

ANALIZA ROZWOJU METOD REGENERACJI CZĘŚCI MASZYN W ASPEKCIE PRZEMIAN GOSPODARCZYCH

Jan Wojdak

IBMER Warszawa O/Gdańsk

Paweł Sędlak, Piotr Wanke, Tomasz Stawicki

Instytut Inżynierii Rolniczej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Streszczenie: Przemiany gospodarcze w naszym kraju wpłynęły w znaczący sposób na systemy prowadzenia napraw maszyn a także na stosowane procesy regeneracji ich części. Dalszy rozwój regeneracji jest uzależniony od tego, kto będzie się podejmował tego zadania. Należy sądzić, że opracowaniem nowych metod regeneracji zajmą się producenci maszyn i urządzeń a w niewielkim stopniu także wyspecjalizowane zakłady naprawcze.

Słowa kluczowe: naprawa, metody regeneracji, ekonomia

Wstęp

Przemiany ustrojowo-gospodarcze spowodowały zanik niektórych form prowadzenia procesu regeneracji elementów maszyn z powodów ekonomicznych oraz społecznych. Spowodowane to zostało zmianami wynikającymi z przejścia z gospodarki planowej do wolnorynkowej. W tym czasie doszło do zmian w funkcjonowaniu rolnictwa (zwiększyła się dostępność części zamiennych, wzrosły koszty pracy ludzkiej, pojawiły się nowoczesne maszyny, upadły zakłady zaplecza technicznego rolnictwa, rozwiązano państwowe gospodarstwa rolne itp.). Dlatego też regeneracja części wykonywana przez niewielkie zakłady naprawcze stała się nieopłacalna z uwagi na brak odbiorców części regenerowanych a także z powodu trudności w pozyskaniu części do regeneracji. Regeneracja nadal jeszcze jest stosowana przez te zakłady tylko w najprostszym wydaniu ograniczająca się do prostych technologicznie metod regeneracji i niewymagających znacznych nakładów finansowych (wymiary naprawcze, niektóre metody spawalnicze). Z drugiej strony rozwój specjalistycznych technologii regeneracji wymusza przeniesienie ciężaru procesu na duże przedsiębiorstwa oraz na producentów maszyn. Niejednokrotnie metody regeneracji służą wówczas producentom do wzmacniania części nowych podnosząc ich trwałość i niezawodność. Opracowane technologie najczęściej opierają się na wzmacnianiu warstwy wierzchniej (WW) części różnorodnymi metodami a zastosowanie każdej z tych metod zależy od rodzaju materiału podłoża, warunków pracy, kształtu, masy i wielu innych indywidualnych cech części.

Cel pracy

W pracy zebrano i przeanalizowano najistotniejsze informacje dotyczące regeneracji części maszyn rolniczych. Informacje te w usystematyzowanej formie wspomogą procesy decyzyjne w zakresie regeneracji części maszyn i zwiększą efektywność podejmowanych w tym zakresie decyzji.

Analiza

Znając charakter uszkodzenia, rodzaj wymuszeń jakim podlegają części, konstrukcję urządzenia, zastosowane materiały konstrukcyjne, wielkość uszkodzenia opracowano podstawowe zasady stosowane w procesach regeneracji części maszyn [Wojdak 1989]. Dla tych zasad opracowano wiele metod regeneracji różniących się między sobą możliwością zastosowania dla konkretnych elementów jak również skomplikowaniem procesu technologicznego. W obecnych warunkach regeneracją części są zainteresowane następujące grupy :

- producenci maszyn rolniczych,
- specjalistyczne zakłady naprawcze - współpracujące na zasadach autoryzowanych zakładów naprawczych lub świadczących usługi dla producentów maszyn,
- uniwersalne zakłady naprawcze,
- użytkownicy maszyn.

