PREDYKCYJNY MODEL UTRZYMANIA RUCHU

w zakładach produkcyjnych

W obecnych czasach wyzwaniem dla przedsiębiorstw produkcyjnych jest uzyskanie wysokiej dostępności technicznej, która będzie pozwalała produkować tak wiele produktów, ile rynek będzie w stanie skonsumować. W związku z tym wiele przedsiębiorstw podejmuje działania związane z utrzymaniem wysokiej dostępności technicznej. W przedsiębiorstwach tych do tego typu zadań powoływane są służby techniczne, które poprzez swoje działania mają zapewnić osiągnięcie takiej dostępności.

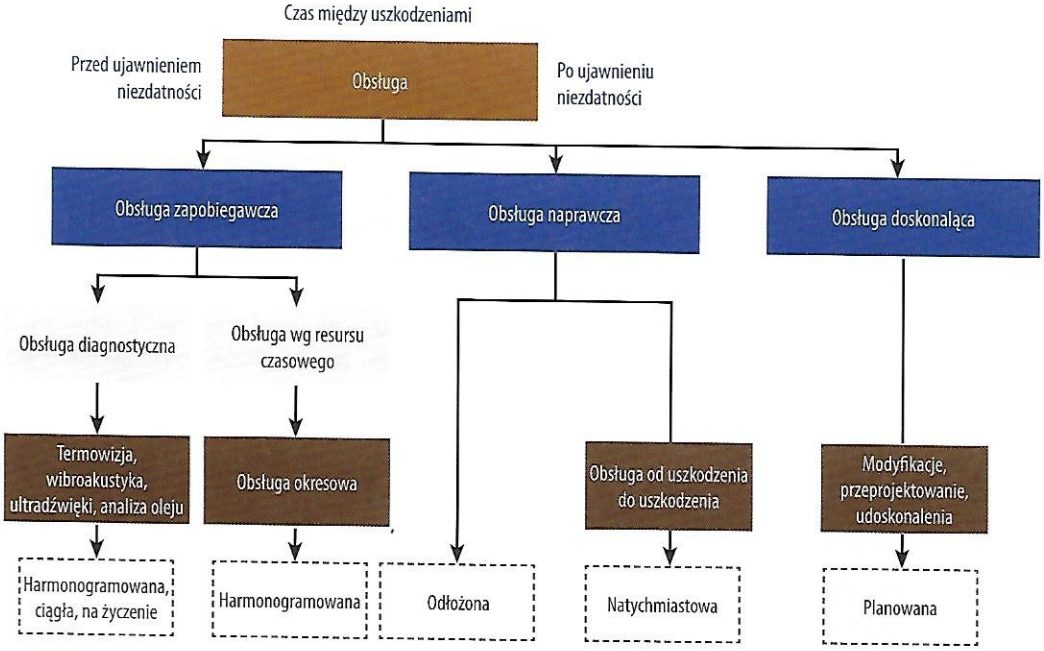
Wojciech Mączyński
WoMa Solution

Z przeprowadzonych w polskich przedsiębiorstwach badań wynika, że w dużej mierze służby utrzymania ruchu większość czasu poświęcają na działania reakcyjne – gaszenie pożarów poprzez usuwanie awarii (68%), a w 32% czas ten poświęcany jest na prace planowane. Warto w tym miejscu przytoczyć informacje na temat zadań, jakie są podejmowane przez pracowników służb utrzymania ruchu. Wynikają one z modelu utrzymania ruchu opisanego normą *PN-EN 13306:2010 Obsługiwanie – Terminologia dotycząca obsługiwania* i przedstawione są na rys. 1.

