

Jan Kaluski

Politechnika Śląska

PROBLEMY BADAŃ I POMIARÓW ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH

Streszczenie. W pracy omówiono zagadnienia związane z badaniem niezawodności, diagnostyką techniczną i kwalimetrią robotów przemysłowych. Pokazana została zależność tych trzech wyróżnionych dyscyplin naukowych.

Omówiono zasady kwalimetrycznej oceny jakości robotów i problemy wynikające w tym zakresie ze stosowania modelowania matematycznego i symulacji cyfrowej. Zwrócono uwagę na szczególną zależność badań niezawodności i diagnostyki technicznej przy parametrycznym opisie procesów uszkodzeń.

1. Wstęp

Jednym z podstawowych teoretycznych i praktycznych problemów budowy i eksploatacji robotów przemysłowych, który wymaga szybkiego rozwiązania, jest rozwój metod diagnostyki technicznej. Z szeroko pojętą diagnostyką techniczną robotów ściśle związane są problemy badań i pomiarów ich parametrów i charakterystyk. Wyniki tych badań stanowią ważne źródło informacji dla celów diagnostyki ich stanu sprawności, dla prac projektowo - konstrukcyjnych i wdrożeniowo - eksploatacyjnych oraz pozwalają na dokładne poznanie właściwości samego robota przemysłowego.

Obok problemów metod badawczych i otrzymania kompletnych danych pomiarowych, niemniej ważnym problemem jest, na ich podstawie, odpowiednia ocena właściwości i jakości robotów. Związane to jest z budową kompleksowych wskaźników jakości. Takie wskaźniki pozwalają ocenić i porównywać między sobą zarówno pojedyncze egzemplarze robotów, jak i grupy tego samego typu lub zgoła odmienne roboty, a także seryjnie produkowane jak i prototypowe. Głównym problemem w budowie takich wskaźników jest otrzymanie wskaźników o dużej selektywności. Zwiększa to bowiem skuteczność diagnozowania i daje możliwość wielostopniowej oceny najważniejszych mechanizmów i zespołów robotów przemysłowych.

Krótkie omówienie zasygnalizowanych i innych związanych z tym problemów będzie treścią niniejszego artykułu.

2. Kwalimetryczne podejście do oceny jakości robotów przemysłowych

Termin "kwalimetria" powstał w 1967 r w ZSRR a już w 1970 - odpowiednie normy i metodyczne wskazówki co do stosowania kwalimetrycznej oceny maszyn i mechanizmów. Przytoczmy za [1] następującą definicję:

Kwalimetria jest to naukowa dyscyplina badająca problemy i metodologię oceniania jakości produkcji, przedmiotów i procesów.

Wszystkie zadania kwalimetrii dzieli się na dwie grupy: wybór kryteriów jakości, a więc co mierzyć oraz opracowanie procedur pomiarowych, a więc jak mierzyć. Kwalimetryczna ocena jakości przewiduje otrzymanie bezwzględnych, względnych a także kompleksowych wskaźników jakości.

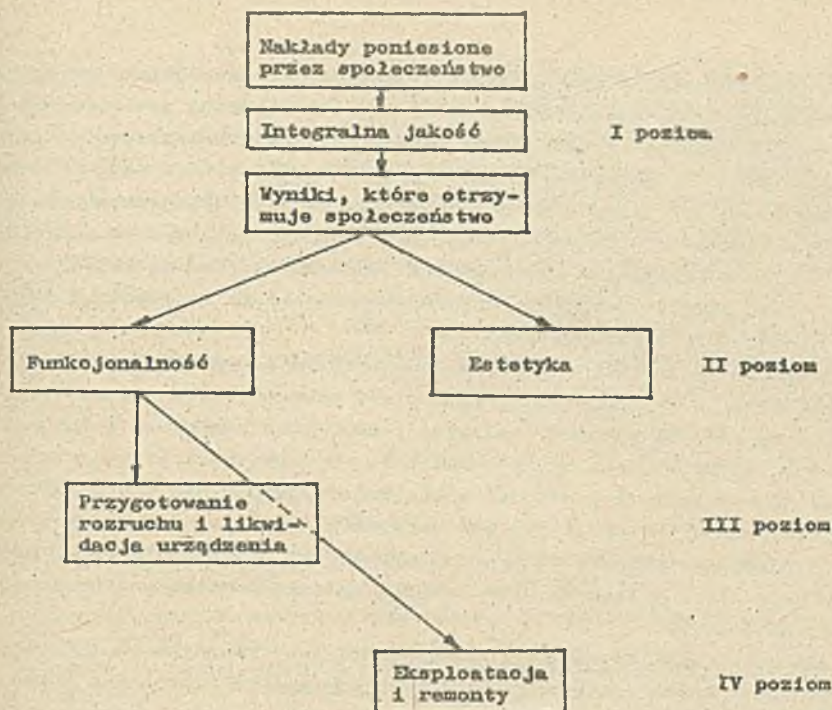
Należy zauważyć, że kwalimetria nie daje absolutnych dokładności ocen, lecz przy jej stosowaniu można otrzymać największą z możliwych dokładności tych ocen.

