

Grażyna JASICA, Małgorzata HEINRICH

Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

KONCEPCJA USPRAWNIENIA SYSTEMU OBSŁUGIWANIA NA PRZYKŁADZIE LINII TECHNOLOGICZNEJ ZAKŁADU PRZETWÓRSTWA HUTNICZEGO

Słowa kluczowe

Linia technologiczna, system obsługiwaniania, usprawnienie, jakość, niezawodność.

Streszczenie

W artykule przedstawiono koncepcję usprawnienia systemu obsługiwaniania linii technologicznej zakładu przetwórstwa hutniczego. Dokonując analizy procesu produkcyjnego pod względem ewentualnych uszkodzeń wynikających z tego procesu oraz zbierając informacje dotyczące wszystkich uszkodzeń, ich przyczyn oraz następstw, opracowano harmonogramy oraz zakresy zadań obsługowych dla: przeglądu bieżącego i okresowego, konserwacji i remontów. Stanowiło to podstawę modernizacji realizowanych usług technicznych. Efektem zaproponowanych zmian powinna być niezawodność obiektu pozwalająca na uzyskiwanie wyrobów o wysokiej jakości.

Wprowadzenie

Większość zakładów przemysłowych zajmujących się przetwórstwem materiałów hutniczych opiera organizację procesu produkcyjnego na wykorzystaniu linii technologicznych.

Jedną z zalet linii technologicznych jest wysoki poziom mechanizacji i automatyzacji procesów wytwarzania zapewniający produkcję wyrobów o odpowiedniej jakości [5]. Ciągłość realizacji tego procesu zależy od wielu czynników, jednak w dużej mierze od niezawodności obiektów technicznych. Awaria któregokolwiek z urządzeń wchodzących w skład linii powoduje jej zatrzymanie, co wiąże się ze stratami finansowymi.

Utrzymanie obiektów w stanie zdadności funkcjonalnej i zadaniowej gwarantują racjonalnie zorganizowane systemy obsługiwanie. Nowoczesne systemy obsługiwanie poprzez zapobieganie i eliminowanie uszkodzeń powinny gwarantować wysoką jakość uzyskiwanego wyrobu. Powinny uwzględniać ponadto koszty utrzymania, bezpieczeństwo oraz ochronę środowiska naturalnego przy ścisłym powiązaniu ze szczeblem planowania, tak aby harmonogramy obsług technicznych nie kolidowały z harmonogramami produkcyjnymi [1].

Koncepcja modernizacji zaproponowana w niniejszym opracowaniu obejmuje analizę istniejącego systemu i wprowadzenie takich zmian, które umożliwią wdrożenie systemu klasy CMMS, wspomagającego zarządzanie utrzymaniem ruchu [3].

Analizowany przykład dotyczy usprawnienia systemu obsługiwanie linii technologicznej eksploatowanej w segmencie profili giętych zakładu przetwórstwa hutniczego.

Aktualność przedstawionego problemu wynika z dużego zapotrzebowania rynku na wysokiej jakości wyroby przetwarzane z blach arkuszowych, zaś każdy postój linii generuje stratę finansową firmy.

