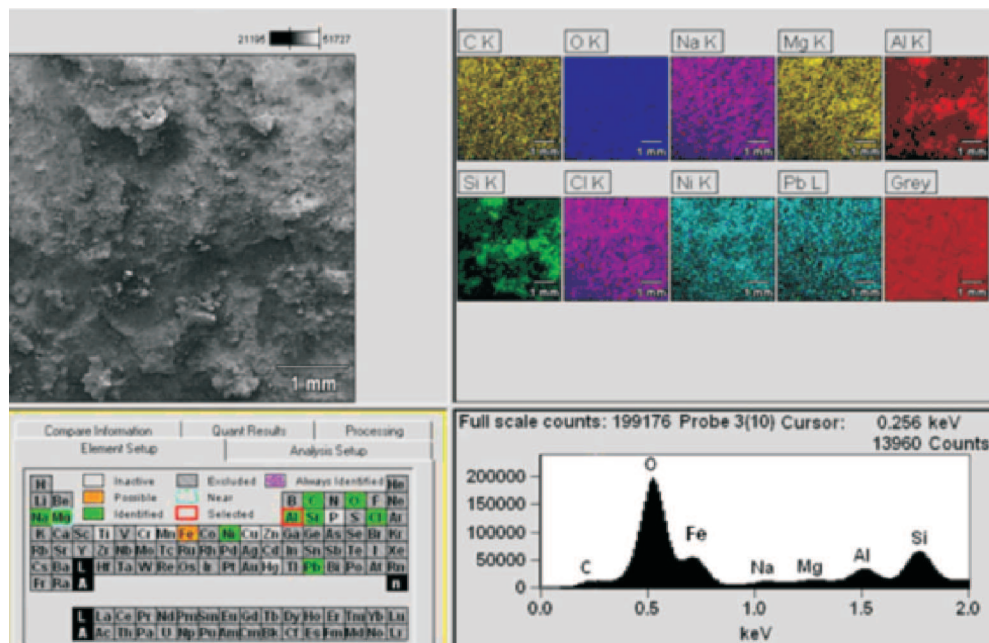
Rys. 1. Stanowisko do badania chropowatości powierzchni - Talysurf CCI 6000 (Politechnika Koszalińska)

Fig. 1. Research stand for the roughness measurements of surface - Talysurf CCI 6000 (Koszalin University of Technology)



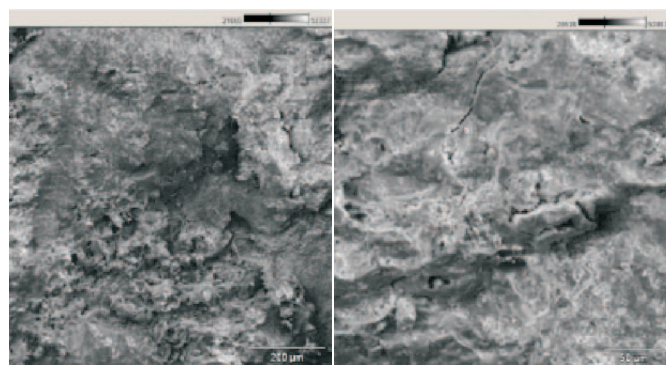
Rys. 2. Stanowisko do badań SEM i EDX w Hochschule Neubrandenburg (Niemcy)

Fig. 2. Research stand for the SEM and EDX measurements in Hochschule Neubrandenburg (Germany)



Rys. 3. Wyniki badań SEM i EDX produktów korozji
 Fig. 3. Results of SEM and EDX measurements of corrosion products

w lewym dolnym rogu tabelę Mendelejewa z pierwiastkami przeznaczonymi do detekcji, w prawym górnym rogu powierzchnie z rozmieszczonymi poszczególnymi atomami wybranych pierwiastków oraz w prawym dolnym rogu spektrum EDX. Spektrum EDX pokazuje, że na powierzchni skorodowanego lemiesza pługa wytworzyło się najwięcej produktów tlenkowych. Powstała warstwa produktów korozji jest na tyle gruba, że sygnał pochodzący od powstałych związków tlenu z innymi pierwiastkami jest dużo większy niż sygnał podłoża. Na zdjęciach SEM na rys. 4 pokazano część powierzchni z rys. 3 po powiększeniu. Widoczna jest na nich niejednorodność powierzchni, „narośnięte produkty korozji”, które tworzą strukturę o dość dużej chropowatości. Taka powierzchnia stanowi idealne podłoże do rozwoju dalszej korozji/erozji użytkowanego elementu narzędzia rolniczego.