Największe możliwości w wykorzystaniu technik regeneracyjnych posiadają producenci i wytwórcy maszyn oraz urządzeń rolniczych (mogą oni korzystać ze wszystkich dostępnych i opracowanych technologii regeneracji). Mając duże zaplecze techniczne oraz środki finansowe mogą także inwestować w skomplikowane i wysokowydajne metody regeneracji, a także prowadzić badania nad nowymi metodami przystosowanymi do ich wymagań oraz specyfiki własnych urządzeń. Jako producenci projektują oni także wytwarzane przez siebie maszyny, mogąc w tym czasie przystosować poszczególne części (a nawet ich fragmenty) pod konkretne metody regeneracji, dobierając materiały konstrukcyjne oraz sposoby obróbki mechanicznej. Korzystając z doświadczeń zakładów prowadzących procesy regeneracyjne (posiadających wiedzę na temat rodzaju uszkodzeń, ich rozległości, charakteru oraz procesów destrukcyjnych) podnoszą trwałość oraz niezawodność produkowanych przez siebie elementów, co przekłada się na wytwarzanie lepszych jakościowo zespołów i maszyn. Rozwijają oni najczęściej metody polegające na wzmacnianiu WW na niekorzystne warunki pracy w wyniku: stosowania metod spawalniczych, przeróbki plastycznej, nakładania chemicznego i galwanicznego powłok oraz ulepszania cieplno-chemicznego. Metody te umożliwiają w znaczący sposób modyfikację osiąganych rezultatów dotyczących zmian wytrzymałościowo-technologicznych WW elementów (automatyzacja procesu, powtarzalność wyników itp.). Jednak zastosowanie tych technologii wymaga niejednokrotnie spełnienia wysokich wymagań dotyczących wyposażenia technologicznego, kadry, liczby regenerowanych części, technologii przygotowania powierzchni, dostępu do materiałów oraz spełnienia restrykcyjnych norm dotyczących ochrony środowiska.

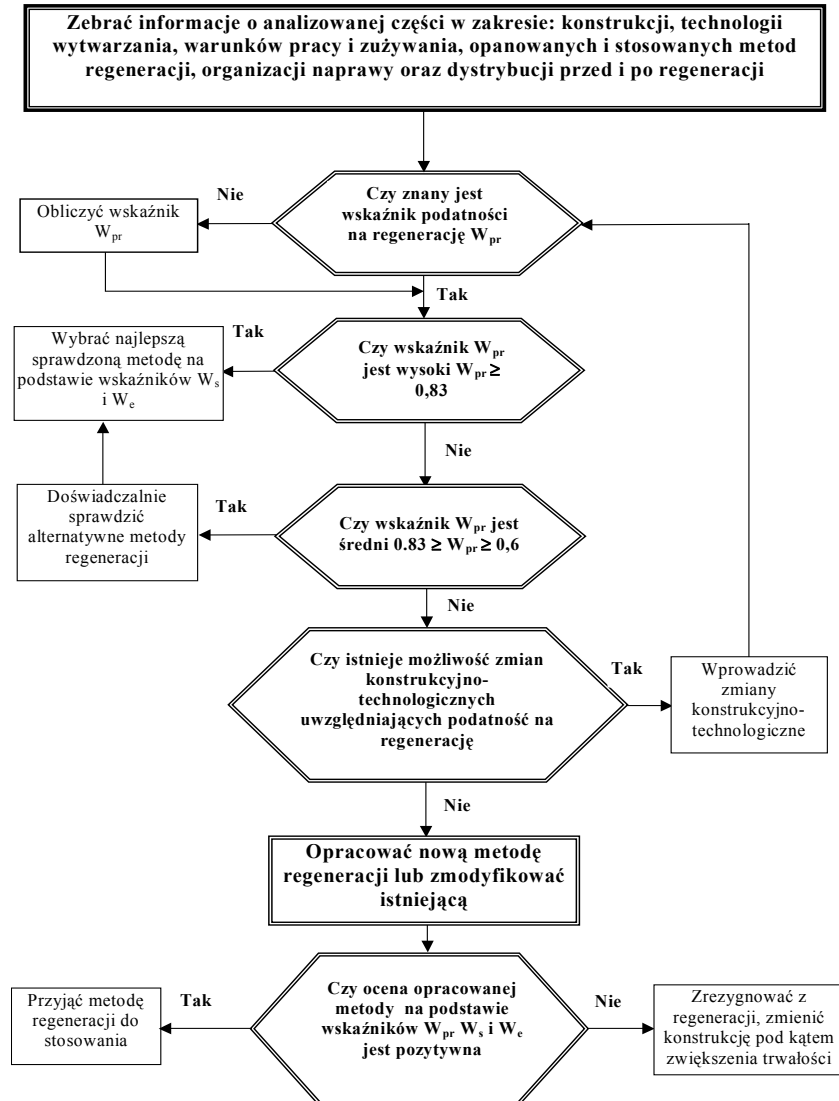
W mniejszym stopniu wpływ na rozwój metod regeneracji mają specjalistyczne zakłady naprawcze, a jest to spowodowane ograniczonym asortymentem części jakie mogą być przez nie poddane procesowi regeneracji. Dodatkowo są one uzależnione od liczby zbiera-