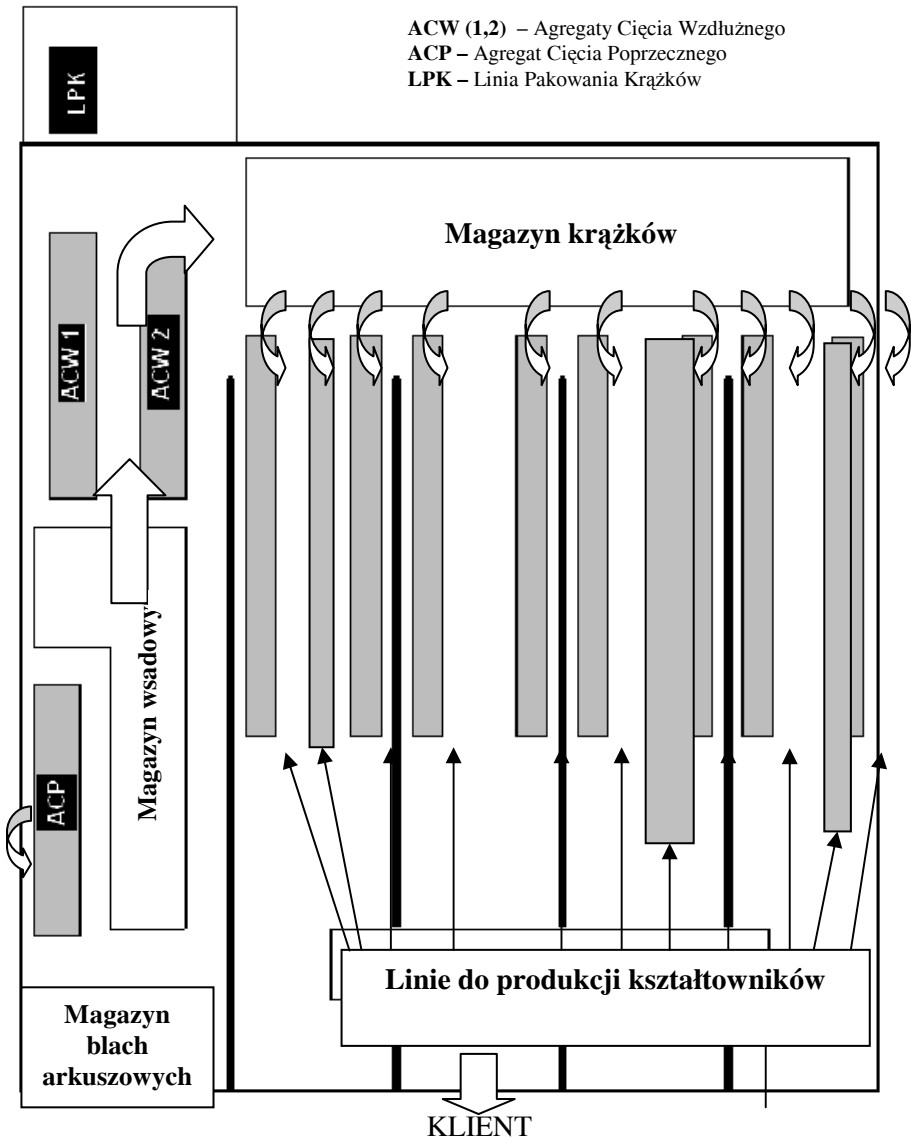
1. Charakterystyka przedmiotu badań

Przedmiotem rozważań są linie technologiczne eksploatowane w segmencie profili giętych zakładu przetwórstwa hutniczego.

W segmencie tym pracuje jednaście linii technologicznych. Dziewięć z nich to linie do produkcji kształtowników. Pozostałe wytwarzają elementy ochronnych barier drogowych. Wydział posiada także dwa agregaty cięcia wzdłużnego do produkcji materiału wsadowego na giętarki, agregat cięcia poprzecznego do produkcji blach arkuszowych oraz linię pakowania krążków, co obrazuje rys. 1.

Blachy walcowane na gorąco w postaci zwiniętych kręgów, kierowane są do agregatu linii cięcia poprzecznego oraz dwóch agregatów cięcia wzdłużnego. Linia cięcia poprzecznego pozwala na uzyskanie blach w postaci arkuszy, które następnie po zapakowaniu składowane są w pomieszczeniach magazynowych.

Agregaty cięcia wzdłużnego tną kręgi blach na krążki o mniejszej szerokości, które stanowią materiał wsadowy do produkcji kształtowników.



