

OCENA SYSTEMU PRZEGLĄDÓW I NAPRAW PARKU MASZYNOWEGO W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM

Joanna FURMAN

Streszczenie: W artykule przedstawiono procesy występujące w eksploatacji obiektów technicznych, omówiono ich stan techniczny i eksploatacyjny oraz stosowane przez przedsiębiorstwa strategie mające na celu przywrócenie pożądanego stanu maszyn. Na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjnego omówiony został proces obsługi maszyn w hali obróbki skrawaniem. Funkcjonujący tam system przeglądów i remontów wymaga wprowadzenia zmian - w odniesieniu do dokumentacji, organizacji stanowisk roboczych oraz pracy operatorów i pracowników działu utrzymania ruchu. Proponowane zmiany są pierwszym krokiem do poprawy funkcjonowania obszaru utrzymania ruchu w zakładzie.

Słowa kluczowe: utrzymanie ruchu, eksploatacja, strategie eksploatacyjne

Wprowadzenie

Ważnym elementem procesu wytwórczego realizowanego w przedsiębiorstwie jest system techniczny, którego głównym celem jest utrzymanie mocy produkcyjnych na stałym i wysokim poziomie. Liczba awarii oraz czas przestoju zasobów produkcyjnych jest jednym z kluczowych problemów, które bezpośrednio wpływają na produktywność całego systemu produkcyjnego. Problemy techniczne związane z częstymi awariami maszyn prowadzą do: destrukcji planu produkcyjnego, wzrostu kosztów eksploatacji maszyn, wzrostu kosztów robocizny bezpośredniej, zwiększenia liczby braków produkcyjnych, frustracji operatorów, którzy nie mogą osiągnąć założonych norm produkcyjnych czy utraty zaufania klientów przez nieterminową realizację zleceń [1]. Od dobrze zorganizowanego i zarządzanego działu utrzymania ruchu zależy wydajność, jakość, koszt produkcji i bezpieczeństwo pracy. Jednak jeszcze w wielu przedsiębiorstwach prace związane z obsługą maszyn podejmowane są wtedy, gdy zostanie zidentyfikowana niewłaściwa ich praca lub ulegną awarii. Problemem jest także niewłaściwie realizowana strategia eksploatacyjna czy brak odpowiednich procedur związanych z obsługą procesów utrzymania ruchu [2].

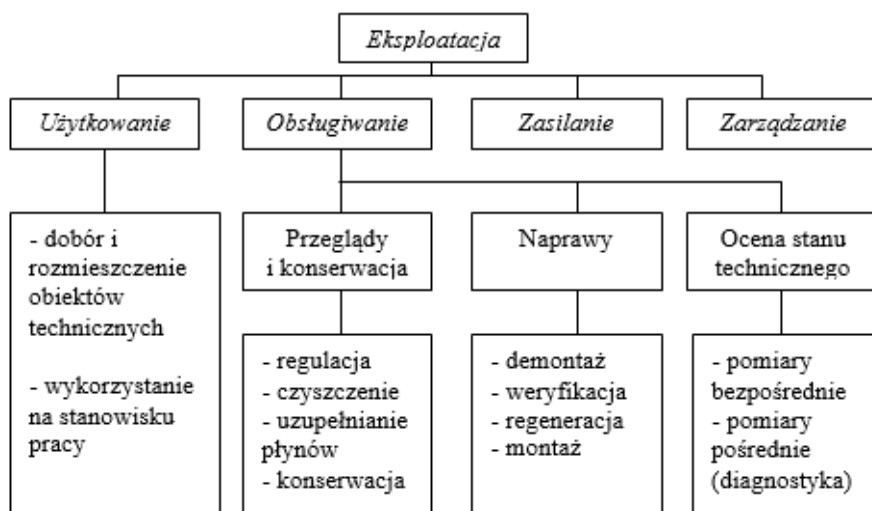
1. Eksploatacja obiektów technicznych

Eksploatacja – odnoszona do obiektów technicznych – oznacza ciąg celowych działań organizacyjnych, technicznych, normatywno-prawnych i ekonomicznych ludzi z obiektem technicznym, a także ciąg zjawisk i procesów związanych z tymi działaniami występujące pomiędzy nimi od momentu przejścia obiektu do wykorzystania zgodnie z przeznaczeniem, aż do jego likwidacji [3, 4].