nych i dostarczanych części, systemu zbiórki oraz dystrybucji części po regeneracji. Mogą wykorzystywać większość opracowanych technologii jednak chcąc zachować elastyczność na zmieniające się warunki gospodarcze nie mogą inwestować w technologie opracowane dla jednego rodzaju części i dla jednego producenta. Dlatego też wchodzą one w kooperację z producentami maszyn i dla nich świadczą usługi. Wykorzystując ich systemy dystrybucji części zamiennych oraz rozwiniętą sieć sprzedaży oraz serwisu zapewniają sobie ciągłość dostaw części do regeneracji. Dzięki bliskiej współpracy z producentem oraz dostępowi do dokumentacji konstrukcyjno-wytwórczej są w stanie osiągać wysoki poziom świadczonych usług w sferze regeneracji wybranych części.

Uniwersalne zakłady naprawcze nie są w stanie inwestować w nowoczesne technologie regeneracji ze względu na specyfikę świadczonych usług oraz krąg odbiorców dla których świadczą usługi. Najczęściej są to małe zakłady o lokalnym zasięgu działania i nie mające możliwości w pozyskiwaniu dużej liczby części do regeneracji. Prowadzić one mogą procesy regeneracji jedynie w niewielkim zakresie i oparte najczęściej na nieskomplikowanych technologiach korzystających z następujących metod: wymiary naprawcze, zastosowanie części dodatkowych, przywrócenie pierwotnego kształtu, łączenie pęknięć. Metody te są realizowane przez uniwersalne maszyny do obróbki mechanicznej oraz spawania metali, nie wymagają również specjalistycznych umiejętności od kadry pracowniczej. Zakłady te korzystają z technologii oraz materiałów opracowywanych w specjalistycznych zakładach wytwórczych (specjalizujących się w dostarczaniu urządzeń oraz materiałów do regeneracji), jedynie częściowo adaptując je do własnych wymagań oraz przystosowując pod konkretne części maszyn. W procesach regeneracji przez nich wykonywanych zaczynają się pojawiać gotowe półwyroby, z których odtwarzają uszkodzone fragmenty części a także całe elementy. Często w takich przypadkach jakość procesu regeneracji może być realizowana na różnym poziomie i uzależniona jest od doświadczenia praktycznego wykonawcy.

Ostatnią grupą użytkowników korzystających z różnych metod regeneracji są właściciele maszyn i pojazdów. Jednak z uwagi na brak oprzyrządowania oraz maszyn do obróbki mechanicznej procesy regeneracji przeprowadzane przez tą grupę są ograniczone do minimum. Wymagają oni prostych i uniwersalnych metod możliwych do wykonania w warunkach użytkownika i dające pozytywne oraz wymierne korzyści. Dlatego też metody przez nich wykorzystywane oparte są najczęściej na metodach spawalniczych służących do łączenia pęknięć, uzupełniania ubytku materiału na powierzchniach roboczych nie wymagających dalszej obróbki mechanicznej oraz coraz częściej technologii klejenia (uzupełniania ubytków, zabezpieczania przed odkręceniem, mocowania części, uszczelniania powierzchni oraz połączeń).

Rozwój metod regeneracji oraz wykorzystanie już istniejących technologii naprawy w stosunku do maszyn nowych (o ograniczonej podatności na procesy regeneracyjne) oraz starszej generacji jest uzależniony od zasadności przeprowadzenia procesu oraz osiąganych wymiernych korzyści ekonomicznych. Przykładowy uproszczony algorytm wyznaczania zasadności procesu regeneracji części maszyn w zależności od współczynników podatności na regenerację, skuteczności regeneracji oraz efektywności przedstawiono na rys. 1 [Wojdak 1989]. Zastosowanie procedur optymalizacji wyboru dostępnych metod regeneracji pod praktyczne zastosowanie może wpłynąć na obniżenie kosztów procesu regeneracji oraz przyczynić do rozwoju nowych i skutecznych metod regeneracji możliwych do zastosowania w zakładach naprawczych oraz producentów maszyn.