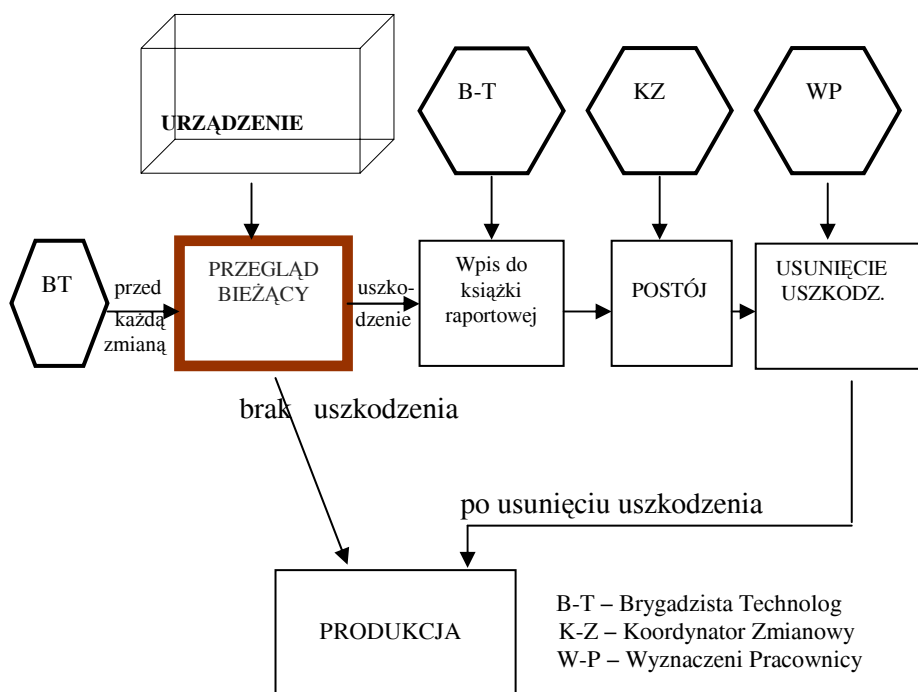
Rys. 1. Rozmieszczenie linii technologicznych w segmencie profili giętych

Koncepcję usprawnienia systemu obsługi przedstawiono na przykładzie nowej linii produkcyjnej pracującej w segmencie profili giętych, tj. agregacie cięcia poprzecznego. Agregat ten stanowi zespół urządzeń o szeregowej strukturze niezawodnościowej, w skład której wchodzi: zespoły nożyc, pro-

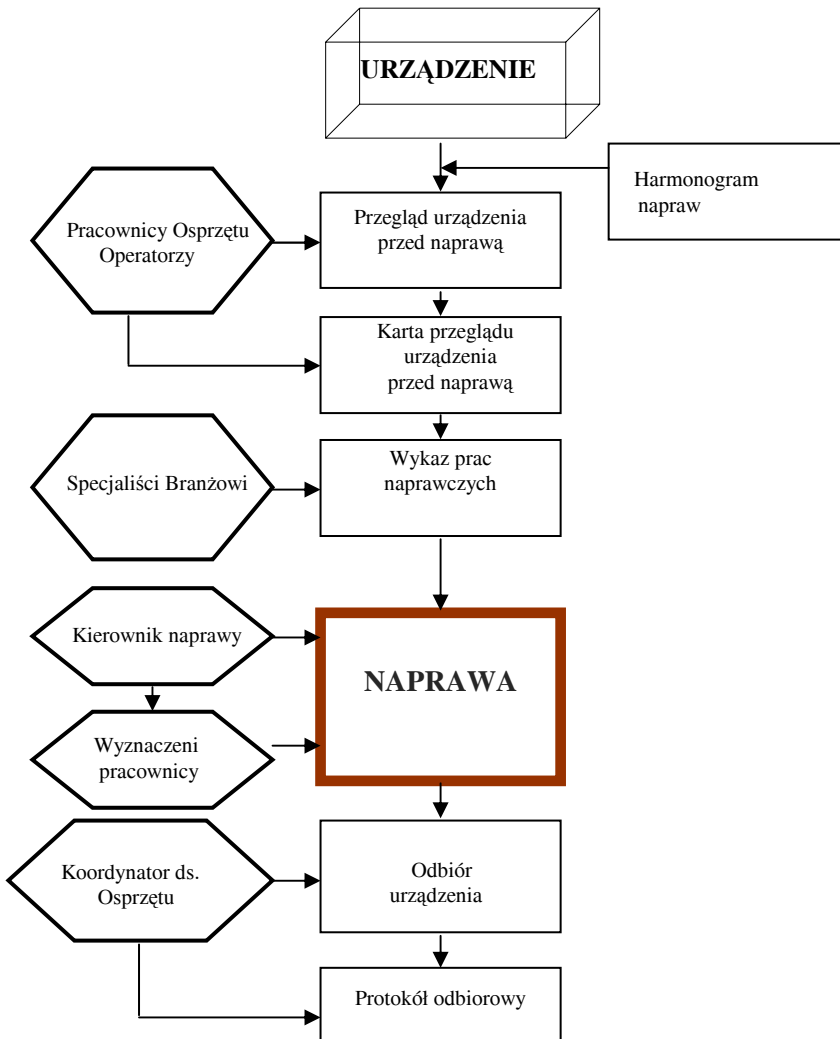
stownice, taśmociągi, zasobniki kęgów, wózki i układacze. Utrzymanie agregatu na odpowiednim poziomie niezawodnościowym, gwarantującym wysoką jakość wyrobu, wymaga przeprowadzania przeglądów bieżących i okresowych, konserwacji i napraw, zgodnie z opracowanymi procedurami i instrukcjami.

