

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

440 Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości
Pracownia Badań Niezawodności A

Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż. inż. J. Tuszyńska, A. Szachewicz

Konsultant dr inż. R. Sawwa

Nr zlecenia

108/9397

Wstępne studium nad metodą bceny
niezawodności robotów IRb.

Etap II. Organizacja badań eksplo-
atacyjnych.

Zleceniodawca praca własna PIAP.

Pracę rozpoczęto dnia 28/3

Kierownik PBN

mgr inż. W. Muziński

p.o. Z-ca Dyrektora
d/s Automatyki

dr inż. T. Gałazka

zakończono dnia 20/11/84

Kierownik OBN

dr inż. St. Budzyński

Praca zawiera:

stron 7

rysunków

fotografii

tabel

tablic

załączników 1

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 BOINTE

Egz. 2 OAE

Egz. 3 OBN

Egz. 4 OAM

Egz. 5 ZD

Egz. 6 PBN

Nr rejestr. 5186

1

Analiza deskryptorowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE: NIEZAWODNOŚĆ

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera dane o zastosowaniu i eksploatacji robotów IRb zainstalowanych w zakładach przemysłowych oraz propozycję sposobu prowadzenia badań eksploatacyjnych.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Etap I - Przegląd literatury i identyfikacja obiektu.
- nr rej. 4989.

338.45:62/69].002.1/2 Roboty przemysłowe
62-192 Niezawodność

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Analiza wykorzystania robotów IRb
 - 2.1. Analiza wykorzystania robotów IRb-6
 - 2.2. Analiza wykorzystania robotów IRb-60
3. Oszacowanie średniego czasu między uszkodzeniami robotów IRb-6
4. Analiza uszkodzeń
 - 4.1. Analiza uszkodzeń IRb-6
 - 4.2. Analiza uszkodzeń IRb-60
5. Ocena przydatności "karty uszkodzeń"
6. Opinie użytkowników o robotach
7. Projekt organizacji badań eksploatacyjnych
8. Podsumowanie
9. Literatura

1. Wstęp

Zgodnie z wnioskiem z etapù I niniejszej pracy, w drugim etapie podjęto próbę zorganizowania badań eksploatacyjnych robotów IRb.

W tym celu:

- dokonano analizy wykorzystania robotów IRb instalowanych u użytkowników w ciągu ostatnich 5 lat,
- zebrano dane, na podstawie których oszacowano średni czas między uszkodzeniami robotów IRb-6,
- dokonano analizy uszkodzeń robotów IRb,
- oceniono przydatność opracowanej uprzednio w PIAP/OBN "karty uszkodzenia urządzenia".

W niniejszej pracy oparto się na wykazie już wyprodukowanych robotów IRb-6 i IRb-60 uzyskanym z OAK oraz na wykazie napraw robotów prowadzonych przez ZD PIAP.

2. Analiza wykorzystania robotów IRb

2.1. Analiza wykorzystania robotów IRb-6

Według wykazu otrzymanego z OAK w latach 1978-79 PIAP przekazał użytkownikom 14 robotów IRb-6, a w r. 1983 w zakładach przemysłowych znajdowało się 11 robotów z czego:

- 4 w Pomorskich Zakładach Aparatów Elektrycznych EMA APATOR w Toruniu: nr nr 4085/2380, 4085/2486, 4086/0302, 2/79;
- 4 w Lubuskich Zakładach Aparatów Elektrycznych LUMEL w Zielonej Górze: nr nr 3/79, 6/79, 4086/0300, /a wg LUMELu - nr 15/368/;
- 2 w Fabryce Aparatów Elektrycznych APENA w Bielsku-Białej: nr nr 4085/1863; 4086/0301;
- 1 w Zakładach Mechanicznych URSUS w Warszawie: nr 1/79.

Z pozostałych trzech robotów obecnie jeden jest w Politechnice Śląskiej /nr 4/79/, używany do ćwiczeń ze studentami, drugi /robot, który był w PREDOM MESKO/ jest w OZAS - Opole, a trzeci, uprzednio przeznaczony dla FSM /adaptacyjny/ jest w MERA PIAP.

Spośród 11 robotów znajdujących się w zakładach przemysłowych pracuje obecnie 9, z czego 7 przy spawaniu różnych detali /APATOR, APENA, URSUS a 4 roboty IRb w MERA LUMEL użytkowane w gnieździe maszyn.

