

Wpłynęło 28.12.2011 r.  
Zrecenzowano 29.01.2012 r.  
Zaakceptowano 02.02.2012 r.

## Zmodernizowany sposób posezonowej konserwacji rozsiewaczy nawozów mineralnych

A – koncepcja  
B – zestawienie danych  
C – analizy statystyczne  
D – interpretacja wyników  
E – przygotowanie maszynopisu  
F – przegląd literatury

**Stanisław STEŻAŁA<sup>AD</sup>, Stefan WIECZOREK<sup>CE</sup>,  
Ewa ŚWIST<sup>F</sup>, Andrzej MAŁKIEWICZ<sup>B</sup>**

*Institut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Stacja Badawcza ŻOB  
w Gdańsku*

### Streszczenie

Przedstawiono przebieg i wyniki laboratoryjnych, symulacyjnych oraz eksploatacyjnych badań konserwacji posezonowej rozsiewaczy nawozów mineralnych. Na ich podstawie zaproponowano zmodyfikowany sposób konserwacji tych maszyn, polegający na tym, że jako ostatni jej zabieg, zastosowano operację natryskowego nałożenia wodno-woskowego preparatu ochrony czasowej (AGROKOR-S93), tworzącego po nałożeniu i wyschnięciu dodatkową pyłosuchą powłokę konserwacyjną, w miarę potrzeby łatwo zmywalną gorącą wodą. W wyniku dwuletnich doświadczalnych badań eksploatacyjnych uzyskano poprawę wszystkich wskaźników, charakteryzujących ogólny stan techniczny oraz stan zużycia korozyjnego badanych maszyn w porównaniu ze stanem wyjściowym, zmniejszając stopień skorodowania powłoki oraz współczynnik stanu korozyjnego o 36%.

**Słowa kluczowe:** konserwacja posezonowa, rozsiewacze nawozów mineralnych, zużycie korozyjno-erozyjne, kryterium oceny

### Wstęp

Rozsiewacze nawozów mineralnych należą do grupy maszyn rolniczych o największym współczynniku zużycia korozyjnego [AMBROZIAK 2004; AMBROZIAK, STEŻAŁA 1999; MATUSZAK 2004; WOJDAK, MATUSZAK 1999]. Jest to rezultatem zarówno bezpośredniego kontaktu powierzchni rozsiewaczy z agresywnymi korozyjnie nawozami mineralnymi w trakcie użytkowania oraz traktowania ich na etapie wytwarzania i podczas eksploatacji, pod względem odporności materiałów konstrukcyjnych i stosowania powłok ochronnych, w podobny



sposób, jak pozostałe maszyny rolnicze (jakość powłok ochronnych i sposób przeprowadzania konserwacji). Dlatego o ile tradycyjna konserwacja innych maszyn rolniczych zmniejsza wskaźniki ich zużycia korozyjnego, szczególnie w okresach międzysezonowego przechowywania, to w przypadku rozsiewaczy nawozów mineralnych są one nadal wysokie [AMBROZIAK 2004; MATUSZAK 2004].

Celem pracy było udoskonalenie dotychczas zalecanej (choć nie zawsze w pełni przez użytkowników stosowanej) tradycyjnej metody konserwacji posезonowej maszyn rolniczych, w tym konserwacji rozsiewaczy nawozów mineralnych [WOJDAK 1980; WOJDAK, MATUSZAK 1999]. Założono, że zmodernizowana metoda, tylko nieznacznie zwiększająca koszty materiałów i robocizny, powinna zmniejszyć stopień zużycia korozyjnego szczególnie narażonych na takie zużycie maszyn, od średniej wartości współczynnika stanu korozyjnego  $\alpha = 0,6$  do  $\alpha = 0,4$  [AMBROZIAK 2004; MATUSZAK 2004], a tym samym zwiększyć ich trwałość użytkową i zmniejszyć częstotliwość napraw bieżących [STĘŻAŁA i in. 2008].

### **Zakres, metody i przebieg badań**

Badania przeprowadzono metodą eksperymentu czynnego w warunkach laboratoryjnych oraz w naturalnych warunkach eksploatacyjnych.