Główną zaletą kwalimetrycznej metody jest; prostota, wygodny sposób przedstawiania wyników badań i osłowe działanie. Metodologia kwalimetrii zasadza się na kompleksowym badaniu wskaźników jakości w czasie całego cyklu projektowego, produkcyjnego i eksploatacyjnego danego wyrobu.

Zasadniczym zespołem robota, warunkującym jego przydatność jako urządzenia zastępującego pracę człowieka, jest mechanizm manipulacyjny. Do najważniejszych kryteriów jakości manipulatorów zaliczamy m.in.: liczbę stopni swobody, przestrzeń roboczą, szybkość wykonywania ruchów, udźwieg, wagę, momenty bezwładności ogniw łańcucha kinematycznego, siłę zacisku transportowanych przedmiotów, dokładność pozycjonowania i odtwarzania zadanej trajektorii ruchu, energetyczne i wibracyjne charakterystyki, strefę nieczułości systemu sterowania, niezawodność i inne.

W warunkach zautomatyzowanej produkcji szczególnie rośnie wymaganie co do: dokładności manipulowania, co w wielu przypadkach będzie stanowiło o niezawodności zrobotyzowanych kompleksów produkcyjnych.

Kwalimetryczne podejście do oceny jakości robotów przemysłowych polega na tym, że opracowuje się odpowiednie tablice poziomów. Są to uporządkowane wielopoziomowe hierarchiczne struktury, które występują w postaci grafu lub zwykłej tablicy. Na najwyższym poziomie (wierzchołku grafu) znajduje się integralna jakość. Wyznacza się ją na podstawie nakładów poniesionych przez społeczeństwo na opracowanie, wykonanie, funkcjonowanie i likwidację robotów przemysłowych lub szerzej pojętych środków elastycznie automatyzowanej produkcji. Drugi poziom zajmują właściwości z ich podziałem na funkcjonalność i estetykę. Na 3 i 4 poziomach - właściwości dotyczące funkcjonalności dzieli się na dwie osobne grupy, związane z przygotowaniem rozruchu i likwidacją urządzenia oraz eksploatacją i remontem.



Rys. 1. Hierarchia oceny kwalimetrycznej

Fig. 1. A hierarchy of qualimetric estimations

Szczegółowe zasady tworzenia tablic poziomów służących następnie do ilościowej oceny najważniejszych mechanizmów o działaniu przerywanym podane są w [5].

3. Problemy badań niezawodnościowych a diagnostyka robotów przemysłowych

Od samego początku rozwoju teorii niezawodności i diagnostyki technicznej można było zauważyć równoległy rozwój tych dwóch ważnych dziedzin, kształtujących i podtrzymujących odpowiednią jakość wyrobów. Dzisiaj aczkolwiek zbieżność tych dziedzin jest bardziej widoczna, dotyczy ona jednak skromnego i niewystarczającego zakresu badań niezawodności i diagnozowania wyrobów, w których każdy z badanych elementów może znajdować się tylko w dwóch stanach - zdatnym i niezdatnym. Dlatego też ważnym obecnie problemem badań i pomiarów robotów przemysłowych jest parametryczna

ocena niezawodności i związanych z tym metod diagnozowania w przypadku gdy rozróżnialnych stanów niezawodnościowych elementów jest więcej niż dwa, a w szczególności, gdy stany te tworzą ciągłą przestrzeń zdarzeń. Pierwsze prace w tym zakresie już są (zob. np. [3, 7, 8]). Dotyczą one metod analizy niezawodności parametrycznej ze szczególnym uwzględnieniem niezawodności dokładnościowej a więc zmiany właściwości metrologicznych w czasie. Wskaźniki niezawodności dokładnościowej są najważniejszymi parametrami eksploatacyjnymi robotów przemysłowych. Szczegółowe problemy tego zagadnienia poruszono w [4].