Celem systemu obsługi jest zapewnienie stanu zdadności urządzeń produkcyjnych na poziomie umożliwiającym produkcję wyrobów o określonej jakości, przy zachowaniu wymagań środowiskowych [4]. Jest to wymóg wpływający z posiadanego przez zakład certyfikatu Systemu Zapewnienia Jakości ISO 9001 oraz Systemu Zarządzania Środowiskiem ISO 14001[6, 7]. Przykłady realizacji wybranych działań obsługowych (przeglądu bieżącego oraz naprawy) przedstawiono na schematach (rys. 1 i 2).

Zakres naprawy określają procedury remontowe. Po ich realizacji przeprowadzany jest rozruch urządzenia, które następnie przekazywane jest do eksploatacji.



Rys. 1. Schemat realizacji przeglądu bieżącego agregatu cięcia poprzecznego



Rys. 2. Schemat realizacji naprawy agregatu cięcia poprzecznego

2. Analiza uszkodzeń agregatu cięcia poprzecznego

Dokonując dokładnej analizy procesu technologicznego, realizowanego na agregacie cięcia poprzecznego, można zidentyfikować uszkodzenia wynikające bezpośrednio z procesu produkcyjnego (tab.1). Informacje zawarte w tabeli 1 pozwalają na opracowanie procedur obsługowych prowadzących w konsekwencji do eliminacji niektórych uszkodzeń.

Tabela 1. Analiza uszkodzeń wynikających z technologii procesu

Możliwe uszkodzenia	Przyczyny	Skutki	Wpływ skutków na proces produkcji
Uszkodzenie łożyskowania krzyżaka	Zbyt duża masa kręgów blach	Brak możliwości obrotu krzyżaka	Brak możliwości magazynowania kręgów, spowolnienie produkcji
Uszkodzenie rolek gnących w prostownicach	Wady materiałowe wsadu	Naklejenie warstw wsadu na powierzchnie rolek, ewentualne ukruszenie rolek	Widoczne wady powierzchni na gotowych arkuszach blach, postój agregatu
Uszkodzenie łożysk ślizgowych rolek w prostownicach	Używanie prostownic 1 i 2 niezgodnie z przeznaczeniem	Zatarcie rolek w gniazdach	Brak możliwości używania uszkodzonej prostownicy
Uszkodzenie nożycy początków	Niewłaściwa szczelina między nożami	Uszkodzenie noży na nożycy początków	Wyłączenie nożycy początków z procesu technologicznego, ewentualnie postój agregatu
Uszkodzenie nożycy krążkowej lub łamaczy obcinków	Zbyt duża szerokość obcinka	Zaklinowanie obcinka w łamaczu, uszkodzenie noży łamacza	Brak możliwości produkcji blach z obcinanymi krawędziami bocznymi
Uszkodzenie nożycy latającej	Produkcja krótkich arkuszy grubej blachy z dużymi prędkościami	Uszkodzenie sprzęgła nożycy latającej	Postój agregatu
Uszkodzenia taśmociągów	Niewłaściwa płaskość arkuszy, uszkodzenia krawędzi arkuszy	Zdzieranie materiału taśmociągu, przecięcie taśmociągu	W szczególnym przypadku rozcięcia dużego fragmentu taśmociągu – postój agregatu
Uszkodzenia układaczy	Niewłaściwa płaskość arkuszy blach, niespozycjonowanie układacza w stosunku do aktualnych wartości produkowanych arkuszy	Zakleszczenie arkuszy blach w ramionach transportera arkuszy, uszkodzenie dopychaczy arkuszy	Gdy uszkodzone ramiona drugiego układacza – możliwość produkcji z wykorzystaniem pierwszego układacza, gdy uszkodzone ramiona układacza pierwszego – postój agregatu.

