

ASPECTS OF ECOLOGY IN CONSTRUCTING AND RENOVATION OF MACHINES AND DEVICES

Summary

Vehicles, machines and technical mechanisms usually belong to complicated and renewable technical objects. Their characteristic feature is that in the exploitation system they work as an intermediate unit in work process or activity subject for example in repair (renovation) process. Every construction of contemporary machines and mechanisms must fulfil many utilitarian, exploitative and environmental criteria and requirements. In the article attention was paid to ecological conditions in renovation processes and the scale of problem of machine renovation on example of Polish agriculture was shown.

ASPEKTY EKOLOGII W KONSTRUOWANIU I ODNOWIE MASZYN I URZĄDZEŃ

Streszczenie

Pojazdy, maszyny i urządzenia techniczne należą na ogół do złożonych i odnawialnych obiektów technicznych. Charakterystyczną ich cechą jest to, iż w systemie eksploatacji pełnią funkcję pośrednika działania w procesie roboczym albo przedmiotu działania, np. w procesie naprawy (odnowy). Każda konstrukcja współczesnych maszyn i urządzeń musi spełniać szereg kryteriów i wymagań użytkowo-eksploatacyjnych oraz ochrony środowiska. W artykule zwrócono uwagę na uwarunkowania ekologiczne w procesach odnowy maszyn oraz pokazano skalę problemu odnowy maszyn na przykładzie polskiego rolnictwa.

Wstęp

Każde urządzenie, maszyna, zespół lub część charakteryzują pewne precyzyjne określone właściwości, które zależą od ich struktury, stanu i przeznaczenia.

Struktura maszyn i urządzeń zostaje dobrana w procesie projektowo-konstrukcyjnym. Konstruowanie polega na dobieraniu częściom (zespołom) cech konstrukcyjnych, które umożliwią realizację wymaganych sprzężeń i przekształceń, a tym samym poprawę działania całej maszyny. Cechy konstrukcyjne muszą być tak dobrane, aby zapewnić pożądaną strukturę i stan projektowanej maszyny (urządzenia) w założonym okresie prawidłowej eksploatacji.

Racjonalne działania projektowo-konstrukcyjne powinny być oparte na zasadach naukowych. W literaturze technicznej istnieją różne podejścia do zasad konstruowania maszyn. Mają one na względzie zawsze ten sam cel, a mianowicie zaprojektować konstrukcję funkcjonalną, spełniającą stawiane wymagania odnośnie jakości wykonywanych przez nią zadań w procesie użytkowania, jak również coraz częściej ale w ograniczonym zakresie uwzględniające aspekt ochrony środowiska. Jednak obecnie przy dynamicznym postępie naukowo-technicznym, szerokim dostępie do różnorodnych konstrukcji maszyn, urządzeń, pojazdów, dużej ich liczbie, itp., zagadnienia dotyczące ekologii i ochrony środowiska, łącznie z całkowitą utylizacją i recyklingiem po zakończonym okresie ich użytkowania stały się istotne. Jedną z najefektywniejszych metod zagospodarowania i utylizacji wyeksploatowanych i złomowanych tychże obiektów jest racjonalnie stosowany recykling odzyskanych surowców oraz regeneracja części i odnowa zespołów.

W recyklingu złomowanych maszyn i urządzeń, zgodnie z wymaganiami UE oraz światowymi trendami, należy szeroko stosować metody regeneracji uszkodzonych części z późniejszym ich wykorzystaniem w procesach naprawczych, wpływając w ten sposób również na poprawę

wskaźników ekonomicznych prowadzenia działalności gospodarczej poprzez obniżkę kosztów materiałowych naprawy (odnowy) maszyn i urządzeń wykorzystywanych np. w produkcji rolniczej.

Uwarunkowania proekologiczne w procesie odnowy maszyn

Racjonalna konstrukcja maszyn powinna odpowiadać z góry określonym wymaganiom eksploatacyjnym, ekonomicznym, technologicznym, jakościowym i ekologicznym.