2.2. Analiza wykorzystania robotów IRb-60

Według wykazu otrzymanego z OAK w latach 1978-80 dostarczono użytkownikom 10 robotów IRb-60. Obecnie w zakładach przemysłowych są cztery roboty, z których:

- jeden pracuje przy docieraniu detali w MERA ZAP w Ostrowie Wlkp.,
- dwa są wdrażane w Zakładach Wyrobów Tłoczonych w Bolechowie k/Poznania, z których jeden uprzednio pracował przy obsłudze ciężkiej prasy w HCP - Poznań,
- jeden w Zakładzie Elektrometalurgicznym w Blachowni, stosowany przy czyszczeniu odlewów.

Sześć robotów zostało sprzedanych instytutom i są używane do badań oraz prac aplikacyjnych, mających na celu zainstalowanie ich w zakładach przemysłowych.

W związku z tym, że spośród 14 robotów obecnie użytkowane są tylko 2 roboty, dalszy ciąg sprawozdania w części dot. oceny średniego czasu między uszkodzeniami dotyczyć będzie robotów IRb-6.

3. Oszacowanie średniego czasu między uszkodzeniami robotów IRb-6

W celu oszacowania średniego czasu między uszkodzeniami podzielono roboty na "szwedzkie" i "krajowe", tzn. dostarczone przez f-mę ASEA lub montowane i testowane w MERA PIAP z podzespołów /tzw.kitów/ dostarczonych przez ASEA.

Dane dot. robotów szwedzkich:

nr	użytkownik	czas pracy t h	liczba awarii m	zastosowanie
4086/0302	APATOR	8000	6	spawanie
4085/2380	APATOR	1800	5	"
4086/0301	APENA	3600	2	"
4085/1863	APENA	1200	0	"

Łącznie 4 roboty przepracowały $\sum t = 14600$ h przy $m = 13$.

Średni czas między uszkodzeniami można oszacować na:

$$T = \frac{\sum t}{m} = \frac{14600}{13} \approx 1100 \text{ h}$$

Dane dot. robotów krajowych:

nr	użytkownik	czas pracy t h	liczba awarii m	zastosowanie
2/79	APATOR	4000	9	spawanie
6/79	LUMEL	15000	4	podajnik

7/79	LUMEL	15000	3	podajnik
1/79	URSUS	2800	3	spawanie

Zakłady LUMEL wykonują drobne naprawy, głównie w części manipulacyjnej, nie prowadząc wykazu. Przyjmując zatem średnio 2 naprawy rocznie dla każdego robota, należy zwiększyć liczbę uszkodzeń o 15. Łączny czas pracy dla czterech robotów $\sum t = 36800$, a liczba uszkodzeń $m = 35$.

Średni czas między uszkodzeniami można oszacować na :

$$T = \frac{\sum t}{m} = \frac{36800}{35} \approx 1000 \text{ h}$$

Powyższe oszacowanie jest niewątpliwie obarczone dużym błędem, można jednak przyjąć, że średni czas między uszkodzeniami nie jest gorszy niż podawany w literaturze [1].

4. Analiza uszkodzeń

4.1. Analiza uszkodzeń robotów IRb-6

Uszkodzenia podzielono na trzy rodzaje: mechaniczne, elektryczne i elektroniczne. Brano pod uwagę uszkodzenia robotów znajdujących się aktualnie w zakładach przemysłowych. Z ogólnej liczby 56 zarejestrowanych uszkodzeń 40 % przypada na uszkodzenia elektryczne i po 30 % na mechaniczne i elektroniczne.

Trzeba jednak dodać, że biorąc pod uwagę nierejestrowane uszkodzenia w Zakładach LUMEL typu mechanicznego jak np. zerwanie cięgien lub uszkodzenie łożysk igłowych - okazuje się, że przeważają uszkodzenia mechaniczne.

Szczegółowa analiza napraw uszkodzeń mechanicznych wykazała, że prawie połowa ich dotyczy niewłaściwego luzu w przegubach, natomiast pozostała część stanowi naprawy uszkodzeń dotyczących wymiany bądź regulacji cięgien, obudowy łożysk, zużytego mieszka, skrzywienia śruby napędowej ramienia dolnego.

Z 22 uszkodzeń elektrycznych 9 dotyczy rozregulowania sterowników mocy, a 8 przerw w połączeniach elektrycznych. W zakładach APENA uskarżają się na pracę prądnicy tachometrycznej /francuskiej/, która wywołuje drgania układu.

Wśród uszkodzeń elektronicznych dominują uszkodzenia różnych płytek w tym połowa dotyczy płytki we/wy. Sporadycznie występują uszkodzenia panelu programowania, zespołu wyświetlacza, układu dekodera

lub brak powtarzalności czytania i zapisu.