Źródło: Wojdak 1989

Rys. 1. Algorytm wyznaczania zasadności i efektywności regeneracji części maszyn w produkcji i eksploatacji: W_{pr} – wskaźnik podatności na regenerację, W_s – wskaźnik skuteczności, W_e – Wskaźnik efektywności

Fig. 1. Algorithm for determination of grounds and efficiency of machinery parts regeneration in production and operation: W_{pr} – index of susceptibility to regeneration, W_s – efficiency index, W_e – effectiveness index

Podsumowanie

W wyniku przemian gospodarczych wzrosły wymagania względem maszyn dotyczące wydajności pracy, jakości pracy, większych prędkości przejazdu, zwiększonych momentów obrotowych a co z tym jest powiązane drastycznie zwiększyły się obciążenia przenoszone przez węzły kinematyczne i spoczynkowe maszyn i urządzeń. Niektóre z dotychczas stosowanych metod regeneracji nie są w stanie zagwarantować prawidłowej pracy tak mocno obciążonych węzłów maszyn rolniczych (tradycyjne metody metalizacji, metody żelazowania, niektóre z technologii nanoszenia tworzyw sztucznych itp.). Jest to związane z rozwojem szeroko pojętej inżynierii materiałów oraz ich praktycznego zastosowania w nowo konstruowanych i produkowanych maszynach.

Materiał części zużytej w znacznej mierze warunkuje wybór odpowiedniej metody regeneracji, ze względu na różną podatność materiałów na procesy regeneracyjno-naprawcze. Nowe materiały ze względu na swoją budowę oraz charakter stosowanej obróbki mechaniczno-chemiczno-termicznej wymagają stosowania specjalistycznych metod odtwarzania WW. Części wykonane z nowych materiałów okazują się nieprzystosowane do odtwarzania WW niektórymi metodami regeneracji np.: spawalniczymi, wymiarów naprawczych, obróbką plastyczną, nagniataniem, metalizacją natryskową. Wymagają stosowania zaawansowanych technologicznie i drogich metod, niejednokrotnie kilku jednocześnie w celu uzyskania pozytywnych efektów oraz wysokiej jakości odtwarzanego elementu. Szczególnie interesującymi technologiami regeneracji stają się metody oparte na technikach: napawania proszkami przetapialnymi przy temperaturze poniżej 1100 K, napawania plazmowego i laserowego, napawania elektrodami rdzeniowymi, natryskiwanie cieplnego z między warstwami, niklowania chemicznego, procesy galwaniczne z lokalnym dostarczaniem elektrolitu oraz w wanienkach lokalnych, stosowanie powłok kompozytowych i tworzyw sztucznych.

Oprócz zastosowanego materiału konstrukcyjnego na możliwość zastosowania wybranej technologii regeneracji mają wpływ takie czynniki jak [Wojdak 1973]: stan warstwy wierzchniej, kształt części oraz powierzchni do odtwarzania, wymiary, masa części oraz ich liczba. Duża liczba części do regeneracji w danym czasie narzuca wybór metody regeneracji, zakres oprzyrządowania i organizację procesu technologicznego. Wzrost liczbowy elementów regenerowanych przy jednoczesnym ograniczeniu ich asortymentu sprzyja racjonalizacji procesu technologicznego, umożliwia stosowanie daleko posuniętego podziału pracy i obniża koszty, sprzyja automatyzacji procesu technologicznego itp. [Wojdak 1973].

