

Jacek FILIPOWICZ¹

PROBLEMY EKSPLOATACJI OBIEKTÓW TECHNICZNYCH

W referacie przedstawiono problemy działania nowoczesnych systemu eksploatacji w powiązaniu nauką. Poruszono zagadnienia ekonomii, niezawodności eksploatacyjnej, badań diagnostycznych i ich organizacji, zbierania i przetwarzania danych oraz prawidłowego wnioskowania. Omówiono również zagadnienie potrzeby, konieczności i efektu prowadzenia badań eksploatacyjnych w aspekcie czynnika ludzkiego.

EXPLOITATION PROBLEMS WITH TRANSPORT MACHINES

The article presents problems operation of modern exploitation systems connect with science. The paper presents issue in economics, reliability, diagnostic analysis and organization aspect. The articles contains analysis of necessity and effects exploitation study in human factor context.

1. WSTĘP

Miedzy wiedzą teoretyczną a zastosowaniem praktycznym osiągnięć naukowych, badawczych i wynalazków istnieje i ciągle zwiększa się luka. Biegli w temacie uważają, że w zależności od uwarunkowań opóźnienia wdrożeń, o ile w ogóle do nich dochodzi, sięgają minimum kilku lat. Do wyjątków, wykorzystujących na świecie prace naukowe i dorobek wiedzy bardzo szybko są przemysł elektroniczny i lotnictwo.

Zagadnienia terotechnologii są jedną z dziedzin działalności techniczno-ekonomicznej wpływającej pozytywnie na rozwój techniczny i technologiczny. Rola zagadnień eksploatacji jest niedoceniana, czego przykładami są zdarzenia wypadków i katastrof, przy okazji których okazuje się w jakim stopniu problemy eksploatacyjne pozostały nie rozwiązane lub brak było prognoz przewidujących wydarzenia eksploatacyjne

2. EKONOMIA EKSPLOATACJI

W 1974 r. w Wielkiej Brytanii wykreowano terotechnologię definiowaną jako powiązanie zarządzania, finansowania, inżynierii i innych stosowanych w odniesieniu do obiektów technicznych działań praktycznych, ukierunkowanych na minimalizację kosztów eksploatacji. Działania praktyczne dotyczą założeń projektowych i projektu, mających zapewnić niezawodność i obsługiwalność zakładu, maszyn, wyposażenia, budynków, budowli, z ich zrealizowaniem, wdrożeniem, użytkowaniem, utrzymaniem,

¹ Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.
Tel: + 48 48 361-77-44, E-mail: j.filipowicz@pr.radom.pl

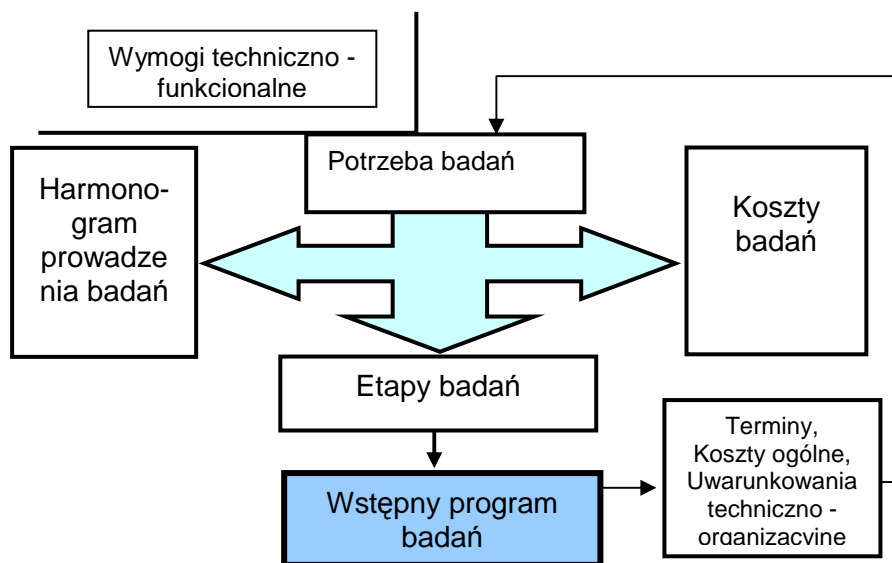
modyfikowaniem i wymianą, oraz ze sprzężeniem zwrotnym informującym o przedsięwzięciu, osiąгах i kosztach. Terotechnologia obejmuje również obiekty techniczne będące środkami pracy, jak i będące wyrobami przedsiębiorstwa [1].

