

METODA TECHNOLOGICZNOŚCI ODNOWY MASZYN ROLNICZYCH

Wiesław Tomczyk

Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy przedstawiono jedną z głównych cech konstrukcji maszyn i urządzeń („technologiczność”) mającą istotny wpływ na ich użytkowanie w złożonym procesie eksploatacji. Omówiono etapy jej realizacji w procesie projektowania konstrukcji oraz poruszono problem technologiczności odnowy sprzętu rolniczego.

Słowa kluczowe: konstrukcja, technologiczność, obsługa, naprawa

Wprowadzenie

Postępująca rekonstrukcja techniczna polskiego rolnictwa stanowi istotny problem dla eksploataatorów. Wieloletnie badania autora [Tomczyk 2005a, b, 2006a, b, 2007a, b i in.] oraz [Bocheński 1995; Klaus, Michalski, Tilipalów 2002, i in.] wykazały, iż w systemie eksploatacji sprzętu rolniczego wciąż występuje wiele mankamentów. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć:

- niski stopień wykorzystania maszyn na pracę efektywną,
- duże koszty eksploatacji, których poważny składnik stanowią koszty obsługi i napraw,
- wydłużony średni okres użytkowania maszyn i urządzeń rolniczych (obecnie ok. 17 lat przy okresie ich trwania dochodzącym nawet do ponad 30 lat),
- duża awaryjność sprzętu,
- wydłużone przestoje maszyn spowodowane ich naprawami, itp.

Według badań autora [Tomczyk 2005a, 2006a i in.], w strukturze przestojów ciągników i maszyn rolniczych z przyczyn technicznych:

- ok. 20% stanowią błędy konstrukcji i technologii produkcji,
- ok. 25% nieodpowiednia konserwacja i przechowywanie sprzętu,
- ok. 15% niedostateczna jakość wykonanych napraw.

Przeprowadzona analiza powyższego problemu wykazuje wiele istotnych sprzeczności pomiędzy programem obsługi i szeregiem cech konstrukcji maszyn, zwiększających nadmiernie ich pracochłonność obsługi, a obiektywnymi wymaganiami co do sposobu wykorzystania sprzętu pracującego w trudnych warunkach agrotechnicznych występujących w produkcji rolniczej. Przyczyny te zmuszają często użytkowników sprzętu do poważnych ograniczeń zakresu obsługi technicznej lub wręcz zaniechania jej wykonania, co przy niezbyt wysokich wskaźnikach trwałości (dotyczy głównie maszyn starszej konstrukcji – powyżej 10-cio letnich), nadawanej maszynom w procesie ich wytwarzania, pociąga za sobą konieczność wykonywania częstych, bardziej kosztownych i pracochłonnych napraw.

Jedną z przyczyn podwyższonych kosztów eksploatacji maszyn rolniczych jest preferowanie w procesie ich projektowania wymogów jakie konstrukcji stawiają głównie technologie wytwórcze oraz zastosowane do ich produkcji gorszej jakości tańsze materiały.

Poziom wykonywania bieżącej obsługi technicznej i napraw jest jednym z ważniejszych czynników mających istotny wpływ na kształtowanie się przebiegu zużycia maszyn, ciągników i środków transportu rolniczego.

Na jakość wykonania obsługi technicznej i naprawy w decydującym stopniu wpływają rozwiązania konstrukcyjne poszczególnych elementów maszyn, wyposażenie warsztatów zaplecza technicznego w nowoczesne narzędzia i przyrządy oraz poziom techniczny i kwalifikacje personelu naprawczego.

Jednostronny postęp techniczny zaplecza naprawczego w programie świadczenia usług z zakresu napraw i obsługi technicznej nie rozwiązuje wszystkich problemów gospodarki konserwacyjno-naprawczej. Postęp ten prowadzi niejednokrotnie do absurdu sytuacji, w której problem trwałości całkowitej sprzętu rolniczego rozwiązywany jest głównie poprzez naprawy, a nie poprzez poprawę jego konstrukcji i jakościowo dobre jej wykonanie.

W krajach wysoko uprzemysłowionych obserwuje się tendencje maksymalnego ograniczenia napraw na rzecz zwiększenia wysiłków w sferze projektowania i produkcji, co procentuje wysoką niezawodnością sprzętu w eksploatacji, ale i wysokimi cenami jego zakupu (np. konstrukcje amerykańskie, japońskie, niemieckie, itp.).