#### **Badania laboratoryjne**

Celem badań laboratoryjnych był dobór malarskich powłok ochronnych o zwiększonej odporności na zużycie korozyjno-erozyjne w porównaniu z powłokami stosowanymi przez producentów rozsiewaczy, ze wskazaniem na zastosowanie ich zarówno w fazie produkcji, jak i w trakcie renowacji eksploatacyjnej. Oceniano jakość czterech zestawów powłok malarskich, stosowanych lub możliwych do stosowania przez producentów rozsiewaczy do ich ochrony przed zużyciem korozyjno-erozyjnym.

##### Zestaw I

1. Temacoat GPL-S PRIMER – dwuskładnikowy, grubowarstwowy grunt epoksydowy, utwardzany poliamidem – 2 warstwy.
2. Temadur 90 – dwuskładnikowa, poliuretanowa farba nawierzchniowa, utwardzana izocyjanianem alifatycznym – 2 warstwy.

##### Zestaw II

1. Temaprime EUR – szybkoschnący, pigmentowany antykorozyjnie podkład alkidowy – 2 warstwy.
2. Temalak ML90 – wysokopołykowa, alkidowa farba nawierzchniowa – 2 warstwy.

##### Zestaw III

1. Podkład poliuretanowy do metalu – wyrób dwuskładnikowy – 2 warstwy.
2. Nobiakrylak – emalia poliuretanowa akrylowa, dwuskładnikowa – 2 warstwy.

#### Zestaw IV

1. Podkład elektroforetyczny.
2. Podkład epoksydowy chemoodporny.
3. Emalia epoksydowa chemoodporna.

Badania laboratoryjne prowadzono jako badania symulacyjne, na podstawie metody opracowanej w IBMER, Oddział w Gdańsku, gdzie jako dominującymi czynnikami, wpływającymi na degradację powłoki ochronnej, były procesy zużycia korozyjnego, mechanicznego (erozyjnego) i starzeniowego [STĘŻAŁA i in. 2006]. Jakość powłok oceniano na podstawie wyników wartości modułu impedancji, wyznaczanego metodą elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej [SCULLY, HENSLEY 1994]. Jako kryterium oceny, kwalifikujące powłoki do stosowania w rozsiewaczach nawozów mineralnych, przyjęto 5 cykli badawczych [STĘŻAŁA i in. 2006], po zakończeniu których wyznaczany moduł impedancji wyniósł nie mniej niż  $|Z| = 10^6 \Omega \cdot \text{cm}^2$ , przy czym im większa liczba cykli spowoduje osiągnięcie wartości  $|Z| \geq 10^6 \Omega \cdot \text{cm}^2$ , tym lepszymi własnościami ochronnymi w warunkach praktycznego użytkowania charakteryzować się będzie powłoka ochronna. Powłokę spełniającą przyjęte kryterium kwalifikacyjne wytypowano do badań eksploatacyjnych.

#### **Badania eksploatacyjne**

Prowadzono je w okresie od listopada 2008 r. do października 2010 r. w dwóch gospodarstwach rolnych, zlokalizowanych we wsi Cieplewo, gmina Pruszcz Gdański, w których prawie cały areal jest przeznaczony na pozyskiwanie pasz dla bydła mlecznego. Pierwsze gospodarstwo, o powierzchni 56 ha, było wyposażone w eksploatowany od 8 lat rozsiewacz nawozów mineralnych N-039, drugie – o powierzchni 85 ha – w eksploatowany od 5 lat rozsiewacz Rauch MDS 732.

Badania realizowano w czterech etapach. Pierwszy etap dotyczył oceny stanu technicznego, w tym stanu zużycia korozyjnego oraz przygotowania do przechowywania międzysezonowego badanych maszyn po zakończeniu sezonu agrotechnicznego w 2008 r.

Drugi etap dotyczył przechowywania zakonserwowanych maszyn od listopada 2008 r. do przełomu marzec/kwiecień 2009 r., ponownej oceny stanu zużycia korozyjnego i ogólnego stanu technicznego oraz wprowadzenia ich do użytkowania i następnie użytkowanie w sezonie agrotechnicznym 2009 r.

Trzeci etap dotyczył oceny stanu technicznego, w tym stanu zużycia korozyjnego po zakończeniu sezonu agrotechnicznego w listopadzie 2009 r. oraz przygotowanie ich do przechowywania międzysezonowego.