Szczegółowy opis uszkodzeń znajduje się w książce serwisowej w ZD PIAP.

4.2. Analiza uszkodzeń robotów IRb-60

Uszkodzenia robotów IRb-60 występowały w okresie przygotowywania ich do pracy lub w krótkim okresie pracy.

Najwięcej danych uzyskano z Instytutu Budowy Maszyn Politechniki Śląskiej, która posiada 2 roboty /nr 4085/2560 i 5/79/ i przygotowuje do pracy w gniazdach, w których roboty te mają służyć do załadowywania i rozładowywania urządzeń technologicznych.

Zgłoszono następujące uszkodzenia:

10 elektronicznych dot. płytek w tym 3 płytki we/wy,

15 elektrycznych głównie dot. układu sterowania i prądnicy tachometrycznej,

3 mechaniczne, a mianowicie pęknięcie sprzęgła, za duży luz w przegubie i przetarcie przewodu pneumatycznego.

Mniejsza ilość uszkodzeń mechanicznych niż w robotach IRb-6 jest spowodowana tym, że uszkodzenia mechaniczne występują częściej przy dłuższej eksploatacji, co przy dużych robotach nie miało miejsca.

5. Ocena przydatności "karty uszkodzeń"

"Karta uszkodzenia urządzenia" opracowana w OBN przed 5 laty i załączona do nin. sprawozdania jest całkowicie przydatna do badań eksploatacyjnych robotów. Posiada ona 21 pozycji, z których siedem pierwszych dot. identyfikacji urządzenia, producenta i użytkownika, następne siedem - czasu pracy między kolejnymi uszkodzeniami i charakteru uszkodzenia, a ostatnie siedem dot. warunków pracy i napraw. Trudności w wypełnianiu kart polegają na niechęci ze strony użytkownika do prowadzenia jakichkolwiek wykazów. W zasadzie "kartę" powinien wypełniać serwis ZD PIAP, z tym, że przy każdorazowej naprawie trzeba by uzyskać od użytkownika informacje co do czasu pracy między uszkodzeniami. Można by w tym celu dostarczyć użytkownikom formularze do wypełnienia czasu pracy i czasu przestojów. W związku z tym, że trzej podstawowi użytkownicy chętnie korzystaliby również w okresie pogwarancyjnym z serwisu ZD w ramach dodatkowych umów /LUMEL chciałoby nawet zawrzeć umowę na konserwację robotów/ - prowadzenie badań

eksploatacyjnych nie byłoby trudne i zależałoby głównie od dobrej woli serwisu. Dla ułatwienia serwisowi, kartę mógłby po każdorazowej naprawie wypełniać przedstawiciel Pracowni Badań Niezawodności OBN na podstawie informacji pracownika serwisu.

6. Opis użytkowników o robotach

Pozycja nr 20 w opisanej wyżej karcie uszkodzenia zawiera opinię załogi o urządzeniu, podaną w skali 10-stopniowej. W ramach rozmów z użytkownikami uzyskano następujące opinie o robotach IRb-6:

w Zakładach APATOR

nr 4086/0302 - 8+9 pkt Był to ich pierwszy robot i zachęcił do zakupu pozostałych

nr 2/79 - 4+5 pkt

nr 4085/2350 - 6+7 pkt

nr 4085/2486 - 6+7 pkt

w Zakładach LUMEL

ogólna opinia o czterech robotach - 8 pkt. Są to roboty krajowe i jeden szwedzki.

w Zakładach APENA

oba roboty - 7+8 pkt

w Zakładach URSUS

opinia - 5 pkt /jeden robot/.

W stosunku do robotów IRb-60 ogólnie dobrą opinię dała fabryka MERA ZAP, Instytut Spawalnictwa w Gliwicach dał 9 pkt z zaznaczeniem że są lepsze od robotów typu RIMP, a Instytut Budowy Maszyn P.Śl. dał 8 pkt.

Podkreślaną, podstawową zaletą robotów jest poprawa warunków bhp, natomiast różne opinie są co do wydajności stanowisk z robotami.

W Zakładach APENA zastosowanie robotów poprawiło wydajność dwukrotnie. Zakład kupiłby chętnie następnego robota IRb-6 "z upłynnienia" po obniżonej znacznie cenie w celu zapewnienia pracującym robotom części zamiennych.

W Zakładach APATOR podkreślają lepszą precyzję spawania wykonywanego przy użyciu robota, jednocześnie podkreślają, że oprzyrządowanie ~~stanowiska~~ do stanowiska zrobotyzowanego jest drogie.

