

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

440 Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości A

Główny wykonawca

Wykonawcy dr inż. St. Budzyński, mgr inż. inż. M. Lipiec,
W. Muziński, inż. M. Słowik

Konsultant

Nr zlecenia

107/94-71

Badania eksploatacyjne niezawodności
robotów IRb.


Zleceniodawca praca własna PIAP

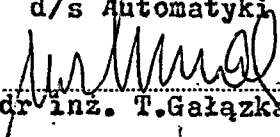
Pracę rozpoczęto dnia lipiec 1984

zakończono dnia 85.06.30

Kierownik OBN

Z-ca Dyrektora
d/s Automatyki


dr inż. St. Budzyński


dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 8

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 OBN

fotografii

Egz. 3 ZD

tabel

Egz. 4 OAM

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 5451

Analiza deskryptorowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE I NIEZAWODNOŚĆ

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera dane o eksploatacji robotów IRb zainstalowanych w zakładach przemysłowych.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Przegląd literatury i identyfikacja obiektu - zlec. 9397 et. I - nr rej. 4989

Organizacja badań eksploatacyjnych - zlec. 9397 et. II - nr rej. 5185

338.45:62/03].002.1/2 Roboty przemysłowe

UKD

PIAP-252/53-6000

2

1. Wstęp

Zgodnie z wnioskami poprzednich etapów pracy "Wstępne studium nad metodą oceny niezawodności robotów IRbY zbierano dane eksploatacyjne u użytkowników robotów IRb-6 i IRb-60.

Badaniami objęto roboty znajdujące się w następujących zakładach przemysłowych:

- Pomorskie Z-dy Aparatury Niskiego Napięcia "APATOR" w Toruniu - 4 roboty IRb-6,
- Lubuskie Z-dy Aparatury Elektrycznej "BLUMEL" w Zielonej Górze - 4 roboty IRb-6,
- Z-dy Przemysłu Metalowego im. H.Ciegielskiego w Poznaniu - 2 roboty IRb-60
- Z-dy Automatyki Przemysłowej ZAP w Ostrowiu Wlkp. - 1 robot IRb-60,
- Z-dy Elektro-Metalurgiczne w Blachowni - 1 robot IRb-60,
- Z-dy Mechaniczne "URSUS" w Warszawie - 1 robot IRb-6,
- Fabryka Aparatów Elektrycznych "APENA" w Bielsku Białej - 2 roboty IRb-6,
- Opolskie Z-dy Aparatury Spawalniczej "OZAS" w Opolu - 1 robot IRb-6.

Informacje dotyczące eksploatacji zbierano w okresie od stycznia 1984 r. do maja 1985 r. Źródłem tych informacji były rozmowy z użytkownikami robotów, dokumentacja eksploatacyjna robota /nie u wszystkich użytkowników była prowadzona/ oraz "Książka Napraw" Serwisu ZD PIAP.

Informacje zbierano o 12 robotach IRb-6 i 4 robotach IRb-60, znajdujących się w 8 zakładach przemysłowych.

W okresie zbierania informacji o eksploatacji robotów 8 robotów IRb-6 pracowało, 3 były uszkodzone i czekały na naprawę, zaś 1 robot w dalszym ciągu był adaptowany do współpracy ze stanowiskiem spawalniczym /ZM URSUS/. Podobnie na 4 roboty IRb-60 3 są eksploatowane, zaś 1 w dalszym ciągu jest adaptowany /ZPM im.Ciegielskiego/.

2. Eksploatacja robotów w poszczególnych zakładach przemysłowych

2.1. Pomorskie Z-dy Aparatury Niskiego Napięcia "APATOR" w Toruniu

W zakładzie znajdują się 4 roboty IRb-60 o nr nr 4085/2380, 4085/2486, 4086/0302, 2/79.

Dwa roboty są produkcji ASEA zakupione w 1978 r., zaś dwa pozostałe produkcji PIAP /zmontowane z "kitów"/ i zakupione w 1979 i 1981 r.

Do chwili obecnej pracują 3 roboty, zaś 4-ty, zdekompletowany, od 1982 roku nie był użytkowany. Jest on obecnie kompletowany i przygotowywany do uruchomienia.

Trzy eksploatowane roboty pracują głównie przy spawaniu obwodów do aparatury i urządzeń dla górnictwa. Polega ono na przyspawaniu tulei do walca /spaw na obwodzie o długości ok. 14 cm/. Czas wykonania tej operacji wynosi ok. 1 min. Według oświadczenia użytkowników roboty pracują na 2 zmiany.