Oprócz uszkodzeń wynikających bezpośrednio ze specyfiki procesu technologicznego, urządzenia wchodzące w skład linii produkcyjnych uszkadzają się również w wyniku procesów zużyciowo-starzeniowych.

Kompleksowa analiza uszkodzeń umożliwia przewidywanie i podejmowanie działań prewencyjnych w celu eliminacji postojów związanych z uszkodzeniami.

W tabeli 2 zebrano powtarzające się uszkodzenia wywołane procesami zużyciowo-starzeniowymi, dla których zostały ustalone przyczyny, skutki i ich konsekwencje.

Tabela 2. Analiza najczęstszych uszkodzeń agregatu cięcia poprzecznego

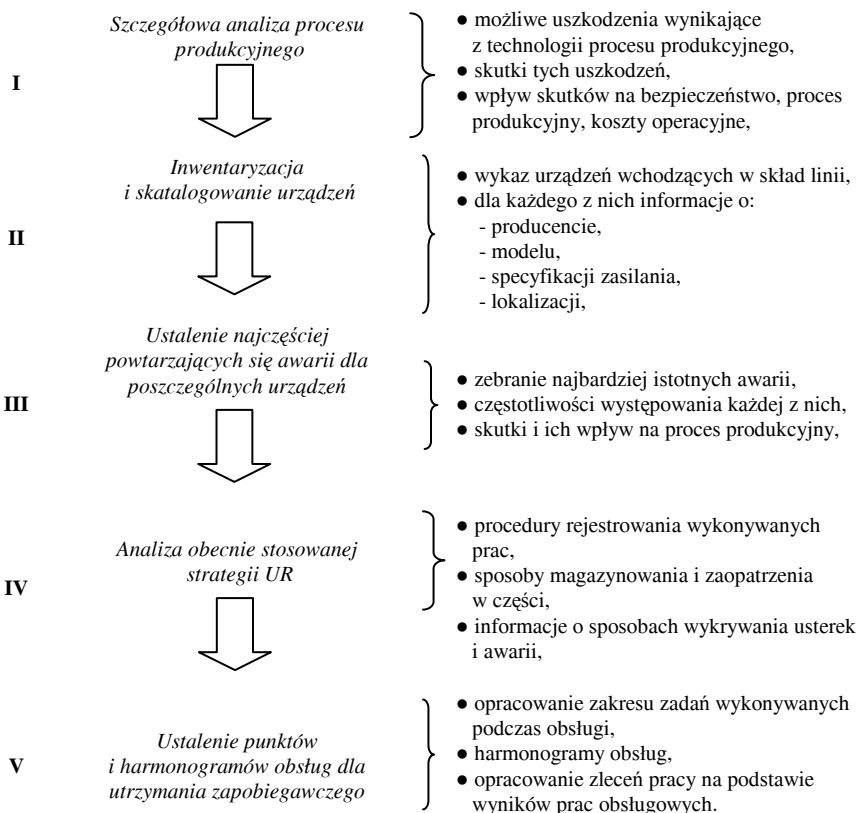
Miejsce uszkodzenia	Przyczyny	Skutki	Konsekwencje
Krzyżak kręgów	Zużycie łożyska, zużycie przekładni	Brak możliwości obrotu krzyżaka	Brak możliwości magazynowania kręgów, spowolnienie produkcji
Wózek kręgów	Zużycie sprzęgła napędu wózka kręgów	Brak możliwości transportu kręgów z krzyżaka na rozwijarkę	Postój agregatu
Rozwijarka podwójna	Zużycie listew ślizgowych rozwijarki	Brak możliwości płynnego osiowania rozwijarki	Postój agregatu
Rozwijarka podwójna	Zużycie uszczelnień trzpieni rozwijarki	Wyciek oleju z mechanizmu rozprężania trzpieni	Postój agregatu wywołany koniecznością usunięcia wycieku
Rolki dociskowe	Zerwanie łańcucha napędowego rolek	Brak napędu rolek dociskowych	Brak możliwości zaprawienia kręga na rozwijarce – postój agregatu
Prostownice	Zerwanie łącznika wału napędowego rolki	Brak napędu rolki prostującej	Wyłączenie prostownicy z pracy – postój agregatu
Prostownice	Zużycie powierzchni roboczej rolki prostującej	Widoczne wady powierzchni na gotowych arkuszach blach	Wyłączenie prostownicy z pracy – postój agregatu
Urządzenie do czyszczenia blachy	Zużycie węzłów łożyskowych	Wyłączenie szczotek z pracy	Produkcja bez użycia urządzenia czyszczącego
Nożyca latająca	Zużycie węzłów łożyskowych napędu nożycy	Brak napędu nożycy	Postój agregatu
Nożyca latająca	Uszkodzenie mechanizmu cięcia nożycy	Brak napędu mechanizmu cięcia	Postój agregatu
Nożyca latająca	Zużycie pasków klinowych napędu mechanizmu cięcia nożycy	Brak napędu mechanizmu cięcia	Postój agregatu
Układacze	Zużycie sprzęgła mechanizmu otwierania łap	Brak możliwości otwierania łap	Uszkodzony mechanizm drugiego układacza – możliwość produkcji z wykorzystaniem pierwszego układacza. Uszkodzony mechanizm układacza pierwszego – postój agregatu
Układacze	Zerwane paski klinowe napędu otwierania łap	Brak możliwości otwierania łap	

