

METODA MODELOWANIA ZESTAWU OBSŁUG TECHNICZNYCH MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH

Wiesław Tomczyk

Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Celem opracowania jest przedstawienie złożoności problemu związanego z zaprojektowaniem technicznie i ekonomicznie uzasadnionych procedur dotyczących właściwego doboru optymalnego zestawu obsługi technicznych maszyn i urządzeń rolniczych w procesie ich eksploatacji. Artykuł zawiera ogólne zasady projektowania procedur obsługowych i ustalania okresów międzyobsługowych maszyn i urządzeń rolniczych. Przedstawiono schemat obsługi technicznych maszyn i urządzeń rolniczych funkcjonujący w systemie ich eksploatacji. Scharakteryzowano informacje niezbędne do sterowania strategią obsługi technicznych, w tym informacje o uszkodzeniach maszyn oraz sposobie określenia skuteczności w doborze rodzajów i zakresów obsługi technicznych. W artykule podjęto się próby oceny rzeczywistej skuteczności stosowania obsługi technicznych „K” oraz tzw. współczynnika napraw „K_n” charakteryzującego czasu obsługi technicznej w całkowitym czasie eksploatacji maszyn i urządzeń.

Słowa kluczowe: obsługa techniczna, naprawa, system, maszyny rolnicze

Wstęp

Wysokie tempo rozwoju postępu naukowo-technicznego, wprowadzanie do użytku nowatorskich rozwiązań konstrukcyjnych i nowoczesnych materiałów (kompozyty, włókna węglowe itp.), oczekiwania użytkowników maszyn, wymuszają na producentach urządzeń technicznych prowadzenie długotrwałych i kosztownych badań eksploatacyjnych nowych konstrukcji. Dlatego też zaprojektowany wcześniej, na podstawie doświadczeń eksploatacyjnych poprzednich konstrukcji, skorygowany wynikami wstępnych badań – system technicznego obsługiwanie nowych urządzeń powinien być ciągle doskonalony. Wynika stąd konieczność opracowywania nowych i modernizacji dotychczasowych zestawów obsługi technicznych, dostosowanych do potrzeb współczesnego systemu eksploatacji. Konieczność ta wynika również z faktu, iż cechą charakterystyczną każdego systemu urządzeń technicznych jest stała tendencja do wzrostu zakresu i szczegółowości obsługi (szczegółowości badań wszystkich podzespołów maszyny), co spowodowane jest pojawieniem się

uszkodzeń, których nie przewidziano na etapie wstępnego projektowania systemu obsługowego.

W artykule przedstawiono rozważania teoretyczno-koncepcyjne nt. doboru zestawu obsług technicznych maszyn i urządzeń rolniczych w procesie ich eksploatacji.

Problem badawczy

Problemem badawczym jest dobór optymalnego zestawu obsług technicznych maszyn i urządzeń rolniczych.

Użytkownik dowolnego systemu eksploatacji posiadanych maszyn i urządzeń oczekuje wysokiej jego efektywności (niezawodności w działaniu, zapewnienia bezpieczeństwa pracy, ograniczenia i skrócenia do minimum przestoju spowodowanych awariami, minimalizacji kosztów utrzymania i użytkowania itp.).

Projektując optymalny zestaw (zakres) obsług technicznych należy mieć na uwadze jego efektywność, tzn. dobrać tylko te i w takim zakresie, które spełnią nasze oczekiwania adekwatnie do konkretnych maszyn, warunków ich użytkowania oraz aktualnego ich stanu technicznego.

Szczególnie istotnym i trudnym praktycznie do rozwiązania jest optymalne zaprojektowanie technicznie i organizacyjnie uzasadnionych procedur obsługowych. Procedury te, jak również częstotliwości ich wykonywania zawarte są najczęściej w dokumentach formalnych, tzw. zestawach obsług technicznych opracowywanych przez producentów maszyn i urządzeń.

Dysponując dostateczną informacją o uszkodzeniach eksploatowanych maszyn i urządzeń, oszacować można rzeczywistą

skuteczność obsług technicznych „ K ”, wg zapisu:

$$K = \frac{n_T}{N_u} \quad (1)$$

gdzie:

n_T – liczba uszkodzeń elementów określonego typu wykrytych podczas obsługi technicznej o okresie międzynaaprawczy „ T ”,

N_u – sumaryczna liczba uszkodzeń elementów,

oraz

współczynnik napraw (obsług) „ K_n ” - mówiący, jaką część czasu eksploatacji stanowi czas obsługi, wg zapisu:

$$K_n = \frac{T_n}{T_o} \quad (2)$$

gdzie:

T_n – średni czas pomiędzy naprawami (obsługami),

T_o – średni czas naprawy (obsługi).