Istotą terotechnologii jest:

- planowanie eksploatacji obiektów technicznych,
- analiza kosztów w całym okresie eksploatacji obiektu technicznego,
- zarządzanie angażujące jednostki organizacyjne przedsiębiorstwa w szerszym zakresie niż to było stosowane dotychczas, tj. jednostki odpowiedzialne za tę eksploatację i inne mogące mieć na nią wpływ.

Rozwój komputeryzacji sprawił, że po okresie pewnego zawodu terotechnologia, wymagającą nakładu prac analitycznych, podejście to ponownie zyskuje na znaczeniu i akceptację praktyki. Terotechnologie można uznać za inżynierię eksploatacji. Takie całościowe ujmowanie eksploatacji wcześniej zapoczątkowało i rozwija również środowisko naukowe w Polsce, co znalazło potwierdzenie w normie terminologicznej i dotychczasowym dorobku tego środowiska[1].

Zagadnienia terotechnologiczne mają ściśle powiązanie z ekonomią, gdyż koszty są najlepszą oceną funkcjonowania przedsięwzięcia. Do uzyskania potrzebnych wartości liczbowych, współczynników i wskaźników ekonomicznych charakteryzujących określone poczynania niezbędne są jednak, obok działań praktycznych, poważne opracowania naukowo-badawcze. Schemat wstępnego programu badań eksploatacyjnych z umiejscowieniem kosztów prezentuje rys. 1.



Rys. 1. Badania eksploatacyjne – wstępny program z umiejscowieniem kosztów

Najważniejszą zasadą terotechnologii jest poświęcenie należytej uwagi zagadnieniom eksploatacyjnym oraz etapowi konstruowania, tworzeniu technologii produkcji i realizacji projektu. Jeżeli w chwili powstawania koncepcji dąży się do założenia jakiegoś okresu użytkowania, niezawodności i stopnia dyspozycyjności, to staje się konieczne rozpatrzenie, w jaki sposób można połączyć zagadnienia terotechnologii z pojęciem kosztów eksploatacji. Aby to osiągnąć, należy zagadnienia eksploatacyjne włączyć do wymagań konstrukcyjnych i opracować wskaźniki i współczynniki trwałości oraz dyspozycyjności obiektów, umożliwiające proste porównania.

2. BEZPIECZEŃSTWO EKSPLOATACJI

Bezpieczeństwo w niektórych branżach, jak np. w lotnictwie, stawiane jest wśród parametrów użytkowych na pierwszym planie. Wzrost liczby środków transportu, rozrost infrastruktury i urządzeń produkcyjnych w ograniczonej przestrzeni, stały się przyczyną coraz mniejszej tolerancji społeczeństwa dla zagrożeń środowiska naturalnego, zatruc i ekologicznych konsekwencji koncentracji i efektywności produkcyjnej.

W odpowiedzi na powyższy fakt państwa ze swej strony zaczęły tworzyć nieustannie wzrastającą liczbę praw i przepisów mających zapobiegać zagrożeniom lub sprowadzić je do dopuszczalnego poziomu. Wywiera to istotny wpływ na wzrost odpowiedzialności osób związanych z eksploatacją. Dlatego też od pewnego czasu zaczęły dominować w problematyce eksploatacyjnej zagadnienia zapobiegania uszkodzeniom, zamiast stosowanej wcześniej przewagi efektywności.

Zadaniem bezpiecznej eksploatacji jest zapobieganie zdarzeniom przede wszystkim drogą napraw wg. stanu poprzedzonych monitoringiem i diagnozą a następnie poprzez prowadzenie działań odpowiednich służb dla ulepszenia stanu obiektów technicznych metodami analizy uszkodzeń i awarii. W tym celu nieodzowna jest stała kontrola obiektów, poparta zbieraniem i przetwarzaniem danych.

Proces eksploatacji miewa ograniczony wpływ na bezpieczeństwo, gdyż znaczny wpływ na nie wywierają inne czynniki do których można zaliczyć:

- wady konstrukcyjne,
- błędy i wady technologiczne,
- starzenie fizyczne.