Czwarty etap dotyczył przechowywania ponownie zakonserwowanych maszyn od listopada 2009 r. do przełomu marzec/kwiecień 2010 r., ponownej oceny zużycia korozyjnego i ogólnego stanu technicznego oraz wprowadzenia ich do użyt-

kowania i następnie użytkowanie w sezonie agrotechnicznym 2010 r. Po jego zakończeniu dokonywano oceny stanu zużycia korozyjnego oraz ogólnego stanu technicznego urządzeń po dwóch latach eksploatacji, jakie upłynęły od rozpoczęcia badań.

Zakres badań eksploatacyjnych obejmował:

- ocenę stanu zużycia korozyjnego powłok ochronnych;
- ocenę stanu technicznego całych rozsiewaczy, w tym ich podstawowych elementów konstrukcyjnych i roboczych;
- przygotowanie rozsiewaczy do przechowywania oraz konserwację i przechowywanie.

W trakcie badań stosowano następujące materiały przeznaczone do ochrony stanu powierzchni i konserwacji rozsiewaczy:

- Temacoat GPL-S PRIMER – dwuskładnikową farbę epoksydową utwardzaną poliamidem, przeznaczoną do gruntowania oraz dwuskładnikową, poliuretanową farbę nawierzchniową Temadur 90, utwardzaną izocyjanianem alifatycznym (zestaw malarski, który osiągnął najlepszą ocenę kwalifikacyjną podczas badań laboratoryjnych);
- smar AGRAFARM HITEC 2;
- AGROKOR-S93: emulsja wodno-woskowa do ochrony czasowej, opracowana w IBMER Oddział w Gdańsku.

Ocena stanu zużycia korozyjnego powłok ochronnych. Ocena ta polegała na wyznaczeniu stopnia  $R_i$  skorodowania powłok ochronnych oraz ustaleniu wartości współczynnika stanu korozyjnego  $\alpha$  całej maszyny [AMBROZIAK 2004; 2005]. Stan zużycia korozyjnego powłok ochronnych określano po zakończeniu sezonu agrotechnicznego, po dokładnym umyciu i oczyszczeniu maszyny oraz po zakończeniu każdego okresu przechowywania, wyznaczając stopień  $R_i$  skorodowania powłoki [PN-EN ISO 4628-3. 2005], przy czym w pierwszym etapie przedstawionego powyżej zakresu badań stopień  $R_i$  wyznaczano zarówno na podstawie stanu powierzchni powłok malarskich rozsiewacza jeszcze niezdemontowanego, jak i zdemontowanych jego elementów i podzespołów. Wartość współczynnika stanu korozyjnego całej maszyny  $\alpha$  wyznaczano po zakończeniu każdego sezonu agrotechnicznego i związanego z tym zakończenia jej użytkowania.

Ocena stanu technicznego rozsiewaczy. Ocenę stanu technicznego ( $T_s$ ) rozsiewaczy przeprowadzano bezpośrednio po zakończeniu wszystkich prac sezonowych, sprawdzając pracę mechanizmów roboczych, tj. przekładni stożkowej, tarcz rozsiewających, układu regulacyjnego, zawieszenia na trzypunktowym układzie ciągnika (N-039) i wału przegubowego. Oceniano również stan techniczny podstawowych zespołów konstrukcyjnych rozsiewaczy, tj. ramy i skrzyni ładunkowej wraz z sitem.

Przygotowanie rozsiewaczy do przechowywania oraz konserwacja i przechowywanie. Ponieważ rozsiewacze eksploatowane były już 8 lat (N-039)