Opracowanie rejestru uszkodzeń oraz zastosowanie systemu komputerowego klasy CMMS pozwoli na znaczne usprawnienie systemu obsługiwanego analizowanej linii technologicznej.

3. Koncepcja modernizacji systemu obsługiwanego agregatu cięcia poprzecznego

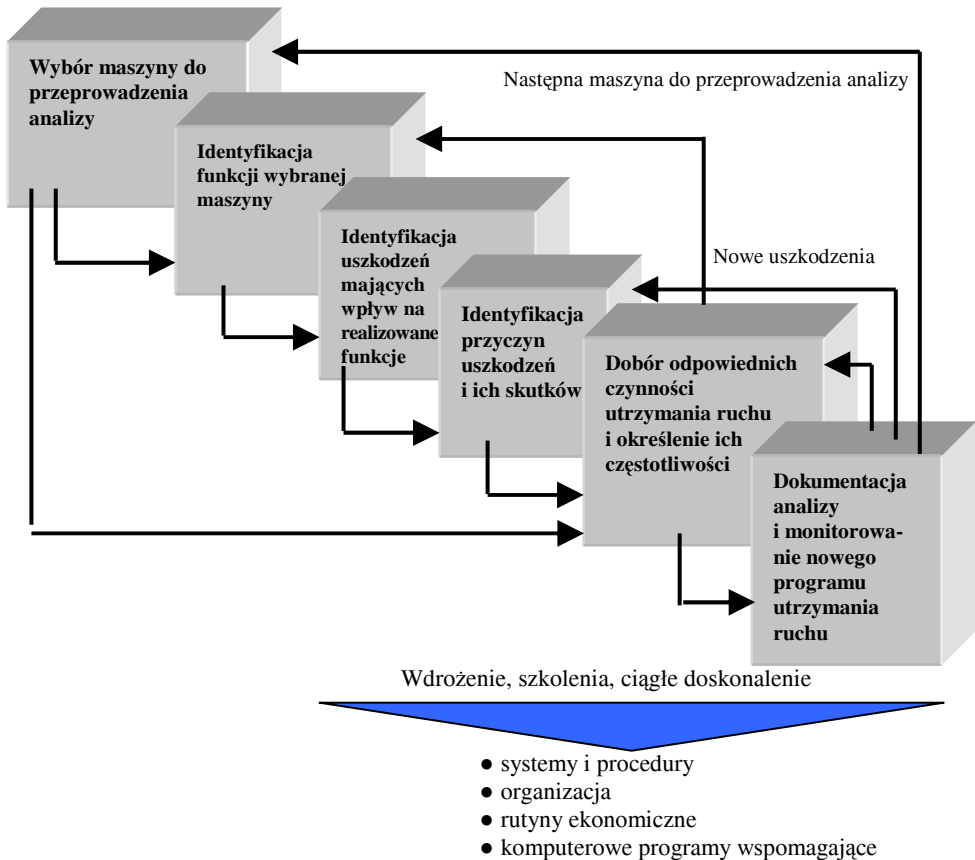
Procedurę modernizacji systemu obsługiwanego analizowanego agregatu przedstawiono na rys. 3.