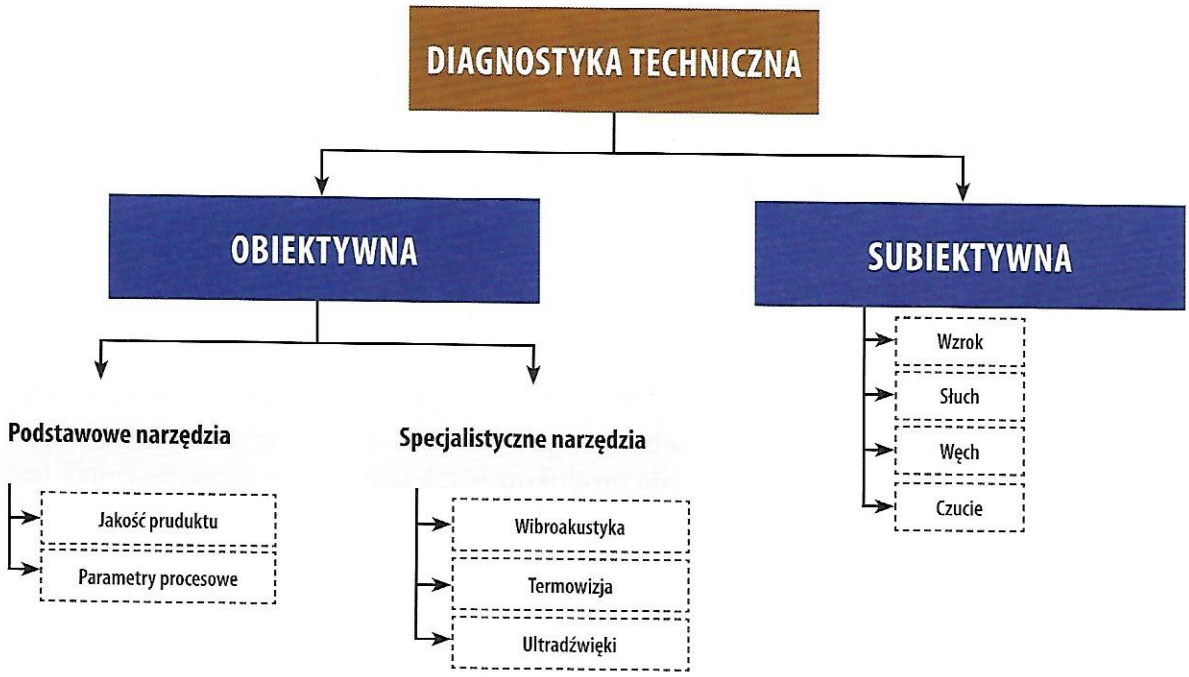
Obsługa diagnostyczna

Jak widać, „obsługiwanie" składa się z trzech elementów:

1. Obsługi zapobiegawczej – popularnie zwanej przeglądami prewencyjnymi, w tejże obsłudze możemy wyodrębnić zadania, które wchodzą ▶



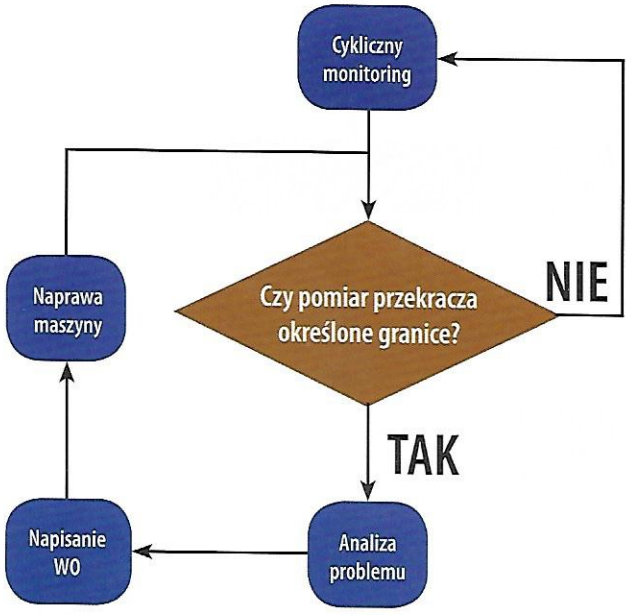
Rys. 1. Model utrzymania ruchu opisanego normą *PN-EN 13306:2010 Obsługiwanie – Terminologia dotycząca obsługiwania*



