


1DE2125 BADANIA I DIAGNOSTYKA URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH	 Instytut Elektroenergetyki Politechnika Warszawska
Zakład Aparatów i Automatyki Elektroenergetycznej	
dr inż. Tadeusz Daszczyński mgr inż. Szymon Stoczko dr hab. inż. Zbigniew Pochanke	

1. Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest opanowanie wiedzy w zakresie celu, zasad, metod oraz środków badania i diagnostyki urządzeń elektrycznych. Zmierzają dostarczenia wiedzy niezbędnej do wykorzystania badań i diagnostyki jako istotnego środka oceny stanu w projektowaniu i eksploatacji układów elektroenergetycznych.

Wykład przedstawia podstawy fizyczne, metodyczne i techniczne badań urządzeń i aparatów elektrycznych zwłaszcza łączeniowych, prowadzonych podczas konstruowania, atestowania i diagnostyki eksploatacyjnej. Struktury układów służących tym badaniom podaje się wraz z ich charakterystykami, zasadami ich doboru i podstawowymi obliczaniem parametrów.

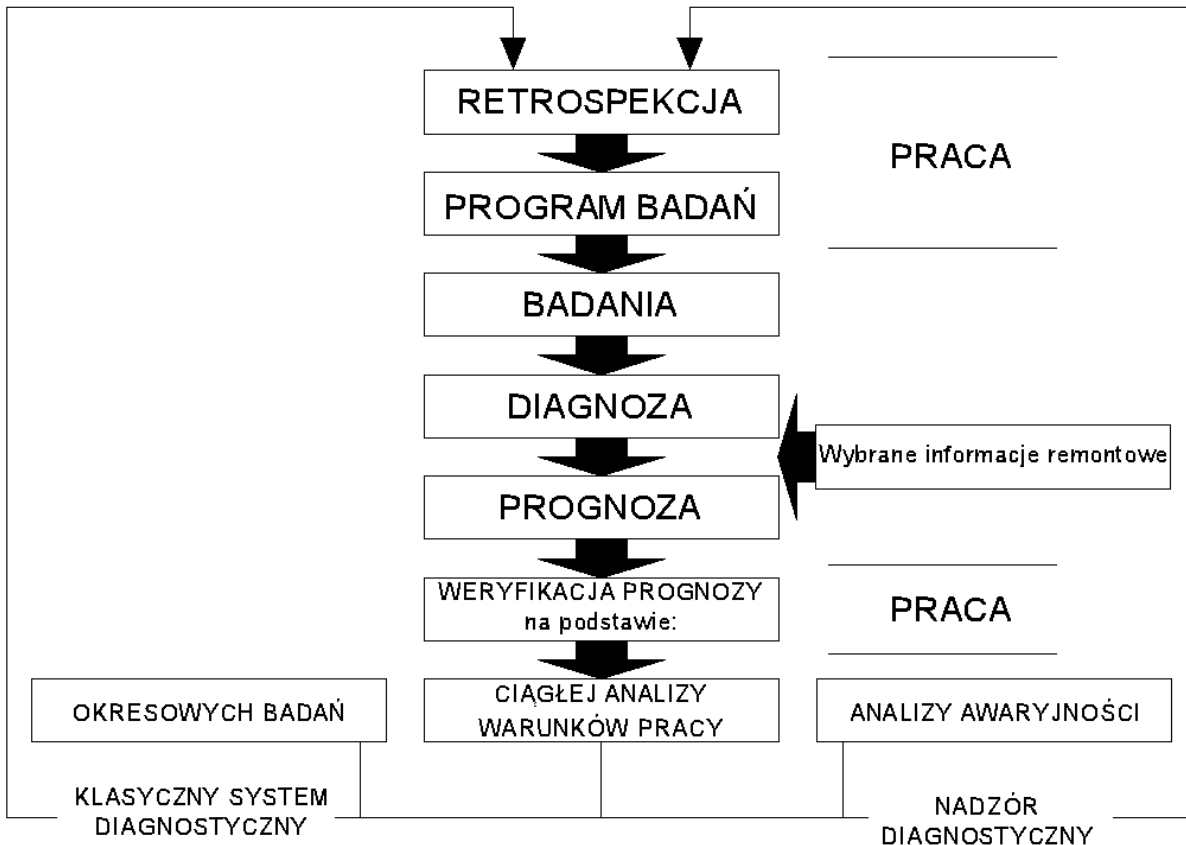
Zajęcia laboratoryjne mają dostarczyć przykładów badań oraz zilustrować stosowane układy probiercze i pomiarowe.