Analiza procesu produkcyjnego w aspekcie przyczyn i skutków występujących uszkodzeń umożliwia opracowanie harmonogramów oraz zakresu zadań obsługowych dla: przeglądu bieżącego i okresowego, konserwacji oraz napraw. Harmonogramy te stanowią podstawę modernizacji systemu obsługiwanego agregatu.



Rys. 3. Procedura usprawniania systemu obsługiwanego agregatu cięcia poprzecznego

Aby sprawnie zorganizować proces obsługi, konieczne jest z jednej strony dostosowanie go do rzeczywistych potrzeb i możliwości przedsiębiorstwa, a z drugiej opracowanie przejrzystych procedur [2]. W celu zmodernizowania systemu obsługi całego parku maszynowego funkcjonującego w prezentowanym zakładzie, niezbędne jest przeprowadzenie analizy dla każdej z linii produkcyjnych zgodnie ze schematem (rys. 4).



Rys. 4. Etapy modernizacji systemu obsługi agregatu cięcia poprzecznego

4. Niezawodność jako ilościowa miara jakości wyrobu

W dokonywanej analizie podstawową miarą oceny jakości wyrobu jest niezawodność procesu produkcyjnego, oceniana z punktu widzenia niezawodności obiektów realizujących ten proces.

Zakładając, że niezawodność agregatu cięcia poprzecznego, jako obiektu złożonego o szeregową strukturę niezawodnościową, jest charakteryzowana prawdopodobieństwem stanu zdatności wszystkich zespołów i elementów oraz kosztem eksploatacji C , można przyjąć zgodnie z [8], iż uśredniony wskaźnik niezawodności P dany jest zależnością:

$$P = \frac{1}{T_0} \left[\sum_{i=1}^n \int_{(i-1)\Theta}^{i\Theta - T_k} R(t) dt + \int_{n\Theta}^{T_0} R(t) dt \right] \quad (1)$$

gdzie: T_0 – czas eksploatacji obiektu,
 Θ – czas między kontrolami,
 T_k – czas trwania pojedynczej kontroli obiektu,
 n – liczba okresowych kontroli,
 $R(t)$ – wskaźnik niezawodności.

Koszt eksploatacji C może być szacowany zgodnie z [8], według wzoru:

$$C = n \left(C_k + \sum_{j=1}^N S_j m_j \right) + C_s \quad (2)$$

gdzie: C_k – nakłady na kontrolę zdatności wszystkich elementów obiektu w czasie pojedynczej kontroli,
 S_j – nakłady na odnowę j -tego elementu,
 m_j – średnia liczba uszkodzeń j -tego elementu w jednym międzykontrolnym okresie,
 C_s – nakłady za cały okres eksploatacji, niezależny od kontroli obiektu i .