Rys. 2. Struktura diagnostyki technicznej utrzymania ruchu

- w skład obsługi diagnostycznej oraz obsługi wg resursu czasowego,

2. Obsługi naprawczej – to model, w który wchodzą zadania tzw. reaktywne, czyli wszelkiej maści awarie oraz zadania planowane, czyli naprawy planowane wskutek prowadzonych zadań wchodzących w grupę obsługi zapobiegawczej,
3. Obsługi doskonalącej – to zadania mające na celu doskonalenie maszyny/urządzenia, zarówno pod względem konstrukcyjnym, jak i funkcyjnym.



Rys. 3. Cykl obsługi diagnostycznej

Zadania podejmowane w ramach wymienionych modeli obsługi technicznej mogą w sposób bezpośredni wpłynąć na zmniejszenie lub zwiększenie dostępności technicznej maszyn i urządzeń. Jest to możliwe poprzez poświęcenie czasu na wykonanie poszczególnych zadań w ramach obsługi technicznej.

W większości przedsiębiorstw menedżerowie mają dylemat związany z funkcjonowaniem swoich działów technicznych. Z jednej strony borykają się z dużą liczbą interwencji reaktywnych, czyli od awarii do awarii, z drugiej natomiast nie mogą się temu przeciwstawić, gdyż działy produkcyjne nie pozwalają na wykonywanie przeglądów profilaktycznych ze względu na niską dostępność powodowaną przez awarie. Z takiego obrazka wynika bardzo dużo spięć na styku produkcja – utrzymanie ruchu. Chcąc z tego impasu wyjść obronną ręką, należy w dużej mierze skoncentrować się na predykcyjnym modelu utrzymania ruchu. Czym zatem jest ów model? Jak pokazano na rys. 1, tego modelu tam nie ma. Norma PN-EN 13306:2010 go nie wyróżnia, ponieważ predykcyjny model jest rozszerzeniem obsługi diagnostycznej (*Conditioning Based Maintenance*). Koncepcja obsługi diagnostycznej polega na tym, aby badać zdefiniowane parametry maszyny opisujące jej stan techniczny. Ważne jest to, że obsługa diagnostyczna wykonywana jest podczas pracy maszyny. W ten sposób zbierane dane są następnie poddawane analizie i na tej podstawie prognozowany jest

czas bezawaryjnej pracy lub moment, w którym technicy służb utrzymania ruchu mogą wejść na maszynę z odpowiednim wyprzedzeniem i naprawić/wymienić wadliwy element, który został zdiagnozowany.

Diagnostyka techniczna

Diagnostyka techniczna może być obiektywna lub subiektywna. Na rys. 2 przedstawiono strukturę diagnostyki technicznej.

Analizując strukturę obsługi diagnostycznej, można wywnioskować, że model predykcyjnego utrzymania ruchu można w bardzo łatwy i szybki sposób wdrożyć w przedsiębiorstwie. Z prowadzonych obserwacji wśród polskich przedsiębiorstw wynika, że praktycznie we wszystkich tych przedsiębiorstwach występuje jeden z wyżej przedstawionych rodzajów diagnostyki technicznej. To, co ma miejsce w przedsiębiorstwach, to diagnostyka techniczna subiektywna. Ona jest tak naprawdę elementem, który na co dzień jest wykorzystywany przez pracowników produkcji. Zanim dojdzie do awarii maszyny/urządzenia, obsługa maszyny z pewnym wyprzedzeniem zauważa niepokojące sygnały za pomocą swoich zmysłów – głośniejsza praca maszyny, zwiększone drgania, wydzielające się ciepło, wydzielający się nieprzyjemny zapach podczas pracy maszyny itd. Te wszystkie sygnały są niestety w ponad 95% ignorowane przez samych pracowników lub przez przełożonych w momencie ich zgłoszenia przez operatorów. Gdyby te sygnały nie były ignorowane, wówczas można by było wielu awariom zapobiec. Tak więc warto ten rodzaj diagnostyki technicznej wdrożyć w przedsiębiorstwach poprzez:

a) szkolenia operatorów – podnoszenie ich kompetencji na temat pracy maszyn,
b) zachęcenie operatorów do zgłaszania wszelkich anomalii zauważonych podczas pracy maszyn,
c) zaangażowanie operatorów w usuwanie przyczyn powstawania tychże anomalii.