W celu zminimalizowania skutków oddziaływania czynników niebezpieczeństwa w eksploatacji prowadzi się następujące działania naukowo-badawcze;

- wstępną analizę ryzyka,
- analizę uszkodzeń i ich skutków,
- analizę stanu krytycznego,
- analizę genealogiczną błędów,
- analizę przyczyn i skutków,
- studium ryzyka i operacyjnego działania.

We wszystkich rozważaniach powstanie uszkodzenia jest opisane jako skutek uszkodzeń pierwotnych elementów urządzenia, powiązanych w system działania. Geneza uszkodzenia jest określana za pomocą matematycznych teorii prawdopodobieństwa i statystyki. Metody te są pochodne od teorii niezawodności, która to zapewnia niezłe rezultaty w dziedzinie systemów i elementów elektronicznych, natomiast jej stosowanie w

dziedzinie mechaniki przysparza wiele problemów, ze względu na dużą liczbę nieprzewidywalnych destrukcyjnych czynników i zdarzeń eksploatacyjnych. Z tych powodów wartościowanie ilościowe niezawodności w przypadku systemów elektronicznych jest łatwiejsze niż w przypadku układów mechanicznych czy nawet mieszanych. W tych przypadkach musi być stosowane również konwencjonalne wartościowanie jakości obiektu z pomocą warunków technicznych, wymagań i zaleceń, niosących za sobą wiele danych do analiz niezawodnościowych i to zarówno z punktu widzenia eksploatacyjnego jak i konstrukcyjnego.

3. SPECYFIKA PRACY SŁUŻB EKSPLOATACYJNYCH

Zwykle w środowiskach pracowniczych problemy socjalne i osobiste człowieka, związane z zatrudnieniem i specyfiką pracy, sprowadzają się do motywacji zarobkowej. Wynagrodzenie stanowi określone narzędzie umożliwiające oddziaływanie motywacyjne. Okazuje się jednak, że metoda ta ma ograniczoną sferę oddziaływania i jej efektywność nie jest jednakowa i zależy od kultury środowiska. Japońskie badania tego zjawiska wykazały, że podstawowym czynnikiem motywacyjnym w Japonii jest przywiązanie pracownika do jego firmy, dającej mu pracę. Zachęta finansowa jest oczywiście ważna, lecz stanowi czynnik drugorzędny.

Personel służb eksploatacji składa się z osób mających w przeważającej części wykształcenie specjalistyczne, głównie techniczne. Powoduje to określone konsekwencje w postrzeganiu i pojmowaniu określonych zjawisk, a myślenie i analiza może mieć charakter mechaniczny. Dlatego też ogromne znaczenie w zarządzaniu eksploatacją odgrywa właściwa organizacja. Istnieje wiele przykładów, gdzie zastosowanie innowacji w działaniu przynosiło niezamierzone negatywne skutki wprowadzając zaburzenia w sprawnie dotychczas działającej komórce. Szybki rozwój technologii powoduje nieustające wprowadzanie elektronicznych skomputeryzowanych wysokosprawnych i nowatorskich systemów diagnostyki, naprawy i obsługi doprowadzając do zderzenia z nieprzygotowanym i nieuprzedzonym w porę personelem o wprowadzanych zmianach. Bardzo często winne jest nie przygotowanie systemu eksploatacji, który w swojej istocie jest przeznaczony i zrozumiały tylko dla tylko dla określonej grupy wtajemniczonych i ekspertów z określonej dziedziny.

W sprawach bezpieczeństwa czynnik ludzki jest decydujący. Istnieje wiele przykładów powstawania łańcuchów niefortunnych zdarzeń i przypadków oraz błędnych posunięć ludzkich kończących się katastrofalnie. Technicy wykazują tendencje do niedoceniań czynnika ludzkiego. Jest to bardzo niekorzystne, gdyż większość decyzji może być podejmowana intuicyjnie i na podstawie zdobytego doświadczenia.

4. NIEZAWODNOŚĆ EKSPLOATACYJNA

Jakość obiektów technicznych nabiera w skali międzynarodowej coraz większego znaczenia, co wynika z konieczności skuteczniejszego wykorzystywania istniejących zasobów energetycznych jak również z aspektu niezawodności, czyli nieodzownej składowej jakości.