7. Projekt organizacji badań eksploatacyjnych

Proponuje się dwa warianty organizacji badań; wybór jednego z nich zależy będzie od aktualnych możliwości MERA PIAP.

7.1. Wariant I

W związku z wyrażonym życzeniem przez dwa zakłady /APENA i LUMEL/ zawarcia umowy z serwisem ZD PIAP w zakresie konserwacji i napraw robotów oraz z przeprowadzeniem większych napraw w innych zakładach proponuje się zawarcie przez serwis ZD PIAP z zakładami eksploatującymi roboty umowy dot. przeprowadzania napraw lub nawet profilaktyki robotów.

Jak stwierdzono w p.5 niniejszego sprawozdania, opracowana w OBN/PIAP "karta uszkodzenia" jest całkowicie przydatna do badań eksploatacyjnych robotów i może być w nich wykorzystana.

Organizacja badań w przypadku zawarcia umowy obejmowałaby następujące czynności:

- prowadzenie w zakładzie eksploatującym roboty "książki pracy robota" - co byłoby zawarowane umową,
- wypełnianie przez pracownika serwisu "karty uszkodzenia" lub wypełnianie jej przez pracownika PBN/OBN w porozumieniu z pracownikiem serwisu - zaraz po dokonaniu przez niego naprawy.

Dalszy ciąg pracy, czyli opracowanie wyników byłby niezmienny dla pierwszego i drugiego wariantu i przebiegałby zgodnie z opracowaną w OBN metodyką badań eksploatacyjnych w 1977 r., a wypróbowaną w 1979 r. w Elektrowni DOLNA ODRA /sprawozdanie nr rej. 4513/.

Wadą tego sposobu zbierania danych jest zobowiązanie serwisu ZD PIAP do przeprowadzania napraw, co może być utrudnione przez brak części zamiennych - szczególnie sprowadzanych za dewizy. W umowie należałoby zastrzec, że "części dewizowe" będą płacone w funduszu zakładów, gdyż PIAP nie posiada takich środków.

7.2. Wariant II

Drugi sposób otrzymywania informacji można oprzeć na umowach bezpośrednio z odpowiednimi pracownikami zakładów eksploatujących roboty na wypełnianie "karty uszkodzenia". W takim przypadku należy uzyskać zgodę od dyrekcji poszczególnych zakładów. Wypełnione "karty uszko-

dzenia" byłyby weryfikowane w OBN PIAP i praca przebiegałaby dokładnie w sposób opisany w sprawozdaniu z badań - nr rej. 4513.

8. Podsumowanie

- 1/ Roboty IRb-6 zyskały sobie dobrą opinię przy zastosowaniu ich do spawania i do obsługi urządzeń technologicznych przy wielu kolejnych opracowaniach.
- 2/ Roboty IRb-60 pomimo równie długiego czasu, jaki upłynął od wyprodukowania zostały dotąd wdrożone w przemyśle w mniejszej ilości. Następne mają być wdrażane w 1984 r.
- 3/ Roboty IRb-6 cieszą się dobrą opinią, szczególnie jako poprawiające warunki bhp i wydajność.
- 4/ W związku z dalszą produkcją robotów IRb jest celowe kontynuowanie badań eksploatacyjnych, co ułatwia:
 - istnienie już opracowanej i w pełni przydatnej "karty uszkodzenia",
 - możliwość zawarcia umów z użytkownikami w zakresie konserwacji lub napraw przez serwis PIAP, co uzależnia wypełnianie "kart uszkodzenia" tylko od wewnętrznych decyzji instytutowych.

9. LITERATURA

1. A.Kaczmarczyk: Roboty przemysłowe lat 80-tych - w przygotowaniu do druku, WKŁ;
2. J.Kawecki: Diagnostyka robota IRb-- pr.MERA PIAP, 1978, 1979
3. M.Warszyński i inni: Systematyka obliczania niezawodności układów mechanicznych - zeszyty naukowe P.Ł. 241, 1975
4. Worobiew i inni: Promyszlennyje roboty w maszynostrojeniu - dodatek do Wiestnik maszynostrojenia nr 11, 1982 Moskwa
5. J.F.Young: Robototekhnika - tłum. Ignatiewa z j.ang., Leningrad, Maszynostrojenie, 1979
6. Sprawozdanie z seminariów Roboty przemysłowe: Przegląd Mechaniczny 8/1979
7. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa robotów, MERA PIAP - 1978
8. PN-80/N-04000: Niezawodność w technice. Terminologia
9. PN-77/N-04021: Niezawodność w technice. Plany badania w przypadku rozkładu wykładniczego.