Drugim rodzajem diagnostyki technicznej, jaki jest wdrożony w wielu firmach z wyżej przedstawionego modelu, są podstawowe narzędzia. Każda maszyna opisana jest poprzez zdefiniowane parametry procesowe, jakie musi ▷

reklama

	Dla TBM	Obliczenia	Wartość	Opis
1	Robocizna	0,2*100%*12*4*35	336	Przyjmując poziom awaryjności 1 na 5 lat 1/5 na rok=0,2 Ryzyko wystąpienia uszkodzenia wynosi 100% 12 roboczogodzin jest wykorzystane do wymiany łożysk przy 4 ludziach ze stawką 35/ godzinę
2	Zasoby	0,2*2000*100%	400	Uszkodzenie co 5 lat (0,2), 2000 za dwa łożyska i 100% ryzyka, że uszkodzenie wystąpi
3	Czas niezdatności	0,2*8000*14*100%	22400	0,2/rok, 100% ryzyko wystąpienia uszkodzenia Koszt postoju 8000/godzinę Maszyna jest zatrzymana 14 godzin (12 pracy i 2 startu)
4	Ryzyko zniszczeń	0,2*50%*80000	8000	0,2/rok, 100% ryzyko wystąpienia uszkodzenia 50% ryzyko dodatkowych zniszczeń – w tym przypadku wystąpiły, koszt wynosi 80000
	Całkowity koszt		31136	

Rys. 4. Roczny koszt utrzymania ruchu: model reaktywny

	Dla TBM	Obliczenia	Wartość	Opis
1	Robocizna	2*8*2*35+5%*12*4*35	1204	Przyjmując co 6 miesięcy remont i wymianę łożyska (ustalony okres). Postój trwa 8 h, 2 ludzi ze stawką 35zł/h. Ryzyko wystąpienia uszkodzenia jest na poziomie 5%, nieplanowany postój 12rbh, 4 ludzi ze stawką 35zł/h
2	Zasoby	02*200+5%*2000	2100	Koszt 2000 za dwa łożyska, dwa razy w roku i 5% ryzyka, że uszkodzenie wystąpi
3	Czas niezdatności	5%*8000*14	5600	5% ryzyko wystąpienia uszkodzenia. Koszt postoju 8000/h. Maszyna jest zatrzymana 14 h (12 pracy i 2 startu)
4	Ryzyko zniszczeń	5%*50%*80000	2000	5% ryzyko wystąpienia uszkodzenia. 50% ryzyko dodatkowych zniszczeń – w tym przypadku wystąpiły i koszt wynosi 80 000
	Całkowity koszt		10904	

Rys. 5. Roczny koszt utrzymania ruchu: model obsługi wg resursu czasowego utrzymania ruchu

	Dla CBM	Obliczenia	Wartość	Opis
1	Robocizna	0,2*8*2*35+1%*12*4*35	129	Przyjmując poziom uszkadzalności 1 na 5 lat 1/5 na rok = 0,2. Postój trwa 8 h, 2 ludzi ze stawką 35zł/h. Ryzyko wystąpienia uszkodzenia jest na poziomie 5%, nieplanowany postój 12rbh, 4 ludzi ze stawką 35zł/h.
2	Zasoby	0,2*200+1%*2000	420	Koszt 2000 za dwa łożyska, co 5 lat i 1% ryzyka, że uszkodzenie wystąpi.
3	Czas niezdatności	1%*8000*14	1120	1% ryzyko wystąpienia uszkodzenia. Koszt postoju 8000/h. Maszyna jest zatrzymana 14 h (12 pracy i 2 startu)
4	Ryzyko zniszczeń	1%*50%*80000	400	1% ryzyko wystąpienia uszkodzenia. 50% ryzyko dodatkowych zniszczeń – w tym przypadku wystąpiły i koszt wynosi 80 000
	Całkowity koszt		2069	