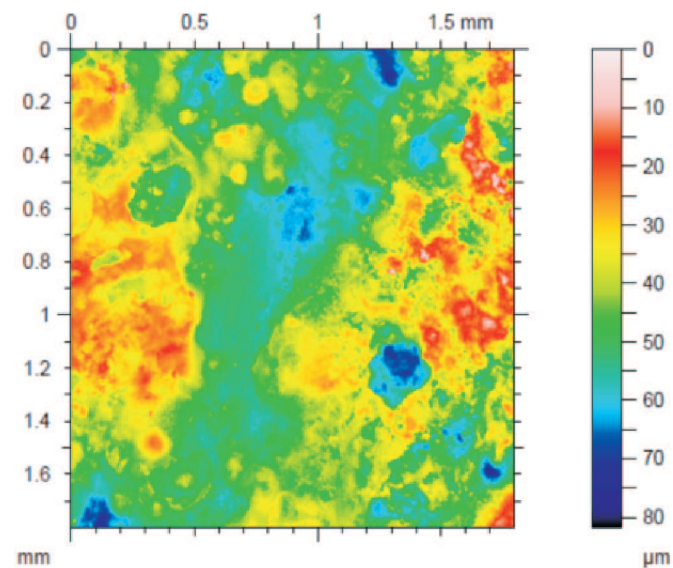


Rys. 4. Wyniki badań SEM powierzchni (powiększenia)
 Fig. 4. Results of SEM measurements of surface (zoom)

Na rys. 5 przedstawiono wynik analizy chropowatości powierzchni 3D. Pole wybranej do badań powierzchni wynosiło 3,24 mm². Na podstawie otrzymanych wyników można dostrzec, że obrazy otrzymane metodą SEM wskazujące na powierzchnię niejednorodną z licznymi mikropełknięciami korelują się z wynikami chropowatości 3D. Różnica poziomów wysokości na zbadanej powierzchni wynosi ponad 80 µm, co obrazuje mapa kolorystyczna (rys. 5).

Na zmierzonej powierzchni (rys. 5) obliczono parametry chropowatości 3D w celu umożliwienia porównania tej

powierzchni z wartościami zawartymi w literaturze. Najbardziej reprezentatywny i najczęściej cytowany w literaturze jest parametr S_a , który jest odpowiednikiem parametru $2D R_a$ i dla badanej powierzchni wynosi: $S_a=8,96 \mu\text{m}$. Autor zdecydował się na prezentację jedynie parametrów 3D z powodu bardzo dużych różnic dla każdego profilu 2D. Analiza 3D jest „średnią” ze wszystkich profili 2D, oczywiście obliczoną na podstawie odpowiedniego algorytmu. W tab. pokazano parametry amplitudowe chropowatości 3D według normy ISO 25178, gdzie w kolejności znajdują się: średnie arytmetyczne odchylenie wysokości nierówności powierzchni od płaszczyzny odniesienia (S_a), średnie kwadratowe odchylenie wysokości nierówności powierzchni od płaszczyzny odniesienia (S_q), wysokość najwyższego wzniesienia powierzchni (S_p), maksymalna głębokość dolin powierzchni (S_v), odległość wertykalna między szczytem najwyższego wierzchołka a najniższym zagłębieniem powierzchni (S_l), skośność rozkładu wysokości powierzchni (S_{sk}) i kurtoza rozkładu wysokości powierzchni (S_{ku}).

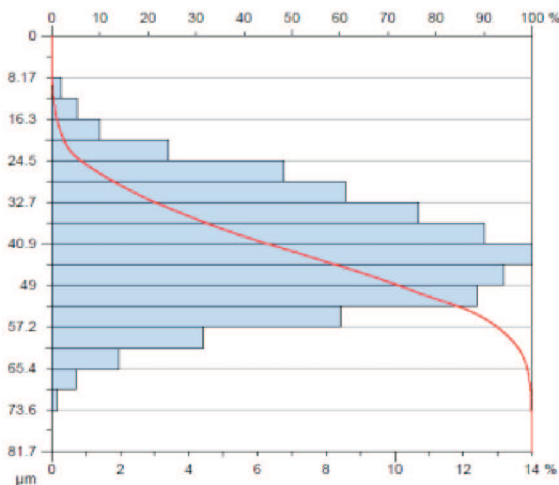


Rys. 5. Wyniki badań chropowatości powierzchni
 Fig. 5. Results of surface roughness research

Tabela. Parametry chropowatości 3D powierzchni
Table. Roughnes parameters - 3D of the surface

ISO 25178	
Parametry amplitudowe	
Sa	= 8.96 μm Sa: Arithmetic Mean Deviation of the Surface.
Sq	= 11 μm Sq: Root-Mean-Square (RMS) Deviation of the Surface.
Sp	= 42 μm Sp: Maximum height of summits.
Sv	= 39.8 μm Sv: Maximum depth of valleys.
St	= 81.7 μm St: total height of the surface.
Ssk	= 0.157 Ssk: Skewness of the Topography Height Distribution.
Sku	= 2.7 Sku: Kurtosis of the Topography Height Distribution.

Na rys. 6 pokazano krzywą Abbota-Firestona rozkładu nierówności. Nierówności mieszczą się w przedziale od 8,17 do 73,6 μm . Około 50% rozkładu najczęściej występujących nierówności zawiera się w przedziale od 25 do 57 μm . Najwięcej nierówności znajduje się w zakresie od 35 do 49 μm . Najmniejsze nierówności znajdują się w zakresie od 8,17 do 16,3 μm , a największe w przedziale od 65,4 do 73,6 μm .