2. Wstęp

Urządzenia elektryczne, elektroenergetyczne i elektroniczne podlegają stałej ewolucji. Wiąże się to z rozwojem technologii i wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną. Jasnym jest, iż to właśnie elektryczność stała się fundamentem naszej cywilizacji. To wszystko spowodowało, iż od aparatów i urządzeń elektrycznych oczekuje się spełnienia wyższych parametrów wytrzymałościowych i dłuższego utrzymania zdolności użytkowej. Wraz z rozwojem różnego rodzaju urządzeń dynamicznie rozwija się także diagnostyka tych urządzeń.

Trwałość wielu ważnych komponentów systemu elektroenergetycznego od lat nie jest limitowana przez czas życia, lecz głównym czynnikiem jest tutaj właściwa eksploatacja techniczna. Schemat najbardziej efektywnego systemu diagnostycznego przedstawiono na rysunku 1. Jego istotę stanowi:

- potraktowanie diagnostyki jako procesu odpowiednio zintegrowanego z procesem eksploatacji,
- ustalanie terminów i zakresów badań na podstawie retrospekcji oraz analizy warunków pracy [1].

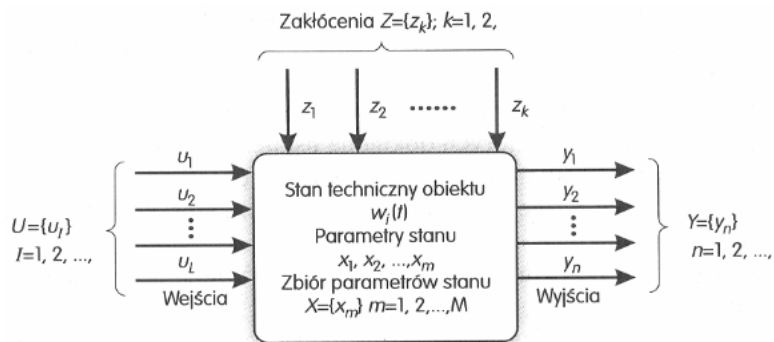


Rys. 1. Schemat systemu diagnostycznego powiązanego z eksploatacją [1]

Każde urządzenie i system mechatroniczny jako przeznaczone do wykonywania określonych zadań, musi posiadać określony zespół cech użytkowych, które umożliwiają wypełnianie założonych funkcji. Zagadnienia poprawności działania urządzeń i systemów mechatronicznych są znaczącymi problemami technicznymi oraz ekonomicznymi. Tendencje współczesnej techniki i technologii zmierzające do wzrostu efektywności procesów poprzez:

- a) zwiększanie prędkości eksploatacyjnej,
- b) optymalizację (zazwyczaj minimalizację) gabarytową i wagową,
- c) zwiększanie podatności konstrukcji (w efekcie wzrost oddziaływań dynamicznych) stwarzają zagrożenie zdrowia i życia ludzkiego, wydajności pracy, zmniejszenia dokładności, niezawodności i trwałości oraz destrukcję środowiska [3].

W diagnostyce technicznej obiekt badań traktowany jest jako system, w którym wyodrębnia się cechy (parametry): stanu, wyjściowe, wejściowe, zakłócenia (Rys. 2).



Rys. 2. Obiekt techniczny jako system [5]

Uszkodzenie jest jednym z istotnych zdarzeń występujących w procesie użytkowania maszyn, determinującym niezawodność maszyn, efektywność ich wykorzystania, proces obsługiwań technicznych, a tak że zakres potrzeb diagnostyki technicznej. Najogólniej, pojęcie uszkodzenia maszyny zdefiniować można jako zdarzenie polegające na przejściu maszyny (zespołu, elementu) ze stanu zdatności do stanu niezdatności. Główne przyczyny powstawania uszkodzeń:

- a) konstrukcyjne – uszkodzenia powstałe wskutek błędów projektowania i konstruowania obiektu, najczęściej przy nieuwzględnianiu obciążeń ekstremalnych, tzn. wartości, które w istotny sposób przekraczają obciążenia nominalne, prowadząc wprost do uszkodzeń,
- b) produkcyjne (technologiczne) – uszkodzenia powstałe wskutek błędów i niedokładności procesów technologicznych (b rak tolerancji wymiarów, gładkości powierzchni, obróbki termicznej) lub wad materiałów,
- c) eksploatacyjne – uszkodzenia powstałe w wyniku nieprzestrzegania zasad eksploatacji lub na skutek oddziaływań czynników zewnętrznych nieprzewidzianych dla warunków użytkowania danego obiektu, co prowadzi do osłabienia i przedwczesnego zużycia,
- d) starzeniowe – zawsze towarzyszące eksploatacji obiektów i będące rezultatem nieodwracalnych zmian, prowadzących do pogorszenia wytrzymałości i zdolności współdziałania poszczególnych elementów [3].

Przebieg intensywności uszkodzeń maszyny w czasie jej eksploatacji pokazano na Rys. 3.



Rys. 3. Przebieg intensywności uszkodzeń urządzenia podczas eksploatacji [6]

Intensywność uszkodzeń można opisać wzorem (1), gdzie $h(t)$ oznacza funkcję intensywności uszkodzeń zaś $f(t)$ i $F(t)$ są odpowiednio gęstością i dystrybuantą rozkładu Weibulla.

$$h(t) = \frac{f(t)}{1-F(t)} \quad (1)$$

DEFINICJE PODSTAWOWE

Diagnostyka techniczna dziedziną wiedzy obejmującą całokształt zagadnień teoretycznych i praktycznych dotyczących identyfikacji i oceny aktualnych, przeszłych i przyszłych stanów obiektu technicznego, z uwzględnieniem jego otoczenia [2].

Istota diagnostyki technicznej polega na określaniu stanu urządzenia w sposób pośredni, bez demontażu, w oparciu o pomiar generowanych sygnałów diagnostycznych i porównaniu ich z wartościami nominalnymi. Wartość sygnału diagnostycznego musi być związana znaną zależnością z diagnozowaną cechą stanu obiektu, charakteryzującą jego stan techniczny [3].

Niezawodność urządzenia jest to prawdopodobieństwo zapewnienia określonej zdolności funkcjonalnej bez uszkodzeń w ciągu danego czasu przy narażeniach odpowiadających warunkom eksploatacji oraz w określonych warunkach środowiskowych [4].

Zużywanie się elementu w czasie eksploatacji rozumie się trwałe, niepożądane zmiany jego stanu, a przez pojęcie zużycia elementu – osiągnięcie w wyniku tych zmian stanu granicznego. Podobnie należy rozumieć zużywanie się i zużycie zespołów i urządzeń.

Użytkowanie jest to proces, podczas którego urządzenie wykonuje swoje funkcje użyteczne lub też oczekuje na wykonanie zadania.

Postój jest to z góry przewidziany stan oczekiwania, podczas którego urządzenie nie wykonuje zadania.

Przestój jest to wymuszony nieprzewidzianymi zawczasu (losowymi) czynnikami stan oczekiwania, podczas którego urządzenie nie wykonuje swoich funkcji.

Potencjał użytkowy jest to zbiór istotnych cech stanu fizycznego urządzenia elektrycznego, który decyduje o zdolności tego urządzenia do wykonywania funkcji użytecznych; zdolność do uzyskania największego efektu użytkowego bez obsługiwanego urządzenia.

Zasób użytkowy jest to ilość pracy, po wykonaniu której urządzenie powinno być wycofane z użytkowania.

Zużycie fizyczne urządzenia polega na utracie właściwości użytkowych w stopniu uniemożliwiającym poprawne wykonywanie funkcji użytecznych.

Zużycie moralne urządzenia polega na umownej utracie jego wartości wskutek postępu technicznego, którego wynikiem jest pojawienie się urządzeń o większej przydatności użytkowej.

Przydatność użytkowa urządzenia jest to szereg właściwości urządzenia, określających zakres użycia, łatwość operowania, ergonomię, bezpieczeństwo, dokładność, niezawodność, wydajność, odporność, uzasadnieniu ekonomicznym i inne.