Rys. 6. Roczny koszt trzymania ruchu: model obsługi diagnostycznej

	RTF	TBM	CBM
Liczba awarii w ciągu roku lub przeglądów w przypadku TBM	0,2	2	0,2
Ryzyko wystąpienia awarii, pomimo istniejącej procedury UR	100%	5%	1%
Czas naprawa	12	8	8
Liczba ludzi wykorzystanych podczas naprawa	4	2	2
Koszt roboczogodziny na osobę	35	35	35
Koszt materiałów na uszkodzenie	2000	2000	2000
Postój maszyny (jeśli planowana naprawa to wpisujemy 0)	14	0	0
Koszt godzinowego postoju maszyny	8000	8000	8000
Ryzyko wystąpienia innych uszkodzeń – uszkodzenia wielokrotne	50%	50%	50%
Koszt uszkodzeń wielokrotnych	80000	80000	80000
Bezpośrednie koszty UR/rok (praca+materiał)	736	3304	549
Koszt postoju/rok	22400	5600	1120
Koszt uszkodzeń wielokrotnych/rok	8000	2000	400
Całkowity koszt UR/rok	**31136**	**10904**	**2069**

Rys. 7. Podsumowanie wszystkich kosztów utrzymania ruchu

realizować, aby wyprodukować dobrej jakości produkty. W tym celu należy zaprojektować system monitorowania pracy maszyny tak, aby jakiekolwiek odchylenia poszczególnych parametrów procesowych były natychmiast zgłaszane do służb utrzymania ruchu. Każdy parametr procesowy można powiązać z odpowiednim systemem/zespołem/podzespołem lub częścią maszyny, które są odpowiedzialne za utrzymanie właściwych wartości obserwowanego parametru procesowego. To z kolei umożliwia na szybkie zdiagnozowanie problemu i znacznie wcześniej niż przy diagnostyce subiektywnej pozwala zareagować i usunąć rozwijający się problem. Ten mechanizm i ten rodzaj obsługi diagnostycznej jest podwaliną całej analizy niezawodnościowej opisanej przez normę *JA 1012:2002 A guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard*. Właśnie norma i analiza niezawodnościowa maszyny mają na celu identyfikację funkcji poszczególnych zespołów maszyny i opisanie ich poprzez odpowiednie wartości, tak aby można było zastosować obsługę diagnostyczną jako podstawowy model obsługi zapobiegawczej. Jakakolwiek by nie była zastosowana metoda diagnostyczna, ważne jest, aby odbywała się ona wg cyklu obsługi diagnostycznej (rys. 3).

Cykl obsługi diagnostycznej

Cykl obsługi diagnostycznej składa się z pięciu kroków:

1. Cyklicznego monitoringu – wszystkie maszyny/urządzenia, które są poddane cyklowi obsługi diagnostycznej, muszą mieć ustalony punkt odniesienia, czyli tzw. stan normalnej pracy; w sposób cykliczny dokonywany jest pomiar tegoż punktu odniesienia (tygodniowo, co dwa tygodnie, miesięcznie itd.); ważne jest, aby zachować stałą częstotliwość pomiarów, gdyż ona może mieć znaczący wpływ na proces weryfikacji pomiaru,
2. Weryfikacji wartości pomiaru – po dokonanym pomiarze następuje weryfikacja wartości otrzymanego pomiaru; jeśli pomiar wskazuje przekroczenie określonej granicy, wówczas obiekt musi być poddany analizie, jeżeli nie, to w dalszym ciągu dokonywane są cykliczne pomiary i wprowadza się je do bazy danych,
3. Analizy problemu – analiza może przybrać wiele form w zależności od metody dokonania pomiaru (np. w przypadku pomiaru drgań wykonuje się analizę widma drgań, tym samym

stawiając dokładną diagnozę, co jest przyczyną zwiększenia drgań: brak wybalansowania, brak osiowości itd.),

4. Napisania zlecenia pracy – po zidentyfikowaniu źródła problemu następuje stworzenie zlecenia pracy dla techników służb utrzymania ruchu, aby ci mogli w odpowiednim momencie zareagować i podjąć działania naprawcze mające na celu eliminację problemu u samego źródła,
5. Naprawy maszyny – po dokonaniu naprawy maszyny ponownie wprowadza się ją w cykl obsługi diagnostycznej.