W przypadku spawania innych dużych detali roboty współpracują z ruchomymi stołami.

Roboty są zainstalowane na dużej hali produkcyjnej o b. dużym zapyleniu i dużych wahanach temperatury oraz napięcia zasilającego.

Uszkodzenia robotów występują przeciętnie raz na miesiąc.

W okresie sprawozdawczym uległy uszkodzeniu: silnik, prądnica, sterowniki, cięgna, łożysko igielkowe, koła zębate zespołu napędowego, mieszek ochronny, zaciski, sterownik mocy. Naprawiał Serwis ZD PIAP lub użytkownik we własnym zakresie.

Wykonywano również bieżące przeglądy połączone z wymianą oleju w przekładniach oraz regulacją i sprawdzeniem.

W okresie 1984/85 Serwis ZD dokonał 3-ch napraw u użytkownika.

Czas przestoju poszczególnych robotów wynosił od 5 do 30 dni i był uzależniony od rodzaju uszkodzenia. W ramach napraw dokonano:

- wymiany silnika w osi "α" w jednym robocie,
- wymiany sterownika mocy osi "φ"
- wymiany cięgien,
- " kół zębatach,
- " zacisków,
- " obudowy łożyska i samego łożyska,
- " mieszka ochronnego.

Podczas każdej naprawy dokonywano konserwacji, regulacji oraz sprawdzenia prawidłowej pracy. Uszkodzenia następowały wskutek fizycznego zużycia w czasie eksploatacji.

2.2. Lubuskie Z-dy Aparatury Elektrycznej "LUMEL" w Zielonej Górze

W zakładzie są 4 roboty IRb-6 o nr nr 3/79, 6/79, 7/79 oraz 4086/0300 - wszystkie produkcji PIAP.

Zostały one zamontowane w 1979 r. w gniazdach obróbczych z tym, że obecnie pracują 3 roboty, a jeden jest przygotowywany do pracy.

Roboty pracowały dotychczas na 2 zmiany, a od 3-ch m-cy pracują na 3 zmiany.

Roboty są zainstalowane w dużej hali fabrycznej, gdzie temperaturę latem dochodzi do +40°C a zimą często nie przekracza +16°C.

Trzy roboty podają do gniazd obróbczych /obrabiarek zespołowych/ łączniki oraz bębny wykonane z aluminium. Masa przenoszonych detali wynosi około 300 i 500 gramów. Wykonywana przez roboty praca jest monotonna i b.męcząca dla człowieka.

Przy obróbce detali występuje duże zapylenie pyłami aluminium, co ujemnie oddziałuje na roboty. Pył aluminiowy osadza się na stykach elektrycznych nawet w szafach sterowniczych, w związku z czym zachodzi konieczność częstego oczyszczania robota. Okresowe przeglądy wykonywane są raz w roku.

W okresie 1984/85 Serwis Zdu Doświadczalnego PIAP dokonał 6 napraw. Czas przestoju poszczególnych robotów wynosił od 7 do 14 dni.

W ramach napraw dokonano:

- wymiany silników w osi „ α ” i „ t ”
- " silników w osi „ α ” i „ θ ”
- " silników w osi „ φ ” /dwukrotnie/
- " płyty sterownika QHNM 307 i QHNM 306
- " pierścieni uszczelniających w osi „ φ ”
- " łożyska w oprawie przegubu osi „ t ”
- " wałka łożyska ciągną
- zamontowanie nowych kołków w oprawie cięgien przegubu osi „ t ”
- regulacji resolwerów w osiach „ φ ” i „ θ ” sterowników mocy
- " sterowników wszystkich osi z ogranicznikami prądowymi
- wymiany płyty w jednostce centralnej
- regulacji resolwerów w osiach „ φ ” i „ θ ”
- wymiany oleju oraz regulację i synchronizację.

2.3. Fabryka Aparatów Elektrycznych "APENA" w Bielsku Białej

W zakładzie pracują dwa roboty IRb-6 o nr nr 4085-1863 oraz 4086-0301. Obydwa roboty są produkcji ASEA i zostały uruchomione w 1978 r. Roboty pracują na 1 zmianę przy spawaniu elementów łączników energetycznych. Przy spawaniu występują drgania ramion przy dużych wysunięciach i szybkich posuwach. Nie przeszkadza to w wykonywaniu procesu spawania. Awaryjność występuje od 1 do 2 w roku. W początkowym okresie często ulegały uszkodzeniu prądnice tachometryczne.