Przed rozpoczęciem właściwego procesu konstruowania należy przyjąć odpowiednie kryteria optymalizacji. Wybierając te kryteria należy kierować się zestawem szczegółowych zasad konstrukcji i eksploatacji przyszłych maszyn i urządzeń, które formułują warunki jakie powinna spełniać projektowana konstrukcja. Liczba tych zasad nie musi być dokładnie określona, ale pewne z nich są podstawowe. Powinny one być zawsze uwzględniane, chociaż mogą być brane pod uwagę w różnym stopniu, zależnie od przeznaczenia projektowanej konstrukcji. Do takich podstawowych zasad zalicza się: funkcjonalność, niezawodność i trwałość, sprawność, niskie koszty produkcji, lekkość konstrukcji, dostępność materiałów, właściwy układ przenoszenia obciążeń, technologiczność, łatwość eksploatacji, ergonomiczność, niskie koszty eksploatacji, zgodność z obowiązującymi przepisami i normami itp.

Powyższe kryteria kładą głównie nacisk na parametry użytkowo-eksploatacyjne maszyn i urządzeń, natomiast w ograniczonym zakresie obejmują problemy ekologii eksploatacji i zagadnienia związane z poeksploatacyjnym wykorzystaniem złomowanych maszyn poprzez np. szeroko rozumiany recykling (z elementami regeneracji) wybranych części i możliwością ich ponownego wykorzystania w procesach odnowy, tj. naprawy z wykorzystaniem części fabrycznie nowych oraz uprzednio regenerowanych.

Kryteria klasyfikacji części przeznaczonych do regeneracji

Podjęcie decyzji w zakresie regeneracji jest procesem bardzo złożonym ze względu na bardzo szeroki asortyment części nadających się do regeneracji i różnorodność metod ich odnowy. Z uwagi na brak uniwersalnych metod regeneracji, bardzo utrudniona jest typizacja regenerowanych części, co w konsekwencji może poważnie utrudnić osiągnięcie właściwych, pożądanych efektów technicznych i ekonomicznych. Na podstawie literatury [Wojdak 1986, 1988, Michalski, Niziński 1997, Zblichowski 1993, i in.] i prowadzonych badań własnych [Tomczyk 1994, 1998, 2003, 2004, i in.], można przedstawić szereg czynników mających bezpośredni wpływ na podjęcie właściwych (optymalnych) decyzji w zakresie regeneracji części wymiennych, co przedstawia tab. 1.

Podczas analizy powyższych kryteriów należy szczególną uwagę zwrócić na zagadnienia zapewnienia wytrzymałości zmęczeniowej częściom regenerowanym. Elementy maszyn narażone na dynamiczne i zmienne obciążenia można regenerować pod warunkiem posiadania przez nie wystarczającego zapasu wytrzymałości zmęczeniowej.

Na podstawie prowadzonych badań własnych można stwierdzić, że w wyniku regeneracji częściom zużyтым najczęściej przywraca się wymiary, kształt, odporność na zużycie ścierne, erozyjne i korozyjne. Natomiast stosowane aktualnie procesy regeneracji nie zapewniają wytrzymałości zmęczeniowej, jaką posiada część przed regeneracją. Teoretycznie i praktycznie istnieje taka możliwość zachowania, a nawet podwyższenie w wyniku dodatkowych zabiegów termiczno-plastycznych istniejącego poziomu wytrzymałości zmęczeniowej części regenerowanych. Badania w tym zakresie są prowadzone, a ich wyniki w wielu przypadkach są pozytywne [Maternik 1985, 1988, i in.].

Optymalnym rozwiązaniem jest przewidywanie na etapie projektowania znacznego zapasu wytrzymałości zmęczeniowej dla części maszyn narażonych na obciążenia zmienne, a przeznaczonych w przyszłości do regeneracji (np. wały korbowe do silników spalinowych mogą być poddawane 4–5 krotnej regeneracji przy zachowanej odpowiednio wytrzymałości zmęczeniowej) [Michalski, Niziński 1997, i in.].