Kolejnym ograniczeniem w stosowaniu technik regeneracji i ich rozwoju jest bariera technologiczności części i przystosowania ich do procesu regeneracji [Jedliński 1995]. W celu ogólnej analizy tego kryterium posłużyć się można istniejącą już i wystarczająco dokładną próbą jego określenia, w której pod pojęciem podatności części na regenerację rozumie się przystosowanie ich do jedno lub wielokrotnego odtwarzania właściwości użytkowych przy minimalnych nakładach pracy, środków materiałowych i pomocniczych. Wynika z tego, iż podatność na regenerację jest ustalona już na etapie projektowania danej części, gdyż od przyjętej konstrukcji zależeć będzie możliwość regeneracji. Zatem powodzenie danej metody regeneracji zależy przede wszystkim od projektanta części [Jazdon 1995]. Przeniesienie bowiem decyzji na etap eksploatacji jest znacznie mniej efektywne

i bardziej kosztowne [Dreszczyk 1971]. W skrajnym przypadku postępowanie takie może doprowadzić do utrudnienia lub wręcz uniemożliwienia procesu regeneracji. Proces projektowania powinien uwzględniać technologiczność konstrukcji nie tylko pod względem obsługowo-naprawczym ale także i regeneracji części.

Powiązanie procesu projektowania oraz wytwarzania w zakładzie produkcyjnym skutkuje możliwością racjonalnego zastosowania technologii regeneracji w procesach wytwórczych. Dalszy rozwój metod regeneracji jest uzależniony od efektów ekonomicznych uzyskiwanych przez producentów w wyniku podnoszenia trwałości części. Procesy regeneracyjne niejednokrotnie pozwalają zwiększyć trwałość i odporność WW części (na czynniki powodujące zużycie) co przekłada się na możliwość udzielania dłuższej gwarancji na niezawodne działanie maszyny [Wojdak i in. 1999]. W ten sposób producenci mogą budować i podnosić jakość marki a tym samym zdobywać większą rzeszę klientów co powoduje zwiększenie zysków. W celu dbania o dobre imię i markę część producentów stosuje technologie, które są niemożliwe do przeprowadzenia w warunkach małych zakładów naprawczych a zastosowanie części regenerowanych przez innych producentów (nie-autoryzowane zakłady naprawcze) może skutkować utratą gwarancji.

Wnioski

1. Przemiany gospodarcze wpłynęły w znaczący sposób na procesy regeneracji części maszyn. Rozwój metod regeneracji jest możliwy tylko przez samych producentów maszyn i stanowi jeden z głównych filarów szeroko rozumianego recyklingu.
2. Metody regeneracji części maszyn są wykorzystywane do wzmacniania WW przez producentów w celu zwiększenia ich trwałości.
3. Wiele z dotychczas stosowanych metod regeneracji zostanie wycofana z praktyki naprawczej z uwagi na dokonujący się postęp inżynierii materiałów, a zostaną w większości te, które są zaprogramowane już na etapie projektowania części.

Bibliografia

- Dreszczyk E.** 1971. Naprawialność maszyn-analiza i podstawy realizacji. Rozprawa habilitacyjna. Politechnika Poznańska.
- Jazdon A.** 1995. Zagadnienie regeneracji elementów maszyn w kontekście wymagań norm PN-EN 29000 (ISO 9000). *Regeneracja* 95. s. 79-83.
- Jedliński R.** 1995. Konstrukcyjno-technologiczne aspekty technologiczności regeneracyjnej części maszyn. *Regeneracja* 95. s. 93-99.
- Wojdak J.** 1973. Naprawy elementów maszyn, kryteria techniczno-ekonomiczne i metody. WNT. Warszawa.
- Wojdak J.** 1989. Regeneracja części maszyn- badania i podstawy realizacji na wybranych przykładach. Rozprawa nr 121. AR Szczecin. s. 153-173.
- Wojdak J. Sędlak P.** 1999. Oszczędność energii w procesach regeneracji części maszyn. *Inżynieria Rolnicza* nr 5(11). Tom II. s. 263-269.

ANALYSIS ON THE DEVELOPMENT OF REGENERATION METHODS FOR MACHINERY PARTS IN THE ASPECT OF ECONOMIC TRANSFORMATIONS

Abstract: Economic transformations in our country had considerable impact on machinery repair systems, and on employed regeneration processes for machinery parts. Further development of regeneration depends on who will perform this task in future. We should expect that development of new regeneration methods will be undertaken by machinery and equipment manufacturers, and to a smaller extent - by specialised repair shops as well.

Key words: repair, regeneration methods, economy

Adres do korespondencji:

Paweł Sędlak; e-mail: pawel.sedlak@agro.ar.szczecin.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI 3
71-459 Szczecin