Roboty są czułe na zakłócenia w sieci, które występują przy włączeniu większej ilości spawarek, co powoduje zmianę lub zatrzymanie programu w trakcie procesu technologicznego spawania. Spowodowało to nawet uszkodzenia spawarki. Na przestrzeni ostatniego okresu nie odnotowano większych awarii. W jednym tylko robocie występowały systematyczne przekłamania, które wstąpiły po dokładnym oczyszczeniu i regulacji robota.

2.4. Opolskie Z-dy Aparatury Spawalniczej "OZAS" w Opolu

W zakładzie znajduje się 1 robot IRb-6 o nr 4086-0312 pred. PIAP, który został zakupiony w 1983 r. Robot jest przeznaczony do pracy w specjalistycznym stanowisku spawalniczym.

Dotychczasowe wykorzystanie robota ma charakter badawczy i na tym etapie nie można zbierać danych eksploatacyjnych. Zauważono, że po dłuższym okresie przestoju następuje przesunięcie w pozycjonowaniu /około 20 mm/ od pierwotnego programu.

W okresie sprawozdawczym Serwis ZD MERA PIAP dokonał 2 napraw. Dokonano wymiany oleju w przekładni osi „5” i osi „6”, regulacji synchronizacji osi i sprawdzeń punktów synchronizacji.

2.5. Z-dy Mechaniczne URSUS w Warszawie

W zakładzie znajduje się jeden robot IRb-6 o nr 1/79 produkcji ASEA. Robot nie jest aktualnie stale eksploatowany.

W dalszym ciągu jest wykorzystywany do różnych prób zastosowania. Docelowo ma być zainstalowany w gnieździe produkcyjnym przy spawaniu podzespołów /podnóżki, wspornik siedzenia/ ciągnika licencyjnego MF 255.

W okresie sprawozdawczym Serwis ZD PIAP dokonał jednej naprawy, podczas której:

- wyregulowano wszystkie sterowniki
- sprawdzono punkty synchronizacji
- wymieniono panel programowania
- " " płytę wejścia/wyjścia
- dokonano testowania części elektronicznej.

2.6. Z-dy Przemysłu Metalowego im. H.Cegielskiego w Poznaniu

Aktualnie w zakładzie znajdują się 2 roboty IRb-60 produkcji PIAP. Jeden robot nr 1/80 pracuje w Zakładzie Wyrobów Tłoczonych w Bolechowie, gdzie zamontowany jest w stanowisku prasy hydraulicznej, na której wykonywane są wytłoczki z grubych blach w 7 operacjach.

Robot nie jest w pełni wykorzystywany na skutek częstych zmian operacji w procesie technologicznym, co związane jest z wymianą urządzeń stanowiska. Drugi robot został przekazany do Działu Gł. Technologa, gdzie adaptowany jest do pracy w nowo opracowanym stanowisku. Uruchomienie przewidziano w 1985/86 r. W okresie sprawozdawczym Serwis ZD PIAP dokonał jednej naprawy polegającej na usunięciu przyczyny braku napięcia zasilającego sterowniki. Dokonano konserwacji, regulacji i sprawdzenia.

2.7. Zakład Elektro-Metalurgiczny w Blachowni

W zakładzie znajduje się jeden robot IRb-60 produkcji PIAP nr 10/79. Robot pracował przy szlifowaniu odlewów. W czasie pracy występowały często przeciążenia spowodowane różną grubością nadlewów. Podczas szlifowania występuje duże zapylenie, które powoduje zwarcie na płytach w szafie sterowniczej.

Robot przez długi czas nie pracował na skutek awarii w sierpniu 1984 r., podczas której nastąpiło uszkodzenie płyty we/wy /układ scalony UHP-407/. Naprawa robota możliwa była dopiero w marcu b.r., po zakupie części z importu.

2.8. Zakłady Automatyki Przemysłowej ZAP w Ostrowie Wlkp.

W zakładzie pracuje jeden robot IRb-60 produkcji ASEA nr 7/79. w stanowisku do docierania powierzchni odlewów 3-ch pokryw zamocowanych w specjalnym uchwycie. Podczas docierania robot dociska detale w sposób ciągły z siłą 50 kG. Wykonuje pracę b.uciążliwą dla człowieka.

Robot pracuje w dużej hali fabrycznej pośród innych obrabiarek. Jest wykorzystywany na jedną zmianę.