Rys. 6. Krzywa Abbota-Firestona
Fig. 6. Abbot-Fireston's curve

Krytyczna dyskusja

Analiza powierzchni lemieszka pługa rolniczego po długotrwałej eksploatacji wykazuje, że na powierzchni powstaje gruba warstwa produktów korozji - głównie

Podziękowania

Dziękuję panu prof. drowi hab. inż. Wojciechowi Kacalakowi, kierownikowi Katedry Mechaniki Precyzyjnej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej, za udostępnienie systemu pomiarowego chropowatości powierzchni Talysurf CCI 6000 firmy Taylor Hobson oraz panu mgr inż. Robertowi Tomkowskiemu, specjalistę Laboratorium Mikro- i Nanoinżynierii za pomoc w wykonaniu pomiarów chropowatości, jak również panu prof. Winfriedowi Molarnemu z Hochschule Neubrandenburg (Niemcy) za umożliwienie wykonania zdjęć SEM i analiz EDX.

CHARACTERISTICS OF THE CORRODED SURFACE OF FARM PLOUGHSHARE

Summary

Agricultural machinery working in the soil are exposed to earth corrosion. It is not possible to provide long lasting protection of elements working in the soil and therefore corrosion proceeds very quickly. Corrosion products formed on the working surface play the role of "corrosion-proof layer" protecting the working surface against further corrosion. This paper describes the corroded surface of the farm ploughshare with regard to 3D surface roughness analysis, as well as visualization of the surface (SEM) and chemical composition (EDX). The study shows that the corroded surface of agricultural ploughshare is heterogeneous with numerous microcracks and the parameter of surface roughness Sa is 8.96 μm . Half of the most often occurring roughness on the examined surface is in the range from 25 to 57 μm , however, roughness between 35 and 49 μm notes the biggest frequency of occurrence. The lowest frequency of roughness is in the range from 8.17 to 16.3 μm for small unevenness and between 65.4 and 73.6 μm for large irregularities of surface.

związków tlenu, pełniąc funkcję ochrony przeciwkorozyjnej. W warunkach polowych nie ma możliwości skutecznego zabezpieczenia elementów roboczych - lemieszki przed warunkami zewnętrznymi, takimi jak kontakt (zderzenia) z kamieniami czy korzeniami. Fabryczne elementy są zabezpieczone powłokami malarskimi, które po kilku godzinach pracy w polu ulegają zarysowaniu lub całkowitemu starciu. Na lemieszku w zetknięciu ze środowiskiem, jakim jest wilgotna gleba ze związkami chemicznymi pochodzącymi od nawozów naturalnych i sztucznych inicjują się korozyjne reakcje chemiczne. Efektem jest powstawanie grubej warstwy tlenków tworzących barierę dla dalszej korozji. Niekorzystny jest fakt, że powierzchnia podczas pracy samoczynnie się „oczyszcza” z produktów korozji, co powoduje jej dalszą degradację, tzn. część materiału (warstwa wierzchnia lemieszki) zmechanicznie odsłonięta powierzchnia metalu wchodzi od razu w reakcję z agresywnym, inicjującym korozję otoczeniem. W taki sposób po pewnym okresie pracy element roboczy traci swoją geometrię oraz właściwości mechaniczne. Rozwiązaniem powyższego problemu mogłoby być zastosowanie lemieszki ze stali nierdzewnych. Jednakże aspekty ekonomiczne powodują, że stosuje się stale tańsze, nie zawierające chromu tworzące warstwę odporną na korozję. Należy jeszcze zauważyć, że odpowiednie przechowywanie oraz konserwowanie maszyn i urządzeń rolniczych ma znaczny wpływ na ich odporność korozyjną.

Literatura

- [1] Ambroziak W., Stężala S.: Metoda oceny punktowej zużycia korozyjnego maszyn rolniczych w gospodarstwach rolnych. PIR, 1999, Nr 2, s. 69-75.
- [2] Bocheński C.: Naprawa maszyn i urządzeń rolniczych. PWN, 1995. ISBN 83-02-06004-6.
- [3] T. Hryniewicz: Technologia powierzchni i powłok. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 1999.
- [4] L. Kukielka: Podstawy badań inżynierskich. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2000.
- [5] Legutko St.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń. Wyd. Szkolne i Pedagogiczne, 2004. ISBN 83-02-08998-2.
- [6] Rzeźnik Cz.: Podstawy obsługi technicznej maszyn rolniczych. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, 2002. ISBN 83-7160-265-0.
- [7] Schouten J., Gellings P.: Quantitative measures of corrosion and prevention: I, Definitione and properties. Br. Corros. 1984, J.19, Nr 4. pp. 159-164.
- [8] Stężala S., Wyrzykowski W.: Ocena stanu zużycia korozyjnego i jakości ochrony czasowej maszyn rolniczych. Roczniki Nauk Rolniczych, 1988, T-78, s. 155-168.
- [9] Tomczyk W.: Analiza warunków i sposobów przechowywania maszyn rolniczych w aspekcie ich zużycia korozyjnego. Inżynieria Rolnicza, 2007, nr 7(95).