Stan zdatności gdy potencjał użytkowy urządzenia elektrycznego nie jest wyczerpany.

Stan niezdatności gdy potencjał użytkowy urządzenia został wyczerpany.

Uszkodzenia nagłe pojawiają się wtedy, gdy podczas użytkowania urządzenia chwilowe obciążenie przewyższy chwilową wytrzymałość materiału określonego elementu w takim stopniu, że spowoduje to zniszczenie struktury fizycznej tego materiału.

Uszkodzenie zużyciowe (starzeniowe) jest uszkodzenie naturalne spowodowane długotrwałym działaniem obciążenia podczas użytkowania urządzenia, w wyniku czego zmniejsza się zapas materiału lub zmniejsza się wytrzymałość materiału.

Uszkodzenie przemijające pojawia się wówczas, gdy zmiany struktury fizycznej materiału, powodujące niepoprawną pracę urządzenia, nie są trwałe i mogą być usunięte samoczynnie lub w wyniku celowego działania.

Funkcjonowanie ciągłe polega na wykonywaniu przez urządzenie funkcji użytecznych bez przestojów i postojów.

Podczas funkcjonowania okresowego urządzenie wykonuje **funkcje użyteczne** w ciągu określonego czasu po czym przechodzi do postoju. Praca i postoje urządzenia są najczęściej uwarunkowane określonymi czynnikami i są programowane

Funkcjonowanie dorywcze polega na wykonywaniu przez urządzenie funkcji użytecznych w ciągu niezbyt długiego czasu. Chwila rozpoczęcia funkcjonowania i czas funkcjonowania są z reguły zmiennymi losowymi.

Funkcjonowanie krótkotrwałe (impulsowe) ma miejsce wówczas, gdy urządzenie wykonuje swoje funkcje użyteczne w bardzo krótkim czasie. Chwila rozpoczęcia funkcjonowania jest przypadkowa.

Znamionowy zasób użytkowy jest to ustalona przez wytwórcę ilość pracy jaką powinno wykonać urządzenie elektryczne ze względu na wybrany element w określonych warunkach użytkowania.

Intensywność użytkowania urządzeń elektrycznych określa prędkość wyczerpywania zasobów użytkowych. Intensywność użytkowania zależy od przebiegu zmian zasobu użytkowego w czasie. Przebieg ten jest w rzeczywistości przebiegiem stochastycznym i zależy od warunków użytkowania i jakości urządzenia.

Przeгляд (ogłędziny) urządzenia elektrycznego odbywa się przy użyciu metod organoleptycznych.

Kontrola stanu urządzenia wykonywana jest za pomocą środków technicznych takich jak: przyrządy pomiarowe, urządzenia diagnostyczne itp.

Konserwacja urządzenia elektrycznego polega na zabezpieczeniu urządzenia przed szkodliwym działaniem narażenia środowiskowego oraz na utrzymywaniu urządzenia w czystości.

Regulacja polega na utrzymywaniu w dopuszczalnym przedziale zmienności zadanych z góry parametrów (cech) urządzenia elektrycznego, które są charakterystyczne dla stanu zdatności użytkowej tego urządzenia.

Literatura

- [1] J. Trzeszczyński, „Diagnostyka dziś i jutro”, www.energetyka.eu, luty 2021 r.
- [2] W. Biały, M. Zasadzeń, „WYKORZYSTANIE DORAŻNEJ DIAGNOSTYKI W OCENIE STANU TECHNICZNEGO MASZYN I URZĄDZEŃ GÓRNICZYCH”, SYSTEMY WSPOMAGANIA W INŻYNIERII PRODUKCJI, 2013
- [3] S. Popis, „Diagnozowanie urządzeń i systemów mechatronicznych”, Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005
- [4] B. Żółtowski, Z. Ćwik: „Leksykon diagnostyki technicznej”, Wydawnictwa uczelniane, ATR Bydgoszcz. Warszawa 1996
- [5] DT-UC-90/WO Warunki techniczne dozoru technicznego. "Urządzenia ciśnieniowe- wymagania ogólne"
- [6] S. Legutko, „Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń”, WSiP, Warszawa 2004