W procesie eksploatacji wyróżnia się następujące rodzaje działań eksploatacyjnych (rys.1):

- użytkowanie - wykorzystywanie obiektu technicznego zgodnie z jego przeznaczeniem,

- obsługiwanie - utrzymywanie obiektu w stanie zdatności oraz przywracanie mu wymaganych właściwości funkcjonalnych poprzez okresowe przeglądy, regulacje, naprawy,
- zasilanie - dostarczenie do obiektu materiałów, energii i informacji,
- zarządzanie - obejmujące procesy planistyczno-decyzyjne oraz sprawozdawczo-analityczne.



Rys. 1. Rodzaje działań w procesie eksploatacji [4]

Podstawowym procesem w systemie eksploatacji maszyn jest użytkowanie, a jego efektywność zależy głównie od racjonalnego wykorzystania właściwości technicznych maszyn w ramach istniejącego systemu organizacji procesu produkcji [4].

2. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn i urządzeń

Ponieważ właściwości maszyn i urządzeń zmieniają się w całym okresie ich istnienia, konieczne jest dokonanie oceny tych zmian w celu podjęcia racjonalnej decyzji, co do dalszej ich eksploatacji. Oceniając obiekt techniczny, można mówić o jego stanie technicznym oraz eksploatacyjnym. Zmiany tych stanów są od siebie zależne [5].

Stan techniczny obiektu zmienia się w sposób ciągły – oznacza to, że można wyróżnić nieskończenie wiele stanów. W najprostszym przypadku wyróżnia się:

stan zdatności - kiedy obiekt działa poprawnie oraz stan niezdatności - kiedy obiekt nie może wykonywać założonych funkcji roboczych (niekiedy wyróżnia się stan częściowej zdatności, rozumianej jako stan dopuszczalny, tolerowany). Zmiany stanu technicznego obiektu można podzielić na:

- krytyczne (bardzo istotne) - zagrażające życiu i zdrowiu ludzi oraz środowisku,
- graniczne (istotne) - zagrażające utracie wydajności przez obiekt,
- dopuszczalne (mniej istotne) - zagrażające racjonalnemu sposobowi wykorzystania obiektu.

Zmiany wartości cech stanu technicznego wynikają głównie z dokonujących się w obiekcie procesów destrukcyjnych (np. zużycia elementów w wyniku tarcia i związanych z

tym zmian cech użytkowych). Zmiany te określane są jako dopuszczalne, graniczne oraz krytyczne i mogą one powodować wystąpienie odpowiednio: usterek, uszkodzeń i zniszczeń.

Jeżeli żadna z cech stanu technicznego obiektu nie przekroczy wartości dopuszczalnej, obiekt jest sprawny technicznie. Natomiast gdy pewna cecha osiągnie wartość dopuszczalną lub ją przekroczy, obiekt może nadal pełnić zasadnicze funkcje robocze (jest w stanie zdatności), jednak ze względu na inne kryteria - nie w pełni odpowiadające założonym – obiekt będzie niesprawny technicznie.

Stan eksploatacyjny maszyn i urządzeń określa to, co aktualnie dzieje się z obiektami w czasie ich eksploatacji. Wyróżnia się podstawowe stany eksploatacyjne, takie jak: użytkowania aktywnego, przechowywania, przekazania, napraw, obsługi, likwidacji, transportu. W dwóch pierwszych stanach obiekt ma być zdalny technicznie, a w trzech kolejnych -przywraca mu się zdatność [4, 5]. Zadania obsługowo-naprawcze związane z przywracaniem obiektom zdatności (przeglądy okresowe, naprawy bieżące, średnie i główne) składają się na cykl naprawczy [3].