Obecnie, według badań własnych, regeneracja części w odnowie maszyn i zespołów jest stosowana w ograniczo-

nym zakresie, czego potwierdzeniem jest fakt, iż głównym składnikiem kosztów napraw (odnowy maszyn) jest składnik materiałowy w postaci części i zespołów wymiennych sięgający ok. 80% wartości ogólnych nakładów ponoszonych na naprawę. Jednak można istotnie obniżyć koszty eksploatacji maszyn i urządzeń poprzez obniżkę kosztów materiałowych odnowy, stosując podczas remontów oprócz części fabrycznie nowych również regenerowane, których cena jest w granicach 30-70% niższa od nowych, przy zachowaniu porównywalnych parametrów użytkowo-eksploatacyjnych [Tomczyk, Kubera 1996, 1997, 1999].

Regeneracja jest ponadto procesem racjonalnie prowadzonego recyklingu w ramach ochrony środowiska do czego Polska jest zobowiązana w ramach dyrektyw prawa Unii Europejskiej.

Skala problemu w warunkach polskiego rolnictwa

Doniosłość problemu zilustrowano na przykładzie poziomu wyposażenia polskiego rolnictwa, wg danych z ostatniego (czerwiec 2002 r.) Powszechnego Spisu Rolnego (PSR).

Obecnie, według danych GUS, na wyposażeniu rolnictwa znajduje się ok. 13 647 000 szt. ciągników rolniczych o następującej strukturze wiekowej:

- ciągniki poniżej 6 lat – ok. 6,6%,
- ciągniki w wieku 6-10 lat – ok. 23,9%,
- ciągniki w wieku 10-15 lat – ok. 23,9%,
- ciągniki w wieku 16-21 lat – ok. 21,6%,
- ciągniki w wieku 21-30 lat – ok. 19,7%,
- ciągniki powyżej 30 lat – ok. 4,3%.

Z powyższego wynika, iż ok. 69,5% ciągników jest użytkowane ponad 10 lat. Podobnie sytuacja przedstawia się w odniesieniu do innych maszyn i urządzeń, których ogólną liczbę przedstawia tab. 2.

Powyższa charakterystyka liczbowa oraz różnorodność występujących typów maszyn i urządzeń, niejednokrotnie zaawansowany wiek i ciągle wydłużany okres ich użytkowania (średnio ponad 15 lat), uwidaczniają istotę problemu zapotrzebowania na części i podzespoły zamienne (w tym tańszych – regenerowanych) w aspekcie obniżenia kosztów eksploatacji oraz zagadnień związanych z ekologicznym recyklingiem złomowanych tychże obiektów.

Tabela 1. Kryteria regeneracji części maszyn
Table 1. Criteria of machine elements regeneration

Kryteria	Cechy kryteriów
1. Kryteria eksploatacyjne	Funkcjonalność, zamienność części, wytrzymałość zmęczeniowa, odporność na zużycie ścierne, krotkość regeneracji danej części, współczynnik trwałości, itp.
2. Kryteria techniczne	Analiza zużycia części w czasie eksploatacji, wytypowanie części do regeneracji, opracowanie technologii regeneracji, wybór metody regeneracji, wykonanie wstępnych prób części zregenerowanych, dobór parametrów technicznych regeneracji (obróbki materiałów), badania trwałości i niezawodności, itp.
3. Kryteria technologiczne	Dobór materiałów, dobór właściwych parametrów prowadzenia zabiegów regeneracji, stan obróbki powierzchni, kształt elementu, wymiar i ciężar części, liczba elementów, itp.
4. Kryteria ekonomiczne	Analiza rynku części, zapotrzebowanie na części regenerowane, analiza możliwości nabycia części nadających się do regeneracji, formy współpracy w zakresie obrotu częściami, kalkulacja kosztów regeneracji, ustalenie cen części regenerowanych, działania marketingowe, itp.
5. Kryteria organizacyjne	Ustalenie sieci zakładów zajmujących się regeneracją, logistyka w zakresie regeneracji (magazyny, transport, łączność), itp.