Wysoka niezawodność może mieć wpływ na następujące problemy:

- wybór marki w zakupie warunkuje jego niezawodność i koszty eksploatacji w stopniu większym niż jego cena,
- z punktu widzenia producentów zbyt danej marki na rynku światowym można osiągnąć i umocnić wyłącznie poprzez wysoką jakość i niezawodność oraz ciągły wzrost tych czynników,
- zaostrzające się przepisy dotyczące ochrony środowiska, bezpieczeństwa oraz odpowiedzialności za produkty pociągające za sobą rosnące odszkodowania muszą iść w parze ze wzrostem jakości i niezawodności.

Przemysł maszynowy z uwagi na konieczność wzrostu niezawodności eksploatacyjnej zmuszony został do działań o następującym charakterze:

- konieczność porozumiewania się między poszczególnymi wytwórcami, co w efekcie prowadzi do ścisłej współpracy lub łączenie się firm,
- ujednoczenia podstaw zbierania i magazynowania informacji eksploatacyjnych i diagnostycznych przez różne firmy i ich wzajemnej wymiany.

Niezawodność stała się integralną składową wszystkich faz procesu tworzenia i eksploatacji. Przy czym coraz większe znaczenie przypisywane jest fazie przygotowania produkcji, w celu uniknięcia częstych błędów konstrukcyjnych oraz wad w technologii wytwarzania i materiałowych. Jak podają różne źródła decydujący wpływ na niezawodność eksploatacyjną w około 55-65 % mają wpływ fazy projektowania, konstruowania i produkcji. Na montaż i wykonanie przypada około 10 %, natomiast błędy eksploatacji, starzenie fizyczne i przyczyny losowe to pozostałe 25-35 %.

Z punktu widzenia, wspomnianej powyżej, hierarchizacja niezawodność różni się w zależności od rozpatrywanej jednostki. Hierarchia ta rozpatrywana jest na poziomie elementu, podzespołu, zespołu i całego urządzenia. Pomiedzy przykładowo przedstawionymi poziomami mogą istnieć jednak duże różnice pod względem charakterystyk technicznych i ekonomicznych, co nie pozostaje bez wpływu na zróżnicowanie niezawodności. Charakterystyki takie mogą obejmować między innymi: złożoność pełnionych funkcji w układzie, dojrzałość i zaawansowanie konstrukcji, jak również warunki zastosowania.

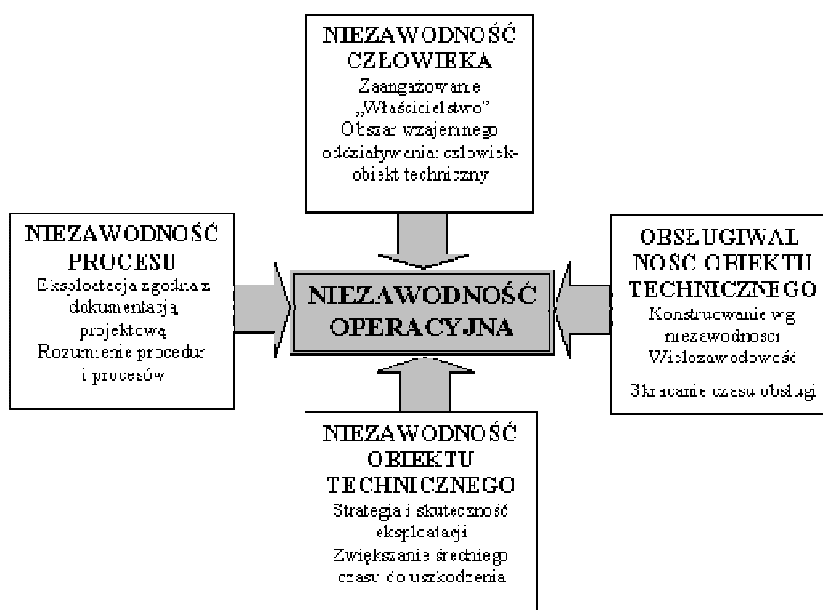
W procesach badań niezawodności rośnie udział badań fizykochemicznych przyczyn uszkodzeń. Efektem tych zabiegów jest zbiór informacji diagnostycznych służących do opisu i charakterystyki technicznej zużycia oraz jego systemowego zwalczania. Bardzo znaczące postępy osiągnięto głównie w badaniach procesów przebiegających w funkcji czasu, jak np. zużycie zmęczeniowe lub korozyjne.