3. Strategie eksploatacyjne

Strategia eksploatacyjna jest sposobem postępowania z maszynami i urządzeniami mającym na celu osiągnięcie pożądanego stanu sytemu eksploatacji [5]. Strategie w zarządzaniu utrzymaniem ruchu należy traktować w dwóch aspektach [6]:

- w postaci procesu decyzyjnego odnoszonego do eksploataowania poszczególnych obiektów technicznych – są to bazowe strategie eksploatacyjne,
- w postaci procesu decyzyjnego odnoszonego do kompleksowego funkcjonowania organizacji utrzymania ruchu - są to złożone strategie eksploatacyjne (filozofie eksploatacyjne).

W praktyce przemysłowej najczęściej spotyka się mieszane strategie eksploatacji, ponieważ pozwalają dostosowywać się firmie do wymagań i warunków eksploatacyjnych maszyn [7].

W pierwszym przypadku strategia jest jednym z kluczowych elementów polityki eksploatacyjnej. Zdefiniowany zestaw wytycznych i założeń musi być uzupełniony o uporządkowany zbiór wykonawców i zasobów eksploatacyjnych koniecznych do realizacji prac obsługowych i naprawczych [6]. Można tu wskazać strategie: reaktywne (gdzie eksploatację prowadzi się do momentu wymiany zużytego obiektu, jego remontu lub naprawy w następstwie wystąpienia awarii czy wyraźnego obniżenia wydajności) i prewencyjne (według resursu, stanu technicznego, niezawodności).

Strategia według resursu zakłada przyjęcie terminów planowanych zapobiegawczych napraw. Głównymi założeniami są: ustalony zakres czynności obsługowych przyporządkowanych konkretnej obsłudze, okresowość i hierarchizacja wykonania ustalonych obsług. Terminy oraz zakresy obsług przyjętych do realizacji są stałe, ustalone na podstawie wyników badań eksploatacyjnych i niezależne od stanu technicznego maszyny. Hierarchizacja oznacza, że obsługa wyższego rzędu zawiera czynności obsług wyższego rzędu niższego (np. w ramach remontu średniego wykonuje się też czynności remontu bieżącego). Oznacza to wykonywanie czynności obsługowych zgodnie z cyklem remontowym.

Wadą tej strategii jest konieczność obsługi maszyn znajdujących się w różnych stanach technicznych. Obsługa ma zawsze stały zakres i wykonywana jest w ściśle określonych terminach wynikających z wykonania przez te maszyny porównywalnych zadań

mierzonych czasem pracy lub innymi jednostkami. Strategia nie uwzględnia specyficznych warunków eksploatacji, które mogą występować u konkretnego użytkownika.

Strategia według stanu technicznego polega na ciągłym kontrolowaniu stanu technicznego maszyn i urządzeń oraz opracowywaniu na tej podstawie informacji diagnostycznych umożliwiających podejmowanie odpowiednich działań w danym systemie eksploatacji. W strategii tej nie przewiduje się stałych terminów obsługi (są one dostosowane do rzeczywistego, pogarszającego się stanu technicznego obiektu). Decyzje w tej sprawie podejmowane są na podstawie informacji diagnostycznych zawierających dane o stanach technicznych maszyn, operatorów, otoczenia oraz prognoz związanych ze zmianami tych stanów w trakcie realizacji przez maszyny wyznaczonych zadań w określonym czasie.

Strategia według niezawodności polega na eksploatacji maszyny do chwili wystąpienia uszkodzenia. Sprowadza się do podejmowania decyzji eksploatacyjnych na podstawie wyników okresowej kontroli poziomu niezawodności maszyn, eksploatowanych aż do wystąpienia zwiększonej intensywności uszkodzeń elementów. W ramach tej strategii badania niezawodności maszyn prowadzono dotychczas metodami statycznymi, a obecnie zastępują je komputerowa technika symulacyjna i programowane badania niezawodności. Strategię stosuje się wtedy, gdy następstwa uszkodzeń nie naruszają zasad bezpieczeństwa pracy i nie zwiększają kosztów eksploatacji maszyn [4, 5, 8, 9].