Precyzyjne określenie powyższych parametrów wiąże się z przeprowadzeniem wyczerpujących, czaso- i kosztochłonnych badań eksploatacyjnych, szczególnie w przypadku elementów o dużej niezawodności i ograniczonej informacji o ich uszkodzeniach.

Dotychczasowe doświadczenia [Firkowicz, Karpiński 1981; Potocki 1992; Powierża 1997; Rzeźnik 2002] w zakresie projektowania i modernizacji zestawów i zakresu usług technicznych, pozwalają założyć, że skuteczność obsługi technicznej „K” dostatecznie odzwierciedla ich efektywność nawet przy ograniczonej informacji o uszkodzeniach. Błędy wynikające z tego założenia można wyeliminować poprzez weryfikację projektu zestawów obsług technicznych w próbnej eksploatacji maszyn skierowanej na niezawodność, tj. ryzyko = ważność x częstość wykonywania usług.

Dobór okresów i czasów pomiędzy usługami uwarunkowany jest z jednej strony kryterium niezawodności, a z drugiej poziomem stanu gotowości eksploatacyjnej użytkowanych maszyn i urządzeń [Rzeźnik 2002].

System usług technicznych maszyn rolniczych

Do realizacji opracowanych procedur obsług technicznych maszyn i urządzeń rolniczych, niezbędne jest zaprojektowanie odpowiedniego systemu obsługowego, zapewniającego prawidłowe wykonanie wcześniej zaplanowanych i niezbędnych usług.

W krajowym systemie obsługi technicznej rolnictwa można spotkać szeroki ich zakres (tab. 1).

Tabela 1. System usług technicznych maszyn i urządzeń rolniczych
Table 1. The system of service maintenance of agricultural machines and devices

Elementy systemu usług technicznych		
Obsługi	Naprawy	Przeglądy techniczne
1. Sezonowe	1. Bieżące	1. Codzienne
2. Kampanijne	2. Awaryjne	2. Okresowe (np., co 6 m-cy)
3. W okresie docierania	3. Profilaktyczne	3. Resursowe
4. Gwarancyjne	4. Główne (podzespołów)	(po przekroczeniu resursu np.: mth, km)
	5. Remonty (całej maszyny)	

Źródło: opracowanie własne

W systemie obsługi technicznej maszyn i urządzeń rolniczych wydzielono trzy ich różne elementy. Są to:

1. Obsługi obejmujące swym zakresem konieczność wykonania odpowiedniego zakresu operacji i czynności stosownie do potrzeb i zakresu każdej z nich (sezonowe – przygotowanie maszyn ze względu na porę roku jej użytkowania (zima, lato); kampanijne – związane z przygotowaniem maszyn do konkretnych sezonowych prac w rolnictwie (kampania siewów, żniw itp.); itd.).
2. Naprawy – są wynikiem powstałych uszkodzeń i nieprawidłowości w funkcjonowaniu (działaniu) maszyn. Ich rodzaj i zakres jest uzależniony od stanu technicznego użytkowanych maszyn oraz przyjętej strategii odnowy maszyn (zapobiegawcza, pouszkodzeniowa) i jest zróżnicowany a także inny dla każdej maszyny.
3. Przeglądy techniczne – ich rodzaj i zakres jest z góry narzucony np. przez producenta maszyny i może być zróżnicowany dla każdego typu maszyn.

Informacje niezbędne do sterowania strategią obsługi technicznych

Podstawowymi źródłami informacji niezbędnych do zaprojektowania (optymalnego doboru) i modernizacji już istniejących zestawów obsługi technicznych maszyn i urządzeń rolniczych, można zaliczyć:

- a) informacje o uszkodzeniach w postaci zgłoszeń przez użytkowników maszyn o niesprawnościach w ich funkcjonowaniu (pозyskane w warsztatach i serwisach obsługowo-naprawczych),
- b) informacje uzyskane poprzez wywiad kierowany oraz badania ankietowe wśród bezpośrednich użytkowników maszyn i urządzeń (np. rolników),
- c) zweryfikowanie (potwierdzenie) słuszności proponowanego rozwiązania w próbnej eksploatacji wybranej grupy maszyn i urządzeń.

Ad. a) Badania oraz uzyskane wyniki autora [Tomczyk 2004, 2007, 2009] i innych [Mazurkiewicz, Trzos 1999; Powierża 1997; Jusupov 1993; Osipenko 1989] prowadzone w zakresie procesów i mechanizmów zużycia eksploatacyjnego maszyn rolniczych wykazały, iż w obiektach pracujących w warunkach rzeczywistych w rolnictwie, uszkodzenia występowały częściej niż w warunkach testowych prowadzonych np. przez producentów maszyn. Świadczy to o zasadniczym wpływie zmiennych warunków pracy na niezawodność działania maszyn i urządzeń wykorzystywanych w produkcji rolniczej (różnorodność i zmienność gleb w obrębie jednego gospodarstwa, zmienność warunków atmosferycznych, w wielu przypadkach braki przygotowania technicznego użytkowników maszyn itp.).