i 5 lat (Rauch MDS 732) bez właściwej, tradycyjnej konserwacji posezonowej, w pierwszym etapie badań, po przeprowadzeniu ogólnej oceny ich stanu technicznego, dokonywano demontażu ww. elementów i podzespołów roboczych i doprowadzano je do stanu przydatności użytkowej przeprowadzając regulację, naprawę lub wymianę. Zgodnie z ogólnymi zasadami renowacji powłok malarskich, najpierw uzupełniano powłokę ochronną w miejscu odsłoniętego podłoża stalowego, a następnie dokonywano renowacji powłoki zdemontowanych elementów, nakładając na całą powierzchnię odnawianego elementu dwie warstwy farby nawierzchniowej. Następnie dokonywano montażu rozsiewacza i poddawano go konserwacji, tj. uzupełniano odpowiednim smarem wszystkie punkty smarowania, przeprowadzono jego wstępną regulację oraz próbę pracy na „sucho” wszystkich mechanizmów. Po wstępnej regulacji i pozytywnej ocenie próby pracy zmontowanych rozsiewaczy, wszystkie ich dostępne powierzchnie pokrywano natryskowo antykorozyjną, umożliwiającą uzyskiwanie pyłosuchych powłok, emulsją wodno-woskową do ochrony czasowej [STĘŻAŁA i in. 1994], a po jej wyschnięciu rozsiewacze ustawiano w niezadaszonym, utwardzonym trylinką, miejscu przechowywania międzysezonowego (N-039) oraz w nieogrzanym, murowanym pomieszczeniu zamkniętym (Rauch MDS 732).

W następnych etapach badań demontowano tylko te elementy, które wymagały naprawy lub wymiany. Ustalono trzy kategorie stanu technicznego:

- $T_s = 1$ : rozsiewacz w pełni przydatny do użytkowania;
- $T_s = 2$ : rozsiewacz wymaga regulacji i konserwacji;
- $T_s = 3$ : rozsiewacz wymaga bieżącej naprawy i konserwacji.

Przyjęto, że jeśli w trakcie przeglądów międzysezonowych stan techniczny rozsiewacza osiągnie kategorię  $T_s = 2$ , wówczas będą naprawiane lub wymieniane zużyte częściowo lub całkowicie jego elementy robocze. W przypadku, gdy kategoria stanu technicznego oceniona będzie jako  $T_s = 3$ , to zakres bieżącej naprawy i konserwacji będzie obejmował wszystkie operacje i czynności jak w pierwszym etapie badań.

## Wyniki badań i ich omówienie

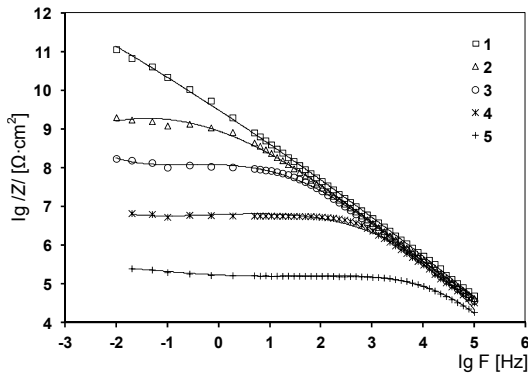
Na podstawie wyników symulacyjnych badań laboratoryjnych (tab. 1) ustalono, że przyjęte kryterium oceny, kwalifikujące powłoki do praktycznego stosowania w rozsiewaczach nawozów mineralnych, spełnia zestaw I i zestaw III badanych powłok, które po 6 cyklach badawczych osiągnęły moduły impedancji  $|Z| = 0,28 \cdot 10^6 \Omega \cdot \text{cm}^2$  (zestaw I) i  $|Z| = 0,42 \cdot 10^6 \Omega \cdot \text{cm}^2$  (zestaw III). Pozostałe dwa zestawy nie spełniły przyjętego kryterium. Przykłady zmian modułów impedancji zestawu I, który spełnia kryterium kwalifikacyjne oraz zestawu II, który tego kryterium nie spełnia przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

W rezultacie do badań eksploatacyjnych wytypowano zestaw I. Wyniki badań eksploatacyjnych zestawiono w tabeli 2, a na przykładzie rozsiewacza N-039 (fot. 1), zilustrowano stan skorodowania powłoki ochronnej w wybranych okresach badań eksploatacyjnych.

Tabela 1. Zestawienie wyników badań symulacyjnych wybranych powłok malarskich  
Table 1. Simulation test results of selected paint coatings

Nr zestawu malarskiego Paint system no.	Początkowy moduł impedancji Initial impedance modulus $\times 10^{11} [\Omega \cdot \text{cm}^2]$	Moduł impedancji po ostatnim cyklu Impedance modulus after the last cycle $\times 10^6 [\Omega \cdot \text{cm}^2]$	Liczba cykli do zużycia powłok Number of cycles until wear of coats
I	1,0	0,28	6,08
II	0,4	0,09	3,25
III	1,0	0,42	6,00
IV	1,0	0,50	2,08