Drugie podejście polega na wyborze lub opracowaniu sposobu funkcjonowania organizacji utrzymania ruchu z kompleksowym uwzględnieniem kryteriów decyzyjnych wynikających z występujących zdarzeń eksploatacyjnych, specyfikę wymaganych struktur organizacyjnych służb utrzymania ruchu oraz zbiorów możliwych do realizacji typów prac obsługowych i naprawczych. Do najczęściej stosowanych w przedsiębiorstwach złożonych strategii eksploatacyjnych należą: produktywne utrzymanie maszyn (*TPM, Total Productive Maintenance*) i utrzymanie ukierunkowane na niezawodność (*RCM, Reliability Centered Maintenance*) [6].

4. Procesy obsługi maszyn w przedsiębiorstwie produkcyjnym – studium przypadku

Analizowane przedsiębiorstwo produkcyjne dysponuje halami produkcyjnymi wyposażonymi w czterdzieści stanowisk spawalniczych, piętnaście stanowisk do montażu, wypalarki (w tym plazmową z głowicą 3D), prasy, śrutownicę. Ponadto firma posiada halę do obróbki skrawaniem, która wykonuje zlecenia głównie na potrzeby własnego warsztatu spawalniczego, a także na potrzeby kontrahentów zewnętrznych. Hala obróbka wyposażona jest w tokarki, frezarki i wytaczarki ze sterowaniem numerycznym.

Analizie poddany został system przeglądów i napraw prowadzony w hali obróbki skrawaniem. W hali znajduje się piętnaście obrabiarek (z czego trzy z nich są wyłączone z produkcji). Praca w zakładzie odbywa się w systemie dwuzmianowym. Zadania obsługowo-naprawcze realizowane są przez trzyosobowy dział utrzymania ruchu (kierownik oraz dwóch mechaników) – dotyczą one przeprowadzania przeglądów, napraw bieżących, średnich i kapitalnych oraz usuwania awarii. Operatorzy obrabiarek przed rozpoczęciem pracy również mają obowiązek wykonywania pewnych czynności zgodnie z instrukcjami - jednak brak jest monitorowania, czy czynności te zostały faktycznie wykonane. Ponadto, nie na każdym stanowisku znajduje się taka instrukcja.

Dla obrabiarek przyjęty jest cykl 9- naprawczy równy 24 tys. godzin: P-B-P-B-P-S-P-B-P-B-P-S-P-B-P-B-P-K (gdzie: P - przegląd okresowy, B - przegląd bieżący, S - przegląd średni, K - remont kapitalny).

Przeglądy okresowe wykonywane są co 1350 mth i obejmują czynności związane z ustaleniem stopnia zużycia lub uszkodzenia elementów obrabiarki. Podczas przeglądu okresowego badane są objawy i skutki współpracy części kontrolowanych zespołów za pomocą pomiaru dokładności. Objawy zużycia mogą występować w postaci zniekształcenia powierzchni, w zwiększonych luzach i martwych ruchach, w zwiększonych odchyłkach wymiarowych. Objawy nadmiernego zużycia powinny być niezwłocznie usuwane ze względu na konieczność zabezpieczenia przed dalszym, stopniowo wzrastającym nadmiernym zużyciem lub na możliwość powstania awarii. Czynności, które należy wykonać w ramach przeglądów okresowych są zapisane w instrukcji użytkownika. Wykonane przeglądy wpisywane są następnie do „Karty pracy, przeglądów i napraw maszyny”. Konieczne, dodatkowe przeglądy (wraz z podaniem powodu ich przeprowadzenia) muszą być również udokumentowane.