Nieustannie postępujący w naszym kraju rozwój mechanizacji produkcji rolniczej powoduje, iż organizacja zaplecza naprawczego oraz technika obsługowo-naprawcza urasta niekiedy do problemu naukowego, wymagającego kompleksowego rozwiązania we wszystkich fazach powstawania konstrukcji sprzętu rolniczego, a w szczególności w fazach początkowych tworzenia konstrukcji (etap koncepcji, projektowania, wytwarzania prototypu).

Technologiczność odnowy zależy przede wszystkim od zaprojektowania jej jako jednej z właściwości sprzętu rolniczego. Cecha ta winna być „*wkonstruowana*” w strukturę maszyny.

W procesie projektowania maszyn należy przestrzegać podstawowych zasad dotyczących technologiczności przeprowadzania napraw, tj.:

- zespołowości konstrukcji maszyn (strukturę maszyny tworzą oddzielne podzespoły),
- unifikacji elementów konstrukcyjnych (części maszyny, wymiarów, tolerancji, itp.),
- zamienności części,
- minimalizacji liczby stosowanych elementów,
- baz montażowych,
- samo ustawności (części, podzespołów),
- eliminowanie odkształceń elementów przy ich montażu,
- zapewnienia możliwości demontażu i montażu przy użyciu specjalistycznych ściązaczy, itp.

Użytkownikom zależy na maksymalnym wykorzystaniu sprzętu rolniczego przy optymalnych nakładach i kosztach związanych z jego eksploatacją. Stanowi to szczególne wymagania w zakresie przystosowania konstrukcji sprzętu rolniczego do założonego programu obsługi i napraw.

Technologiczność odnowy sprzętu rolniczego

Podatność technologiczna odnowy jest jedną z głównych cech konstrukcyjnych sprzętu rolniczego, w zakres której wchodzi (rys. 1):

- technologiczność naprawcza,
- technologiczność obsługowa,
- opisy, instrukcje.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Atrybuty technologiczności odnowy maszyn i urządzeń
Fig. 1. Attributes of producibility of renovation of machines and equipment

Technologiczność naprawcza jest to zespół cech decydujących o możliwości szybkiej i łatwej wymiany oraz naprawy poszczególnych zespołów lub części w przypadku ich zużycia lub uszkodzenia.

Podstawowym problemem w działalności remontowej jest osiągnięcie możliwie niskich kosztów napraw z podniesieniem ich jakości. Z technologicznością naprawczą sprzętu rolniczego ściśle wiążą się zagadnienia: trwałości, niezawodności, normalizacji (unifikacji, typizacji) i technologiczności produkcyjnej.

Większa trwałość i niezawodność elementów maszyn pozwala zmniejszyć wymagania w zakresie technologiczności odnowy. Natomiast dla konstrukcji o małej trwałości i niezawodności należy stworzyć szczególnie korzystne warunki obsługi, konserwacji, wymiany oraz napraw szybko zużywających się części i zespołów.

Poprawnie dopracowana struktura konstrukcyjna maszyn na etapie koncepcji, konstrukcji i projektowania pod względem technologiczności naprawczej, stwarza większe możliwości racjonalnego podziału prac remontowych, kooperacji i specjalizacji napraw.

Technologiczność naprawcza maszyn umożliwia szersze wykorzystanie oprzyrządowania uniwersalnego oraz zmniejsza potrzeby w zakresie narzędzi, przyrządów i urządzeń o czysto naprawczym przeznaczeniu.

Technologiczność obsługowa (podatność naprawcza) jest to przystosowanie maszyny do sprawnego i szybkiego wykonywania bieżącej obsługi technicznej i eksploatacyjnej. Charakteryzuje się możliwością szybkiego i łatwego wykonywania zabiegów obsługowych, regulacyjnych i diagnostycznych. Miarą przystosowania maszyny do wykonywania obsługi mogą być wskaźniki ekonomiczne, tj. sumaryczne koszty czynności obsługowych liczone w odniesieniu do efektów uzyskanych z pracy maszyny, współczynnik obsługi technicznej, itp.

W praktyce „technologiczność obsługowa” rozumiana jest jako zespół cech stanowiących o stopniu przystosowania konstrukcji do wykonywania czynności obsługowych założonych przez konstruktora i producenta, zgodnych z obiektywnymi wymaganiami procesu eksploatacji. Program obsługi winien uwzględnić zespół zabiegów wykonywanych przy maszynie przez ich bezpośrednich użytkowników w miejscach użytkowania (np. gospodarstwach rolników) oraz w specjalistycznych warsztatach obsługowych. Pozwala to na stworzenie maszynie optymalnych w sezonie (np. agrotechnicznych pilnych prac polowych) rodzajów i zakresów usług, warunków pracy oraz zapewnienie użytkownikowi uzyskanie właściwych informacji odnośnie jej aktualnego stanu technicznego.