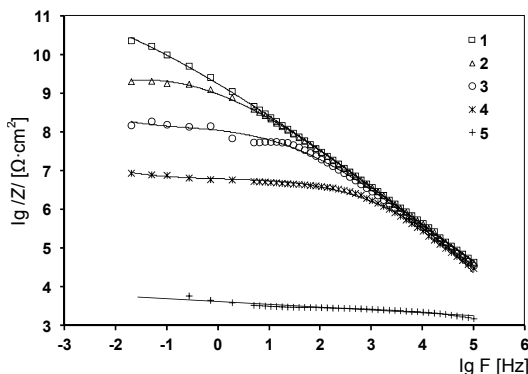
Źródło: wyniki własne. Source: own study.



Rys. 1. Zmiany modułów impedancji powłoki epoksydowo-poliuretanowej (zestaw I): 1 – po 24 h, 2 – po 3 cyklach, 3 – po 5 cyklach, 4 – po 6 cyklach, 5 – po 6¼ cyklach badań

Fig. 1. Changes of impedance moduli of epoxy-polyurethane coating (set I): 1 – after 24 hrs, 2 – after 3 testing cycles, 3 – after 5 cycles, 4 – after 6 cycles, 5 – after 6,25 cycles

Źródło: wyniki własne. Source: own study.



Rys. 2. Zmiany modułów impedancji powłoki alkydowej (zestaw II): 1 – po 24 h, 2 – po 1 cyklu, 3 – po 2 cyklach, 4 – po 3 cyklach, 5 – po 3¼ cyklach badań

Fig. 2. Changes of impedance moduli for alkyd coatings (set II): 1 – after 24 hrs, 2 – after 1 testing cycles, 3 – after 2 cycles, 4 – after 3 cycles, 5 – after 3,25 cycles

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Stan techniczny rozsiewaczy użytkowanych już kilka lat (8 lat N-039 i 5 lat MDS 732), oceniony na wstępie badań, zaliczono do kategorii  $T_s = 3$ , stopień skorodowania powłok malarskich określono jako  $R_i = 4$  (tab. 2), a wartość współczynnika stanu korozyjnego wyniosła  $\alpha = 0,7$ . Po przeprowadzeniu pierwszej, zmodernizowanej, kompleksowej konserwacji uzyskano stan techniczny  $T_s = 1$  i stopień skorodowania powłok ochronnych  $R_i = 0$  zarówno na początku, jak i po za-

Tabela 2. Zestawienie wyników badań eksploatacyjnych rozsiewaczy nawozów mineralnych poddanych zmodernizowanej konserwacji posezonowej  
 Table 2. Test results of fertilizer spreaders subjected to modernized post-season maintenance

Typ rozsiewacza Type of spreader	Ilość rozsianych nawozów Amount of spread fertilizers [Q] kg·10 <sup>3</sup>		Stopień skorodowania powłoki Degree of rusting coat [R <sub>i</sub> ] <sup>1)</sup>					Stan techniczny Technical state [T <sub>s</sub> ]				
	po pierwszym roku użytkowania after 1 year of using	po drugim roku użytkowania after 2 years of using	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
N-039	26	72	4	0	1,5	1,0	2,0	3	1	2	1	2
Rauch MDS 732	34	65	4	0	1,5	1,0	1,5	3	1	2	1	2

<sup>1)</sup> PN-EN ISO 4628-3.2005

Objaśnienia: A – przed rozpoczęciem badań, B – po pierwszej konserwacji i przechowywaniu, C – po pierwszym roku użytkowania, D – po drugiej konserwacji i przechowywaniu, E – po drugim roku użytkowania.

Explanations: A – before investigations, B – after first maintenance and storage, C – after first year of using, D – after second maintenance and storage, E – after second year of using.