Naprawa bieżąca (co 2700 mth) dokonywana jest zgodnie z cyklem naprawczym lub gdy:

- następują objawy zużycia najbardziej obciążonych części i elementów obrabiarki,
- dopuszczalne luzy i martwe ruchy zostają przekroczone,
- dalsza regulacja luzów dokonywana podczas przeglądów codziennych i okresowych jest niemożliwa.

W zakres naprawy bieżącej wchodzi: wymiana wkrętów i nakrętek zaciskowych, śrub zaciskowych, wymiana lub naprawa wpustów, zatrasków oraz poprawienie gwintów i klinów regulacyjnych.

Naprawa średnia (co 8000 mth) dokonywana jest zgodnie z cyklem naprawczym, gdy obrabiarka była uprzednio poddawana naprawie bieżącej lub gdy zużyciu uległy ważne części. Naprawie lub wymianie podlegają nie tylko części wymieniane podczas naprawy bieżącej, lecz także uszkodzone lub zużyte: wrzeciono, śruba pociągowa, główne koło zębate. Prowadnice łoża sań suportowych mogą być przy naprawie średniej tylko oczyszczone, natomiast nie podlegają innym czynnościom (jak szlifowanie i skrobanie), które wkraczają już w zakres naprawy kapitalnej.

Naprawa kapitalna (co 24000 mth) wykracza znacznie poza naprawę bieżącą i średnią, gdyż dotyczy nie tylko naprawy poszczególnych części zespołów, lecz polega na sprawdzeniu, naprawie lub wymianie wielu części obrabiarki. Pod względem technicznym musi być dokładnie opracowana, z uwzględnieniem skrobania i szlifowania łoża – i z tych względów naprawa ta nie powinna być przeprowadzana w miejscu pracy, a w warsztacie naprawczym. Wymaga to zdjęcia maszyny z fundamentu, a po wykonanych pracach należy ponownie ustawić i wypoziomować obrabiarkę.

Tabela 1 przedstawia „Kartę pracy, przeglądów i napraw maszyny”, w której zapisuje się wszystkie prace obsługowe zgodnie z przyjętą w przedsiębiorstwie strategią eksploatacyjną. Dodatkowo wszystkie wykonywane czynności opisuje się szczegółowo w dokumencie „Karta wykonanych czynności”.

W przypadku wystąpienia awarii maszyny przeprowadzana jest *naprawa awaryjna*. W takim przypadku pracownicy utrzymania ruchu powinni ustalić przyczynę awarii i podjąć odpowiednie kroki w celu uniknięcia podobnego przypadku. W hali obróbki skrawaniem nie wystąpiły jak dotąd poważne awarie, które wyłączyłyby maszynę z procesu produkcyjnego. Jak wynika z rozmów z pracownikami utrzymania ruchu mają miejsce niewielkie awarie maszyn, jednakże brakuje odpowiedniej dokumentacji o historii tych awarii, czasie ich trwania, przyczynach ich powstania. Nie ma też opracowanych

Tabela 1. Karta pracy, przeglądów i napraw wybranej maszyny (dokument zakładowy)