Metody oceny technologiczności odnowy

Oszczędności z tytułu większej technologiczności odnowy obejmują zarówno robociznę w okresie naprawy i eksploatacji, koszty materiałowe obsługi napraw oraz oszczędności wynikłe z bezawaryjnej pracy maszyny.

W poszczególnych etapach procesu projektowo-konstrukcyjnego zachodzi potrzeba optymalizacji wariantów rozwiązań konstrukcyjnych maszyny oraz oceny i wyrobu jednego rozwiązania konstrukcyjnego spośród wielu zaproponowanych wariantów – jako możliwych do realizacji. W przeprowadzanej ocenie regułą jest uwzględnienie wieloaspektowości cech konstrukcji maszyny przy uwzględnieniu warunków środowiskowych, w których będzie ona użytkowana.

Badania sprzętu rolniczego powinny być prowadzone w poszczególnych etapach procesu realizacji konstrukcji. Zakres badań technologiczności w zależności od etapów realizacji procesu produkcyjnego konstrukcji maszyny przedstawia tabela 1.

Podstawowym celem badań technologiczności odnowy jest przekazanie użytkownikom sprzętu o łatwej i mało pracochłonnej obsłudze oraz wysokiej podatności naprawczej we wszystkich rodzajach napraw, przy jednocześnie dużej ich niezawodności i trwałości.

Otrzymane w trakcie badań wskaźniki i dane dotyczące pracochłonności oraz przewidywanych technologiach obsługi i napraw nowych konstrukcji sprzętu, stanowią materiał wyjściowy do projektowania technologii oraz organizacji zaplecza specjalistycznych, autoryzowanych warsztatów diagnostyczno-obługowych oraz warsztatów użytkownika (rolnika), wykorzystywanych przy drobnych pracach obsługowo-naprawczych.

Badania technologiczności odnowy należy prowadzić w trakcie eksploatacji sprzętu (podczas badań eksperymentalnych, a także w trakcie normalnego ich użytkowania) oraz na stanowiskach warsztatowych podczas prowadzonej (odnowy, naprawy, regeneracji, itd.). Badania te obejmują analizę dokumentacji konstrukcyjno-technologicznej, materiałów i instrukcji związanych z maszyną (instrukcje obsługi, katalogi części wymiennych, itp.) oraz zalecanego wyposażenia technicznego warsztatów obsługowo-naprawczych.

Metoda technologiczności odnowy...

Miarą technologiczności np. produkcji może być pracochłonność i koszty wytwarzania elementów, natomiast technologiczności napraw (np. regeneracji) są wskaźniki względne np. pracochłonność i koszty napraw w odniesieniu do jednostki przebiegu (mth, km, itp.).

Tabela 1. Kryteria oceny technologiczności odnowy maszyn i urządzeń

Table 1. Criteria for the evaluation of producibility of renovation of machines and equipment

Etapy Realizacji	Zalecenia dot. technologii obsługi i napraw	Badania technologiczności odnowy	Projektowanie systemu odnowy: warsztat, użytkownik	Kontrola realizacji zaleceń
		Wnioski i zalecenia		
Etap – I Prace: koncepcyjne, konstrukcyjne, doświadczalne	Projekt techniczno-robotyczny	Prototyp		
Etap – II Techniczne przygotowanie do uruchomienia produkcji	Dokumentacja techniczna serii próbnej	Seria próbna		
		Produkcja początkowa, modernizacja	Produkcja specjalistycznych narzędzi (np. ściągacze)	
Etap – III Produkcja masowa, modernizacja bieżąca	Dokumentacja techniczna produkcji masowej, zmiany konstrukcyjno-technologiczne	Produkt finalny		
		Produkcja seryjna, modernizacja	Organizacja sieci warsztatów naprawczych i obsługowych	

Źródło: opracowanie własne

Analitycznie można wyznaczyć technologiczność odnowy badanej maszyny z zależności:

$$Q = \frac{1}{k} \sum W_k X_k \quad (1)$$

gdzie:

- Q – ogólny współczynnik analizowanych cech technologiczności,
- W_k – współczynnik oceny cechy technologiczności,
- X_k – współczynnik oddziaływania cech technologiczności,
- k – atrybuty technologiczności (rys. 1)

$$W_k = \frac{\sum W_i P_i}{i} \quad (2)$$

gdzie:

- W_i – skala ocen,
- P_i – współczynnik oddziaływania cechy konstrukcyjno-technologicznej

Technologiczność odnowy można określić w postaci efektów wymiernych oraz korzyści niewymiernych.