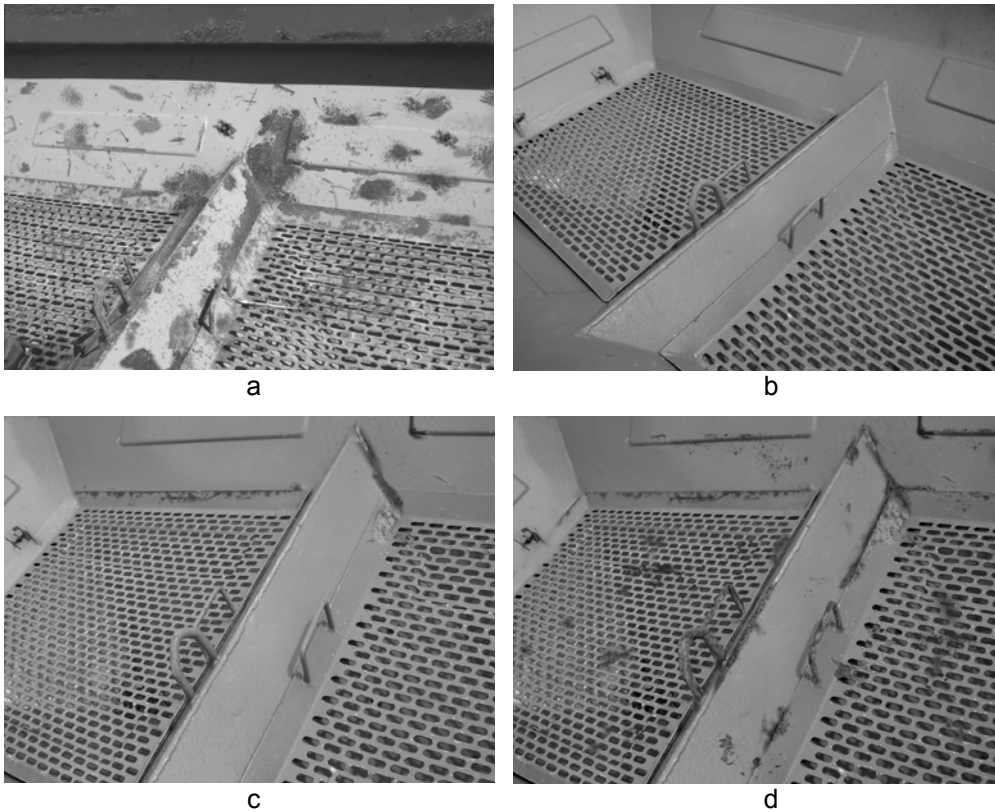
Źródło: wyniki własne. Source: own study.

kończeniu przechowywania w międzysezonowym okresie agrotechnicznym: listopad 2008 r./marzec, kwiecień 2009 r.

W trakcie użytkowania agrotechnicznego w 2009 r. rozsiewacz N-039 rozrzucił 26·10<sup>3</sup> kg nawozów mineralnych, a rozsiewacz MDS732 – 34·10<sup>3</sup> kg. Przez cały sezon rozsiewacze pracowały bezawaryjnie. Po zakończeniu sezonu, stan techniczny obu oceniono jako T<sub>s</sub> = 2, stopień skorodowania powłok jako R<sub>i</sub> = 1,5, a wartość współczynnika stanu korozyjnego wynosiła α = 0,45.

Po drugiej konserwacji i przechowywaniu międzysezonowym w okresie listopad 2009 r./marzec, kwiecień 2010 r., stan techniczny oceniono podobnie, tj. T<sub>s</sub> = 1, a stopień skorodowania powłok R<sub>i</sub> = 1,0. W trakcie użytkowania w kolejnym okresie agrotechnicznym, tj. w 2010 r. rozsiewacze rozrzuciły: 46·10<sup>3</sup> kg (N-039) i 31·10<sup>3</sup> kg (MDS 732). Były to głównie saletra amonowa i siarczan amonu, co stanowiło 60% wszystkich nawozów w przypadku rozrzutnika N-039 i 80% w przypadku rozrzutnika Rauch MDS 732. Są to substancje silnie agresywne korozyjnie i oddziałujące destrukcyjnie na powłoki malarskie.

Z końcem sezonu agrotechnicznego, w listopadzie 2010 r., po dwóch latach badań eksploatacyjnych, stan techniczny obu rozsiewaczy oceniono jako T<sub>s</sub> = 2, a stopień skorodowania powłok jako R<sub>i</sub> = 2 (N-039) i R<sub>i</sub> = 1,5 (Rauch MDS 732). Zgodnie z przy-



Źródło: fotografie własne. Source: own photos.