TOKARKA nazwa		kod maszyny		lokalizacja								
Zainstalowano i uruchomiono (data)												
Przebieg roboczo godzin oraz przyjęty cykl naprawy P-B-P-P-S-P-B-P-B-P-S-P-B-P-P-K												
Przebieg okresowy P 1330	Naprawy bieżące B 2660	Naprawy średnie S 8000	Naprawy kapitalne K 24000	Naprawy awaryjne A	Wymiana oleju O: wrzecienik -1 (co 800 mth) skrzynia posuwu -2 (co 800 mth) skrzynia suportu -3 (co 600 mth)							
Obrabiarka pracowała dotychczas 11500 mth			Dotychczasowe przeglądy i naprawy P-B-P-B-P-S-P-B-P-S									
Indywidualny przebieg pracy oraz plan przeglądów i napraw												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
mth 2006	70/11570	70/11640	90/11730	90/11820	80/11900	80/11980	60/12040	60/12100	80/12180	80/12260	90/12350	70/12420
	-	-	O-3	-	-	P-O-1/2	-	-	-	-	O-3	-
mth 2007	70/12490	80/12570	80/12650	70/12730	90/12820	90/12910	60/12970	80/13050	80/13130	90/13220	80/13300	60/13360
	-	-	-	O-1/2/3	-	-	-	-	-	-	B-O-1/2/3	-
mth 2008	80/13380	80/13460	90/13550	80/13630	80/13710	60/13770	60/13830	50/13880	60/13940	60/14000	70/14070	50/14120
	-	-	-	-	-	-	O-1	-	-	-	-	O-2/3
mth 2009	60/14180	50/14230	50/14280	50/14320	50/14370	60/14430	40/14470	40/14510	40/14550	40/14590	50/14640	40/14680
	-	-	-	-	-	O-1	-	-	-	-	P	-
mth 2010	30/14710	40/14750	50/14800	50/14850	50/14900	40/14940	50/14990	50/15040	60/15110	50/15160	70/15230	60/15290
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O-1/2/3	-	-
mth 2011	60/15350	40/15390	50/15440	50/15490	60/15550	50/15600	60/15660	50/15710	40/15750	50/15800	50/15850	60/15910
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mth 2012	50/15960	10/15970	20/15990	20/16010	10/16020	20/16040	20/16060	20/16080	20/16100	20/16120	30/16150	20/16170
	-	O-1	-	-	-	-	-	-	-	-	O-2/3	-
mth 2013	40/16210	30/16240	20/16260	30/16290	30/16320	40/16360	30/16390	20/16410	20/16430	20/16450	30/16480	20/16500
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-

standardów postępowania w podobnych przypadkach. Ponadto awarie te nie są odnotowywane w „Karcie pracy, przeglądów i napraw”. Po zgłoszeniu awarii przez operatora pracownik działu utrzymania ruchu jeszcze tego samego dnia usuwa awarię. Tego typu nieplanowane naprawy nie naruszają w znaczący sposób całego procesu produkcyjnego, w którym stanowiska pracy uporządkowane są w układzie technologicznym.

5. Proponowane usprawnienia

Sposób realizacji czynności obsługowych w analizowanym obszarze powinien zostać usprawniony. W pierwszej kolejności należałoby dokonać przeglądu dokumentacji. Zgodnie z Dyrektywą 2006/42/WE i Rozporządzeniem Ministra Gospodarki w sprawie wymagań zasadniczych, dokumentacja maszyn oddanych do użytku, czy wprowadzonych do obrotu powinna składać się z [10, 11]:

- dokumentacji technicznej zawierającej podstawowe parametry techniczne charakteryzujące daną maszynę, informacji ułatwiających konserwację;
- instrukcji obsługi z określeniem przeznaczenia maszyny i informacjami gwarantującymi bezpieczną eksploatację zgodnie z wcześniejszym przeznaczeniem oraz z wymaganiami na temat montażu (demontażu), opcjonalnie z zakresem codziennych przeglądów wykonywanych przez operatora;
- instrukcji konserwacji określającej zakres czynności wchodzących w skład przeglądów okresowych oraz ich częstotliwość.