Zużycie eksploatacyjne maszyn i urządzeń jest naturalnym procesem postępującym w czasie, nie można go wyeliminować, a jedynie spowolnić lub w ograniczonym zakresie na krótko zatrzymać. Procesy zużycia są specyficzne i różne dla konkretnych maszyn i są ściśle uzależnione od struktury konstrukcyjnej (stopnia złożoności), warunków, w jakich jest użytkowana (np. w rolnictwie przy zmiennych warunkach atmosferycznych, niskiej kulturze gleb (zakamienianie) itp.), przygotowania technicznego operatorów maszyn, jakości funkcjonowania zaplecza obsługowo-naprawczego itp.

Uszkodzenia powstałe w trakcie eksploatacji maszyn mają najczęściej charakter uszkodzeń naturalnych zależnych głównie od czasu pracy, rodzaju połączeń (skojarzeń) współpracujących ze sobą par kinematycznych, a może to być zużycie mechaniczne (np. zatarcie współpracujących ze sobą części), chemiczne (korozja), zmęczeniowe (urwanie elementu) itd. Oprócz uszkodzeń naturalnych, występują też często uszkodzenia o charakterze wymuszonym, spowodowanym np. nieprzestrzeganiem zalecanych przez producenta maszyn zasad ich użytkowania (przeciążanie elementów roboczych, nieprzestrzeganie terminowości i zakresów zalecanych obsługi technicznych itp.). Zapobieganie tego typu uszkodzeniom jest istotnym problemem stojącym przed służbami technicznymi, a kłopotliwe w tym jest to, iż są one nieregularne, przypadkowe i nieprzewidywalne (mają charakter zdarzeń losowych).

Wyczerpującą stosowną wiedzę nt. okoliczności towarzyszących procesom uszkodzeń, ich intensywności, częstotliwości i rozległości, pozyskaną z dokumentacji warsztatowej pozwoli na optymalny dobór rodzaju, zakresu i częstotliwości stosowania obsługi technicznych w profilaktyce obsługowo-naprawczej maszyn i urządzeń.

Ad. b) Jakościowa ocena skuteczności obsługi technicznych maszyn i urządzeń stwarza możliwość popełnienia błędu przy podejmowaniu ostatecznej decyzji. Aby ten błąd ograniczyć należy dodatkowo wykorzystać badania naukowe oparte na metodzie wywiadu kierowanego (bezpośredni kontakt z użytkownikiem maszyny) wspomagane również badaniami ankietowymi większej populacji respondentów (w wielu przypadkach uzyskane tą drogą informacje nie zawsze są zbieżne przyjętymi założeniami np. producentów o częstotliwości wykonywania okresowych przeglądów technicznych itp.).

Celem tych badań jest uzyskanie od bezpośrednich użytkowników maszyn oraz wykonawców obsługi, opinii dotyczącej: celowości, skuteczności i przyjętego zakresu obsługi w systemie utrzymania eksploatowanych maszyn i urządzeń. Uzyskane tą drogą informacje, po szczegółowych analizach, umożliwią opracowanie optymalnego zakresu obsługi technicznych, adekwatnego dla danego typu i konstrukcji użytkowanych w określonych i zróżnicowanych warunkach (teren płaski, o zmiennym ukształtowaniu, gleby lekkie, zwięzłe, zakamienione, itp.) maszyn i urządzeń rolniczych.

Ad. c) Próbné badania eksploatacyjne mają na celu zweryfikowanie wstępnie przyjętej hipotezy o zasadności stosowania określonego rodzaju i zakresu obsługi technicznych. Badania te przeprowadza się w wytypowanych podsystemach eksploatacji, według systemu obowiązującego i systemu zmodernizowanego. Sprzęt poddany próbnej eksploatacji powinien być w miarę możliwości jednorodny, a warunki eksploatacji w obu wariantach jednakowe. Podczas trwania prób rejestruje się czas pracy maszyn (urządzeń) oraz uszkodzenia zaistniałe w czasie ich eksploatacji, a następnie poddaje się zebrane dane szczegółowej analizie merytorycznej w zakresie rodzajów i rozległości uszkodzeń oraz analizie statystycznej dotyczącej częstotliwości ich występowania. Uzyskane tą drogą wyniki są podstawą przy podejmowaniu ostatecznych decyzji w zakresie optymalnego doboru właściwych rodzajów obsługi technicznych maszyn i urządzeń rolniczych.