Fot. 1. Stan skorodowania powłoki ochronnej wewnętrznej powierzchni skrzyni ładunkowej rozsiwacza nawozów mineralnych N-039 w wybranych okresach badań eksploatacyjnych: a – po zakończeniu użytkowania i dokładnym umyciu (początek badań – październik 2008), b – po pierwszej konserwacji (październik 2008) i pierwszym okresie przechowywania (kwiecień 2009), c – po pierwszym sezonie użytkowania oraz drugiej konserwacji i drugim okresie przechowywania (kwiecień 2010), d – po zakończeniu drugiego sezonu użytkowania i dokładnym umyciu (październik 2010)

Photo 1. Corrosion level of protective coating on internal surface of the load-carrying box of N-039 fertilizer spreader in selected periods of operation tests: a – after completion of using and thorough washing (test beginning – October 2008), b – after first maintenance procedure (October 2008), c – after first season of using, second maintenance and second storage period (April 2010), d – after completion of second using season and thorough washing (October 2010)

jętym kryterium oceny oznaczało to, że rozsiwacze wymagały wymiany niektórych elementów, między innymi łopatki tarczy roboczej, wymiany oleju i wyeliminowaniu zgrzytów w przekładni stożkowej (MDS 732) oraz wymiany łopatek tarczy roboczej (N-039). Oba rozsiwacze wymagały również w nielicznym miejscach renowacji po-



włoki malarskiej, zabarwionej produktami korozji. Po przeprowadzeniu ww. czynności i natryskowym pokryciu całej ich powierzchni wodno-woskowym preparatem ochrony czasowej AGROKOR-S93, oddano je do przechowywania na stanowiskach, na których były przechowywane w poprzednich okresach międzysezonowych.

## Podsumowanie

Wyniki dwuletnich badań doświadczalnych, ukierunkowanych na modernizację sposobu posezonowej konserwacji rozsiewaczy nawozów mineralnych potwierdziły zasadność proponowanego sposobu i wskazały jego lepszą skuteczność w porównaniu z tradycyjnymi metodami [MATUSZAK 2004; AMBROZIAK 2005]. Doprowadzone po 5 (Rauch MDS 732) i 8 (N-039) latach eksploatacji do pełnej sprawności użytkowej (początkowa kategoria stanu technicznego  $T_s = 1$ , stopień skorodowania powłoki  $R_i = 0$ , wartość współczynnika stanu korozyjnego  $\alpha = 0,20$ ), po pierwszym okresie międzysezonowego przechowywania i pierwszym roku użytkowania, liczonym od ich odnowy technicznej, uzyskały stan techniczny:  $T_s = 2$ ,  $R_i = 1,5$  i  $\alpha = 0,45$ .

Po drugiej konserwacji i drugim okresie międzysezonowego przechowywania i użytkowania, stan techniczny oceniono jako:  $T_s = 2$ ,  $R_i = 2,0$  (N-039) i  $R_i = 1,5$  (Rauch MDS 732) oraz  $\alpha = 0,45$ . Stosując zmodernizowaną technologię konserwacji posezonowej uzyskano poprawę wszystkich wskaźników charakteryzujących stan techniczno-korozyjny maszyn w porównaniu ze stanem wyjściowym w 2008 r., tj.: osiągnięto lepszą kategorię stanu technicznego, uzyskując zamiast kategorii  $T_s = 3$ , kategorię  $T_s = 2$ , zmniejszono stopień skorodowania powłoki z  $R_i = 4$  do  $R_i = 1,5$  (Rauch MDS 732) i  $R_i = 2,0$  (N-039) oraz zmniejszono wartość współczynnika stanu korozyjnego z  $\alpha = 0,7$  do  $\alpha = 0,45$ . Uzyskano o 36-procentową poprawę współczynnika stanu korozyjnego (zakładano 33%). Powyższe efekty osiągnięto dzięki zastosowaniu (na podstawie wyników badań laboratoryjnych) powłok malarskich odpornych na zużycie korozyjno-erozyjne w kontakcie z nawozami mineralnymi, poszerzeniu (w zależności od stanu technicznego rozsiewaczy) zakresu konserwacji o operacje obsługowo-naprawcze, wykonywane dotychczas w ramach obsługi bieżącej oraz dodatkowym zabezpieczeniu maszyny pyłosuchą powłoką ochrony czasowej AGROKOR-S93, nałożoną natryskowo na wszystkie jej zewnętrzne powierzchnie.