Przedstawiony cykl pozwoli na wdrożenie skutecznego predykcyjnego modelu utrzymania ruchu, który będzie miał na celu wykrycie, analizę oraz naprawę wszelkich problemów przed ich pojawieniem się w postaci awarii.

Warto podkreślić, że model predykcyjnego utrzymania ruchu jest modelem najtańszym ze wszystkich stosowanych modeli. Rys. 5, 6 i 7 przedstawiają przykładowe koszty poszczególnych modeli utrzymania ruchu. Należy zaznaczyć, że są to oszacowane kalkulacje i oczywiście mogą one być różne w zależności od branży, jak i rodzaju parku maszynowego.

Poniższe obliczenia zostały przeprowadzone dla trzech modeli utrzymania ruchu: reaktywnego (*Run to Failure*), obsługi wg resursu czasowego (*Time Based Maintenance*) oraz obsługi diagnostycznej (*Conditioning Based Maintenance*).

Do obliczeń w każdej kategorii uwzględnione zostały następujące parametry:

1. Robocizna – ludzie/rok,
2. Zasoby – materiały/rok,
3. Czas niezdatności – czas/rok,
4. Ryzyko zniszczeń – zniszczenia/rok.

Jak widać, przedsiębiorstwa produkcyjne powinny przestawić się na model predykcyjnego utrzymania ruchu, gdyż jest on najzwyczajniej najtańszym modelem, jaki istnieje w służbach utrzymania ruchu. ❑

Piśmiennictwo

1. *PN-EN 13306:2010 Obsługiwanie – Terminologia dotycząca obsługiwania.*
2. *JA 1012:2002 A guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard.*
3. Idhammar C.: *Preventive Maintenance/ Essential Care and Condition Monitoring.* IDCON Inc., 1999.
4. Campbell J.D., Reyes-Picknell J.V.: *Uptime – Strategies for Excellence in Maintenance Management.* Apple Academic Press Inc., 2015.
5. Moubray J.: *Reliability-centered Maintenance.* Industrial Press Inc., 1997.

reklama

IX MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA

ŚRODKI SMAROWE 2018

ZAKOPANE, 16-18 MAJA 2018 R.

ZAPRASZAMY

- producentów środków smarowych, olejów bazowych, dodatków do olejów, smarów i cieczy technologicznych
- dystrybutorów komponentów do środków smarowych
- pracowników działów B+R
- kadrę zarządzającą gospodarką smarową
- przedstawicieli uczelni i instytutów badawczych
- producentów i dostawców sprzętu laboratoryjnego
- użytkowników środków smarowych

WWW.SRODKISMAROWE.INIG.PL

TEMATYKA KONFERENCJI

- najnowsze narzędzia badawcze stosowane w oznaczaniu parametrów fizykochemicznych i właściwości użytkowych środków smarowych
- problemy użytkowników środków smarowych
- nowoczesne środki smarowe do specjalistycznych zastosowań
- rynek środków smarowych wczoraj, dziś i jutro

CENA: 1700 ZŁ NETTO

ORGANIZATORZY

INSTYTUT NAFTY I GAZU – Państwowy Instytut Badawczy

CEC POLSKA Stowarzyszenie Współpracy Przemysłu Naftowego i Samochodowego

PATRONI MEDIALNI

Nafta-Gaz

przemysł chemiczny

UR UTRZYMANIE RUCHU

REJESTRACJA UCZESTNIKÓW

Magdalena Skórska-Sawina
Tel. 12 61 77 495
e-mail: srodkismarowe@inig.pl