Oszacowanie efektów wymiernych (np. [PLN]) z tytułu wdrożenia wyników badań technologiczności odnowy jest możliwe dla cech konstrukcyjno-technologicznych sprzętu, decydujących o obniżce pracochłonności obsługi i napraw oraz podatności części do regeneracji.

Na uwagę zasługują niewspółmiernie większe korzyści niewymierne, do których należy zaliczyć:

- skrócenie okresów wyłączenia sprzętu z użytkowania (w wyniku skrócenia czasu obsługi),
- zwiększenia efektywności wykorzystania maszyn,
- poprawę wskaźników eksploatacyjnych sprzętu,
- zwiększenie niezawodności oraz współczynnika gotowości technicznej maszyn i urządzeń.

Podsumowanie

1. Konstrukcja maszyn jest technologiczna wówczas, jeśli spełnia podstawowe postulaty dotyczące pracy maszyn (wydajność, funkcjonalność, ekologiczność, itp.), równocześnie spełnia wymagania dotyczące jej wykonania (łatwość i niskie koszty produkcji, dobór odpowiednich materiałów konstrukcyjnych, itp.) oraz jej użytkowania (niezawodność, trwałość, ergonomiczność, naprawialność, łatwość obsługi, itp.).
2. Technologiczność konstrukcji w ujęciu ogólnym jest to przystosowanie konstrukcji maszyn do prawidłowej (zamierzonej) realizacji procesu technologicznego w sferze efektywnego wykorzystania oraz łatwego przeprowadzenia uzasadnionych z technicznego punktu widzenia niezbędnych obsług (przeeglądy techniczne, naprawy, itp.).

Bibliografia

- Bocheński C.** 1995. Naprawa maszyn i urządzeń rolniczych. Warszawa. ISBN 83-03-06004-6.
- Klaus O., Michalski R., Tilipalów W.** 2002. Procesy naprawy maszyn, teoria i praktyka. Olsztyn-Kaliningrad. ISBN 83-914011-5-4
- Legutko S.** 2004. Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń. Warszawa. ISBN 83-02-08998-2.
- Rzeźnik Cz.** 2002. Podstawy obsługi technicznej maszyn rolniczych. Poznań. ISBN 83-7160-265-0.
- Tomczyk W.** 2005a. Aspekty ekologii w konstruowaniu i odnowie maszyn i urządzeń. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. Nr 4. s. 45-47.
- Tomczyk W.** 2005b. Uwarunkowania racjonalnego procesu użytkowania maszyn i urządzeń rolniczych”, Inżynieria Rolnicza. Nr 7(67). Kraków. s. 359–365.
- Tomczyk W.** 2006a. Problem jakości w procesie eksploatacji i odnowy maszyn i urządzeń. Problemy jakości Nr 10. s. 50-52.
- Tomczyk W.** 2006b. Problemy badawcze w organizacji zaplecza naprawczego w aspekcie proekologicznych metod odnowy maszyn rolniczych. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 3. s. 91-100.
- Tomczyk W.** 2007a. Stan wiedzy w zakresie organizacji systemów odnowy maszyn i urządzeń rolniczych, Jurnal Of Research And Applications In Agricultural Engineering. PIMR Poznań. Nr 1. s. 73-77.
- Tomczyk W.** 2007b. Modelowanie procesu odnowy maszyn rolniczych w warunkach zmian otoczenia. Zarys inżynierii systemów BIOAGRO- TECHNICZNYCH. Cz.3 – Modelowanie wybranych procesów. Redakcja prof. Leszek Powierza. Płock. s. 261-279.

METHOD OF PRODUCIBILITY OF RENOVATION OF FARM MACHINES

Abstract. The work presents one of the primary characteristics of the construction of equipment and machines („producibility”), which has a significant impact on their use in the complex process of use. Stages of its implementation in the construction design process were used and the problem of producibility of renovation of farm equipment was discussed.

Key words: construction, producibility, servicing, repair

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