Uzyskane wyniki wskazują na zasadność szerokiego rozpowszechnienia zmodernizowanej technologii posezonowej konserwacji rozsiewaczy nawozów mineralnych oraz innych maszyn rolniczych, takich jak np. rozrzutniki obornika, szczególnie narażonych na przyspieszone zużycie korozyjno-erozyjne w trakcie użytkowania i przechowywania.

## Bibliografia

- AMBROZIAK W. 2004. Wpływ konserwacji na przydatność użytkową maszyn rolniczych. Rozprawa doktorska. Maszynopis. Warszawa. IBMER ss. 82.
- AMBROZIAK W. 2005. Wpływ konserwacji na stan techniczny i koszty napraw bieżących maszyn rolniczych. Prace Naukowe IBMER. Warszawa. IBMER ISSN 0209-1380 s. 5–24.
- AMBROZIAK W., STEŻAŁA S. 1999. Metoda oceny punktowej zużycia korozyjnego maszyn rolniczych w gospodarstwach rolnych. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 2 s. 69–76.

- MATUSZAK K. 2004. Wpływ jakości konserwacji i przechowywania na koszty eksploatacji maszyn rolniczych. Rozprawa doktorska. Maszynopis. Szczecin. Akademia Rolnicza ss. 108.
- PN-EN ISO 4628-3. 2005. Ocena zniszczenia powłok. Cz. 3: Ocena stopnia zardzewienia.
- SCULLY J.R., HENSLEY S.T. 1994. Lifetime prediction for organic coatings on steel and a magnesium alloy using electrochemical impedance methods. *Corrosion*. Vol. 50. Iss. 9 s. 705–716.
- STĘŻAŁA S., AMBROZIAK W., WOJDAK J., MAŁKIEWICZ A. 2008. Techniczno-ekonomiczna ocena efektywności obsługi konserwacyjnej maszyn rolniczych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3 s. 143–152.
- STĘŻAŁA S., KLENOWICZ Z., WIECZOREK S., ŚWIST E., SETKOWICZ K. 1994. Dyspersja wodno-woskowa do ochrony czasowej maszyn i urządzeń w przemyśle rolno-spożywczym. *Ochrona przed Korozją*. Nr 12 s. 268–273.
- STĘŻAŁA S., ŚWIST E., WIECZOREK S., NOWICKI J. 2006. Symulacyjna metoda badań i oceny przydatności użytkowej malarskich powłok ochronnych rozsiewaczy nawozów mineralnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3 s. 61–72.
- WOJDAK J., MATUSZAK K. 1999. Analiza i ocena skuteczności ochrony czasowej maszyn do nawożenia. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 5 s. 249–255.
- WOJDAK J. (red.). 1980. Instrukcja wdrożeniowa przechowywania ciągników i maszyn rolniczych. Szczecin. Akademia Rolnicza ss. 86.

***Stanisław Stężala, Stefan Wieczorek, Ewa Świst, Andrzej Małkiewicz***

## **MODERNIZED PROCEDURE OF POST-SEASON MAINTENANCE OF THE MINERAL FERTILIZER SPREADERS**

### **Summary**

Paper presents the course and results of laboratory, simulation and operation tests concerning post-season maintenance of the mineral fertilizer spreaders. On such a basis the modified maintenance manner of these machines has been recommended. The last step in proposed method consists in introduced operation of using the coating with water-wax spray preparation AGROKOR-S93, to temporary protection. After drying, it enables to protect additionally all anticorrosively protected surfaces of the machines, by dusty-dry coat, quite easy to washing out with the hot water. Lasting two years experimental, operational tests brought the results showing improvement of all indicators characterizing general technical state and corrosion wear of tested machines, as compared to baseline situation. Both, the degree of corrosion coating of fertilizer spreaders, as well as the corrosion rate, have been reduced by 36%.

**Key words:** post-season maintenance, mineral fertilizer spreaders, corrosive-erosive wear, assessment criterion

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. inż. Stanisław Stężala  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy  
ŻOB Stacja Badawcza w Gdańsku  
ul. Trakt Św. Wojciecha 293e, 80-001 Gdańsk  
tel. 58 301-00-54; e-mail: s.stezala@itep.edu.pl