Przedsiębiorstwo posiada niekompletną dokumentację. Może to wynikać z faktu, że część maszyn została odkupiona i nie ma wszystkich danych. Niepokojące dla sprawnego funkcjonowania maszyn jest także brak instrukcji na prawie połowie stanowisk pracy lub niewykonywanie (bądź niedokładne wykonywanie) czynności przez operatorów. Operatorzy po wykonaniu czynności zgodnych z instrukcją powinni podpisać się na odpowiednim harmonogramie, aby wzrosła w ten sposób odpowiedzialność za sprawność maszyn i wykonywaną pracę. Ponadto panujący nieład na stanowiskach pracy utrudnia wykonywanie przeglądów (np. przez poszukiwanie właściwych narzędzi). Dobrym rozwiązaniem dla zakładu byłoby wprowadzenie japońskiej techniki organizatorskiej „5S” (obecnie rozważana jest taka opcja). Wprowadzenie zasad „5S” nie wymaga długiego czasu, a może przynieść wiele korzyści, m.in. zwiększyć produktywność, zmniejszyć awaryjność procesów, poprawić warunki bhp. Nie jest to narzędzie trudne do wdrożenia, jednak wymaga zaangażowania pracowników. Zmiany powinny także dotyczyć pracy służb utrzymania ruchu, zwłaszcza w odniesieniu do prowadzenia szczegółowej dokumentacji związanej z awaryjnością maszyn. Każdy problem z pracą obrabiarek powinien być przeanalizowany, opisany i udokumentowany wraz z podaniem przyczyny i zastosowanego rozwiązania (wykorzystując np. wykres Ishikawy czy metodę „5Why”). Stworzenie tego typu procedur ułatwi pracownikom utrzymania ruchu podejmowanie decyzji w podobnych przypadkach.

Podsumowanie

Skuteczne funkcjonowanie działu utrzymania ruchu ma istotne znaczenie dla przedsiębiorstw produkcyjnych. W przedsiębiorstwach, w których park maszynowy jest przestarzały (stare maszyny, linie produkcyjne przeniesione z zakładów macierzystych lub zakupione po okresie amortyzacji), brak odpowiednich metod, strategii i procedur

związanych z obsługą procesów utrzymania może w konsekwencji prowadzić do znaczącego spadku produktywności całego systemu. Na podstawie przeprowadzonej analizy procesów obsługi maszyn stwierdzono, że w przedsiębiorstwie występują nieprawidłowości w zarządzaniu eksploatacją parku maszynowego. Wybór i zastosowanie prostych narzędzi doskonalących procesy obsługi oraz zaangażowanie pracowników może przyczynić się do znaczącej poprawy działań w tym zakresie.

Literatura

1. Kłos S., Patalas-Maliszewska J.: Badania kluczowych problemów w zarządzaniu utrzymaniem ruchu, [w:] Knosala R. (red.): Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Tom II, Oficyna Wyd. PTZP, Opole 2014, s.678.
2. Duplaga M., Stadnicka D.: Wdrażanie TPM w praktyce dużego przedsiębiorstwa, Technologia i Automatyzacja Montażu, 2009, Nr 3, s.25.
3. Kaźmierczak J.: Eksploatacja systemów technicznych, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000, s. 10.
4. Ścieszka S.F., Żołnierz M.: Eksploatacja maszyn, Cz.2, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012, s.7.
5. Legutko S.: Eksploatacja maszyn, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007, s.289.
6. Loska A, Dąbrowski M.: Modelowanie oceny polityki eksploatacyjnej sieciowego systemu technicznego w oparciu o metody taksonomii numerycznej, [w:] Knosala R. (red.): Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Tom II, Oficyna Wyd. PTZP, Opole 2014, s.702.
7. Woźnicka K., Sikora K.: Model utrzymania sprawności produkcyjnej maszyn jako kluczowy czynnik rozwoju przedsiębiorstwa produkcyjnego, [w:] Knosala R. (red.): Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Tom II, Oficyna Wyd. PTZP, Opole 2014, s.762.
8. Walczak M.: System utrzymania ruchu czynnikiem przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa, [w:] Mikuła B. (red.): Historia i perspektywy nauk o zarządzaniu, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2012, s.415.
9. Szadziul R.: Studium eksploatacji maszyn, Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2006, s.44.
10. Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17.05.2006 r. w sprawie maszyn.
11. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21.10.2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dz. U. 2003.199.1228).

Dr inż. Joanna FURMAN
Katedra Inżynierii Produkcji
Politechnika Śląska
40-019 Katowice, ul. Krasińskiego 8
tel. (32) 6034341
e-mail: joanna.furman@polsl.pl