Teoria niezawodności obiektów i ich elementów musi być silnie powiązana z kwantyfikacją niezawodnościową zachowania się poszczególnych poddanych analizie jednostek. W tym celu należy stosować:

- matematyczne modelowanie przebiegających procesów i o ile to możliwe miarodajne ich weryfikowanie empiryczne,
- wybór znaczących parametrów technicznych.

W celu precyzyjnego wyznaczenia parametrów technicznych i ich odpowiedniej liczby niezbędna jest systemowa metodyka zbierania i rejestracji występujących uszkodzeń, stosowanie zaawansowanej technicznie diagnostyki technicznej oraz doświadczalnego wyznaczania niezawodności.

Ostatnie doniesienia wskazują na w pewnym sensie nowe podejście, nazwane usprawnianiem ukierunkowanym na niezawodność operacyjną – ORI (J. Duran, 1999). Cechą podejścia ORI jest integrowanie oddziaływań takich podstawowych czynników mających wpływ na osiągi klasy światowej jak: niezawodność człowieka, niezawodność i obsługiwalność obiektu eksploatacji, niezawodność procesu (rys. 2) [2].



Rys.2. Ilustracja podejścia ukierunkowanego na niezawodność operacyjną – ORI

4. PRAKTYKA I WIEDZA EKSPLOATACYJNA

Faktem jest, że istnieje luka między posiadaną i wykorzystywaną wiedzą naukową a w eksploatacji technicznej tylko nieliczne osiągnięcia znajdują praktyczne zastosowanie. Dzisiejsza nauka posiada nadmiar wiadomości i danych. Zbieranie tych informacji, segregacja i opracowanie staje się coraz trudniejsze a w wielu przypadkach niemożliwe. Pożądane informacje mieszają się z bezwartościowymi, dlatego musi istnieć sprawny system świadomej segregacji i ich pozyskiwania wykorzystywany przez eksploatatorów w celu rozwoju metod przenoszenia wiedzy teoretycznej do praktyki.

Z punktu widzenia kierowania eksploatacją najważniejsze są koncepcje niezawodności podatności obsługowej i dyspozycyjności z równoczesnym wychwytywaniem błędów technicznych różnych stosowanych systemów i zapobieganie im przez prowadzenie odpowiedniej polityki eksploatacji. Innym czynnikiem o istotnym znaczeniu są koncepcje planowania, kontroli i wprowadzania unowocześnień. Koncepcje te powinny już mieć odpowiednie podstawy naukowe.

Kierujący eksploatacją muszą być fachowcami w swojej dziedzinie, elastyczni i otwarci na nowatorstwo i postęp technologiczny, znający specyfikę dziedzin pokrewnych oraz zdający sobie sprawę z postępu i stanu wiedzy, która potrafią wykorzystać dla osiągnięcia wyznaczonego celu. Adaptacja nowoczesnych osiągnięć i istniejących rozwiązań na rynku eksploatacyjnym, dla własnych potrzeb, nie powinno im sprawiać kłopotu.

5. WNIOSKI

Kluczem do rozwiązania i zmniejszenia luki między posiadaną i wykorzystywaną wiedzą jest wprowadzanie nowoczesnych rozwiązań oraz poszukiwanie dróg uzyskiwania prawdziwych i wyselekcjonowanych informacji technicznych oraz organizacyjnych. Działania eksploatacyjne skierowane muszą być na udany efekt techniczny oraz na jak największą opłacalność ekonomiczną przedsięwzięcia.

Jakość eksploatacji zależy od wartości technicznej sprzętu, jego trwałości i podatności obsługowej, jakości organizacyjnej służb eksploatacji oraz profesjonalizmu personelu i systemów zarządzania. Całość wymienionych składników może poprawnie funkcjonować wyłącznie w oparciu o fachową i sprawdzoną wiedzę naukową.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Downarowicz O.: *Geneza i współczesność zarządzania zasobami techniki*, Politechnika Gdańska 1997.
- [2] Duran J.: *What is Operational Reliability?*
<http://www.tpmonline.com/operationalReliability.htm> 1999