Tabela 2. Wyposażenie rolnictwa polskiego w wybrane maszyny i urządzenia

Table 2. Equipment of Polish agriculture with chosen machines and devices

Typ maszyny/ urządzenia	Liczba [szt.]
Kombajny zbożowe	97 058 (64,1% użytkowane ponad 10 lat)
Ciągnikowe rozsiewacze nawozów	442 706
Rozrzutniki obornika	484 233
Ciągnikowe polowe opryskiwacze	372 161
Kosiarki ciągnikowe	439 699
Prasy zbierające	104 669
Kombajny do zbioru ziemniaków	76 467
Dojarki mechaniczne	301 571
Agregaty uprawowe	85 000

Źródło: Dane GUS

Podsumowanie

Obecnie występuje potrzeba rozwoju i utrzymania na wysokim poziomie produkcji rolniczej przy zachowaniu wysokich standardów jakościowych oraz obniżaniu kosztów produkcji. Rozwiązaniem korzystnym w tym zakresie, obniżającym koszty eksploatacji maszyn i urządzeń jest regeneracja części i odnowa uszkodzonych podzespołów (maszyn), gdyż części te są z reguły tańsze od części nowych przy porównywalnych parametrach eksploatacyjnych. By móc rozwijać regenerację części w myśl zaleceń unijnych dyrektyw o ochronie środowiska i recyklingu wyeksploatowanych maszyn i urządzeń, należy już na etapie ich projektowania i konstruowania wnikliwie przeanalizować założone kryteria.

Problem ten dotyczy nie tylko maszyn i urządzeń użytkowanych w rolnictwie, ale dotyczy całej gospodarki w Polsce (przemysł, transport, itp.).

Literatura

- [1] Maternik R.: Ocena trwałości zmęczeniowej regenerowanych części. Eksploatacja Maszyn, 2-3/1983
- [2] Maternik R.: Ocena trwałości zmęczeniowej części regenerowanych w warunkach zakładów naprawczych. Politechnika Poznańska, 1988 r.
- [3] Michalski R., Niziński S.: Podstawy eksploatacji obiektów technicznych. ART-Olsztyn, 1997 r.
- [4] Tomczyk W.: Kierunki działania niezbędne w rozwoju regeneracji. III Ogólnopolska i II Międzynarodowa Konf. Naukowa, ART-Olsztyn 1994 r.
- [5] Tomczyk W.: Problemy regeneracji części wymiennych w zapleczu naprawczym technicznej obsługi rolnictwa. Prace PIMR – Poznań, Nr 4/1998
- [6] Tomczyk W.: Model adaptacyjnego systemu odnowy maszyn rolniczych. Inżynieria Rolnicza, 4/2003
- [7] Tomczyk W.: Problemy decyzyjne w procesie eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 1/2004
- [8] Tomczyk W., Kubera J.: Analiza opłacalności regeneracji części oraz sposoby poprawy efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw preferujących w naprawach części zregenerowane. Wieś i Doradztwo, 3/1996
- [9] Tomczyk W., Kubera J.: Stan aktualny i perspektywy rozwoju regeneracji części i zespołów w technicznej obsłudze rolnictwa. Wieś i Doradztwo, 3/1997
- [10] Tomczyk W., Kubera J.: Regeneracja części to efektywna forma recyklingu wpływająca na ochronę środowiska. Wieś i Doradztwo, 3/1999
- [11] Wojdak J.: Zasadność regeneracji części maszyn w aspekcie gospodarczym i praktycznej realizacji. Konf. Ogólnopolska SIMP, Warszawa, 1986 r.
- [12] Wojdak J.: Wybrane zagadnienia metodyczne regeneracji części. Eksploatacja Maszyn, 5/1988
- [13] Zblichowski R.: Podstawy organizacji remontów. PWN, Warszawa, 1993 r.