Relacja parametryczna pomiędzy kosztami eksploatacji i niezawodnością umożliwia oszacowanie niezawodności w funkcji kosztów przy założeniu wykładniczego rozkładu czasu między uszkodzeniami. Prezentowany model daje możliwość oceny czasów kontroli i obsługi profilaktycznej wg następującego wzoru [8]:

$$T_k = PT_{ks} + (1-P)T_n \quad (3)$$

gdzie: T_{ks} – czas kontroli stanu zdatnego obiektu,
 T_n – czas naprawy uszkodzenia.

Kontrola stanu zdatnego obiektu, w przyjętym modelu, polega na podobnym sprawdzaniu zdatności poszczególnych zespołów. Oznacza to, że kontrola stanu realizowana jest przez system działania o strukturze $S(k, m, N / k=N, m=1)$.

$$T_{ks} = \sum_{i=1}^N \tau_i \quad (4)$$

gdzie: τ_i – zmienna losowa czasu trwania kontroli i -tego zespołu obiektu.

Znajomość tych wielkości daje możliwość prognozowania produkcji i zysków.

W celu wyznaczania czasu naprawy można skorzystać zatem z następującej zależności [8]:

$$T_n = \sum_{i=1}^N Q_i T_{ni} + \sum_{i>j}^N Q_{ij} (T_{ni} + T_{nj}) + \dots \quad (5)$$

gdzie: Q_i – prawdopodobieństwo, że i -ty zespół jest niezdatny,

T_{ni} – czas naprawy i -tego elementu,

Q_{ij} – prawdopodobieństwo, że j -ty element i -tego zespołu jest niezdatny.

Zaproponowany sposób oceny niezawodności wymaga wdrożenia systemu klasy CMMS. Umożliwi on istotne usprawnienie procesów usługowych wraz ze sferą gospodarki częściami zamiennymi, materiałami eksploatacyjnymi, stanami magazynowymi oraz automatycznym generowaniem zleceń zakupowych.

Podsumowanie

Funkcjonujące obecnie procedury i instrukcje dotyczące systemu obsługi powinny być dopracowane poprzez uszczegółowienie zakresu czynności dla poszczególnych działań usługowych.

W celu zmodernizowania systemu obsługiwanego całego segmentu profili giętych należy dopracować systemy eksploatacyjno-usługowe wszystkich linii produkcyjnych.

Wszystkie czynności modernizacyjne są czynnościami uwzględniającymi przygotowanie całego systemu do współpracy z systemem komputerowym klasy CMMS, stanowiącym wsparcie dla funkcjonowania procedur systemu obsługi zgodnych z normami serii ISO 9001.

Bibliografia

1. Legutko S.: Eksploatacja maszyn. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007.
2. Gorecki W.: Wytwarzanie i przetwórstwo blach. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.
3. Mikler J.: Efektywne zarządzanie procesem utrzymania ruchu. Nr 12/2008. Inżynieria i Utrzymanie Ruchu Zakładów Przemysłowych. Trade Media International sp. z o.o.
4. Niziński S.: Eksploatacja obiektów technicznych. ITeE. Radom 2000.
5. Heinrich M., Jasica G.: Koncepcja wyznaczania wskaźnika jakości eksploatacyjnej wybranych obiektów. ZEM, Z3(143), 2005.
6. PN-EN 10051:1999/Ap1:2003. Stal – blacha gruba, blacha cienka i taśma, walcowane na gorąco w sposób ciągły, niepowlekane, ze stali niestopowej i stopowej. Tolerancje wymiarów i kształtu.
7. PN-EN ISO 9001:2009. Systemy zarządzania jakością. Wymagania.
8. Żurek J.: Analiza systemu eksploatacji z punktu widzenia kosztów i niezawodności. ZEM, Z4(140),2004.

Recenzenci:

Stanisław NIZIŃSKI
Bogdan ŻÓŁTOWSKI

Modernization conception of technological line maintainance system in metallurgy processes

Key words

Technological line, maintainance system, modernization, quality, reliability.

Summary

The paper presents the modernization conception of technological line maintainance system in metallurgy processes. The analysis of machine damages taking place in production processes shows the defects in maintainance system. Compiling the data about all exploitation events (failures), their causes, frequency and time of their appearance let to modernize the extension and graphic schedule of each maintainance operation. Object reliability is the main criterion of quality.