Podsumowanie

Maszyny i urządzenia wykorzystywane w rolnictwie cechują się dużą różnorodnością typów i konstrukcji oraz wydłużonym okresem ich eksploatacji. Różnorodność typów maszyn, postępujący z wiekiem proces ich uszkodzeń, stawiają przed zapleczem obsługowo-naprawczym istotne wyzwanie – optymalny dobór adekwatnych obsługi technicznych dla użytkowanych w rolnictwie maszyn.

Eksploatacja maszyn i urządzeń obejmuje swym zakresem planowanie, użytkowanie i obsługiwanie, natomiast racjonalna eksploatacja to optymalne wykorzystanie pod względem technicznym i eksploatacyjnym posiadanego potencjału parku maszynowego oraz zdolności i możliwości zaplecza obsługowo-naprawczego poprzez kształtowanie i dobór zestawu odpowiednich obsługi technicznych (obsługi sezonowe, kampanijne; naprawy, przeglądy techniczne; itd.). Mając dostateczną ilość informacji można określić rzeczywistą skuteczność obsługi technicznych oraz tzw. współczynnik napraw. Wskaźniki te mogą być przydatne w optymalnym doborze i kształtowaniu zestawu obsługi technicznych dla maszyn rolniczych użytkowanych w zróżnicowanych warunkach glebowo-przyrodniczych, co ma istotne znaczenie w dobie powszechnej konkurencji na rynku producentów (maszyn, żywności itp.), a może skutkować również obniżeniem kosztów eksploatacji maszyn oraz cen produktów i świadczonych usług na współczesnym konkurencyjnym rynku.

Bibliografia

- Firkowicz S. Karpiński J.** (1981): Zasady profilaktyki obiektów technicznych, WNT, Warszawa, ISBN 83-01-00471-1.
- Jusupov P.M.** (1993): Elementy teorii niezawodności i kontrolija technicznych sistem. Kolos, Leningrad, 25-30.
- Leszek W.** (1981): Metodologiczne podstawy badań trybologicznych, PWN, Poznań, ISBN 8301033037.
- Mazurkiewicz W., Trzos M.** (1999): Projektowanie eksperymentalnych systemów badawczych w budowie i eksploatacji maszyn. Instytut Technologii Eksploatacji Radom, ISBN 83-7204-093-1.
- Osipenko W.** (1989): Proizvodstvo i remont masin w rozwiwajuscihjsja stranach, Masinostroenie, Kiew, 18-21.
- Potocki G.** (1992): Metoda zapewnienia wymaganej lub optymalnej pod względem kosztów skuteczności procedur obsługowych, IWL, Warszawa, ISBN 83-81041-21-1.
- Powierża L.** (1997): Zarys inżynierii systemów bioagrotechnicznych, Instytut Technologii Eksploatacji, Radom – Płock, ISBN 83-87039-32-2.
- Rzeźnik Cz.** (2002): Podstawy obsługi technicznej maszyn rolniczych, Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Poznań, ISBN 83-7160-265-0.
- Tomczyk W.** (2004): Problemy decyzyjne w procesie eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych, Journal of Research and Applications In Agricultural Engineering, Nr 1, ISBN 1642-686X.
- Tomczyk W.** (2007): Modelowanie procesu odnowy maszyn rolniczych w warunkach zmian otoczenia, Zarys inżynierii systemów BIOAGRO-TECHNICZNYCH, Instytut Technologii Eksploatacji, ISBN 978-83-926246-0-8.
- Tomczyk W.** (2009): Obsługi techniczne w procesie odnowy i utrzymania maszyn i urządzeń rolniczych, Inżynieria Rolnicza, 6(115), 301-307.

MODELLING METHOD OF THE MAINTENANCE SERVICE SET OF AGRICULTURAL MACHINES AND DEVICES

Abstract. The purpose of this work is to present the complexity of the issue related to technical and economic design of justified procedures concerning proper selection of the maintenance service set of agricultural machines and devices in the process of their exploitation. The article covers the main principles of designing service procedures and determining inter-service periods of agricultural machines and devices. The scheme of maintenance service of agricultural machines and devices, which functions within the system of their exploitation was presented. Information indispensable for controlling the maintenance service strategy including information on damages to machines and the method of determining efficiency in the selection of kinds and scopes of maintenance service was described. The article attempts to evaluate real efficiency of using "K" maintenance service and the so-called coefficient of repairs „ K_n ” which characterizes the time of maintenance service in the total time of exploitation of machines and devices.

Key words: maintenance service, repair, system, agricultural machines

Adres do korespondencji:

Wiesław Tomczyk; e-mail: Wieslaw.Tomczyk@ur.krakow.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116 B
30-149 Kraków