Przy parametrycznym podejściu do problemów niezawodności i diagnozowania, a więc oceny i zabezpieczenia przed uszkodzeniami parametrycznymi, używane są specjalne metody badawcze i aparatura pomiarowa a także złożone metody opracowywania wyników pomiarów. W większości przypadków mamy bowiem do czynienia z pomiarami wolno zmieniających się - w sposób losowy - parametrów. W związku z tym bez ustalenia fizycznej przyczyny uszkodzenia, niejednokrotnie nie można zidentyfikować badanego losowego procesu. Wymagane w tym zakresie są więc również badania podstawowe, dotyczące fizyki uszkodzeń.

Obecnie dzięki stosowaniu mikroprocesorowej techniki pomiarowej oraz mikrokomputerowego opracowywania danych pomiarowych, problemy badań niezawodności parametrycznej m.in. robotów przemysłowych, stopniowo z ilościowych przechodzą w jakościowe, związane z modelowaniem matematycznym i symulacją komputerową ich pracy w różnych warunkach. Powoduje to potrzebę budowy nowych wskaźników jakości - analogów do istniejących - będących matematycznymi odpowiednikami kwalimetrycznych ocen jakości.

Dlatego też współpraca takich dziedzin jak teoria niezawodności, diagnostyka techniczna oraz kwalimetria wydaje się być konieczna. Pierwsze oznaki takiej współpracy są już widoczne (zob. np. [2, 5, 6]).

4. Uwagi końcowe

Problemy badań i pomiarów robotów przemysłowych można zaliczyć do trzech wzajemnie powiązanych grup:

- 1/ Problemy dotyczące metod pomiarowych charakterystyk i parametrów robotów.
- 2/ Problemy dotyczące metod oceny i modelowania wskaźników jakości na podstawie pomiarów i symulacji cyfrowej.
- 3/ Problemy sterowania projektowaniem, produkcją i eksploatacją robotów przemysłowych.

W kompleksie elastycznie automatyzowanej produkcji roboty przemysłowe zastępując pracę człowieka są zarazem takimi ręcznymi elementami tego

kompleksu jak wszelkie inne urządzenia mechaniczne służące do produkcji właściwego wyrobu. To z jednej strony każe dostrzegać w robotach te same cechy właściwe urządzeniom obróbczym, transportującym i sterującym, z drugiej jednak strony zastępowanie pracy człowieka (co szczególnie wyraża się w manipulowaniu wyrobami produkcji w różnych ich fazach produkcji, narzędziami obróbczymi i pomiarowymi) każe dostrzegać w robotach zgoła inne cechy właściwe tylko ich pracy w warunkach zrobotyzowanych kompleksów przemysłowych.

Właśnie ze względu na te cechy robotów przemysłowych trzy wyróżnione grupy problemów stanowią najważniejszą obecnie dziedzinę badawczą robotyki.

LITERATURA

- [1] Azgaldov G.G.: Teorija i praktika ocenki kačiestwa towarow. Ekonomike, Moskwa 1982.
- [2] Diagnostowanie maszyn - awtomatow i promyszlennyh robotow. Nauka, Moskwa 1983.
- [3] Kałuski J.: Metody analizy niezawodności metrologicznej. ZN, seria Automatyka nr 80. Gliwice 1985.
- [4] Kałuski J.: Zagadnienia niezawodności robotów przemysłowych. ZN, seria Automatyka nr 86. Gliwice 1986.
- [5] Nachapetian E.G.: Diagnostowanie oborudowanija gibkoko awtomatizirowanogo proizwodstwa. Nauka, Moskwa 1985.
- [6] Nadieżnost i diagnostowanie tiechnologiczieskogo oborudowanija. Nauka, Moskwa 1987.
- [7] Pronikov A.S.: Programnyj metod ispytaniija nietalłowiezuszczich stankow. Maszinstrojenije, Moskwa 1985.
- [8] Pronikov A.S.: Nadieżnost' maszyn. Maszinstrojenije, Moskwa 1978.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. J. Cykalis

Wpłynęło do Redakcji do 1988-04-30.

ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Резюме

В работе оговорены вопросы связанные с исследованием надёжности, технической диагностики и калиметрии промышленных роботов. Указана связь между этими характеристиками. Оговорены принципы калиметрической оценки качества роботов и проблемы возникающие здесь из-за применения математического моделирования и цифровой симуляции. Обращено внимание на особенную зависимость исследований надёжности и технической диагностики при параметрическом описании процессов отказов.

PROBLEMS OF INVESTIGATIONS AND MEASUREMENTS FOR INDUSTRIAL ROBOTS

S u m m a r y

Problems connected with reliability investigations, technical diagnostics and qualimetry of industrial robots are presented. The relations among those three areas is indicated. Rules of qualimetric performance estimation for industrial robots are presented and problems resulting from the use of mathematical models and digital simulations are described. The particular relation between reliability investigations and technical diagnostics is emphasized in the case of parametric model or failure processes.