Robot jest naprawiany na bieżąco przez własny zakładowy serwis. Co 3 m-ce dokonywane są przeglądy okresowe /mycie styków, wymiana przewodów, pneumatycznych i elektrycznych/.

W okresie sprawozdawczym serwis ZD PIAP dokonał jednej naprawy, podczas której wymieniono pamięć kasetową oraz pakiet QHNM 304 - uszkodzenie polegało na braku współpracy robota z magnetofonem.

Według stwierdzenia przedstawicieli zakładu awaryjność robota występuje średnio 4 razy do roku - najczęściej uszkadzają się silniki i sterowniki silników.

3. Oszacowanie średniego czasu między uszkodzeniami robotów IRb.

Oszacowanie czasu między uszkodzeniami możliwe było jedynie dla 8 robotów IRb-6 spośród 12 zakupionych przez zakłady przemysłowe. Cztery roboty nie były eksploatowane w sposób ciągły wskutek wykorzystywania ich dotychczas w badaniach adaptacyjnych lub przerw w ich pracy spowodowanych uszkodzeniem robotów i niemożności szybkiej ich naprawy z powodu braku części lub zespołów zamiennych.

Spośród 4 robotów IRb-60 tylko 1 /w ZAP Ostrów / jest eksploatowany w sposób ciągły na 1 zmianę. Czas między uszkodzeniami dla tego robota szacuje się na ok. 500 h. Dla pozostałych 3 robotów nie można oszacować czasu pracy między uszkodzeniami, ponieważ:

- 1 robot w ZPM im. Cegielskiego jest adaptowany do nowoprojektowanego stanowiska technologicznego,
- 1 robot w ZPM im. Cegielskiego, współpracujący z prasą, jest wykorzystywany w minimalny sposób; stosunkowo długie czasy przestoju spowodowane są technologicznym przeobrażaniem stanowiska,
- 1 robot w Zakładach Elektro-Metalurgicznych w Blachowni, pracujący w b.ciężkich warunkach /szlifowanie odlewów/ ulega bardzo częstym awariom /od sierpnia 84 r. do marca 85 r. unieruchomiony z powodu braku części zamiennych/.

Oszacowania średniego czasu między uszkodzeniami dla robotów IRb-6 dokonano oddzielnie dla robotów wyprodukowanych w firmie ASEA oraz w PIAP /z tzw. kitów/.

Przy oszacowaniu średniego czasu między uszkodzeniami wykorzystano również dane podane w poprzednim sprawozdaniu /nr rej. 5186/ otrzymując dane za cały okres eksploatacji - do roku 1985.05.31.

dane dotyczące robotów szwedzkich

nr robota	użytkownik	czas pracy t ^{*/} /h/	liczba awarii /m ^{*/} /	zastosowanie
4086/0302	APATOR	8000+6000	6 + 3	spawanie
4085/2380	APATOR	1800+6000	5 + 3	spawanie
4086/0301	APENA	3600+3000	2 + 1	spawanie
4085/1863	APENA	1200+3000	0 + 1	spawanie

*/ dane do 1984 r. podano na pierwszym miejscu, dane za 1984/85 podano na drugim miejscu.

Łącznie 4 roboty przepracowały $\sum t = 32600$ h przy $m = 21$.

Średni czas między uszkodzeniami można oszacować na:

$$T = \frac{\sum t}{m} = \frac{32600}{21} \approx 1550 \text{ h}$$

dane dotyczące robotów krajowych

nr robota	użytkownik	czas pracy t ^{*/} /h/	liczba awarii /m ^{*/} /	zastosowanie
2/79	APATOR	4500+6000	9+3	spawanie
6/79	LUMEL	15000+6000	8+4	praca w gniazdach
7/79	LUMEL	15000+6000	7+4	obróbkowych
3/79	LUMEL	15000+6000	11+4	

Łączny czas pracy dla 4 robotów $\sum t = 73500$ h przy $m = 50$.

Średni czas między uszkodzeniami można oszacować na:

$$T = \frac{\sum t}{m} = \frac{73500}{50} \approx 1470 \text{ h}$$

Powyższe oszacowanie jest obarczone dużym błędem /brak dokładnej ewidencji czasów pracy robotów u użytkowników/, można jednak przyjąć, że średnie czasy między uszkodzeniami robotów f-my ASEA i produkowanymi przez PIAP są podobne.

4. Analiza uszkodzeń

4.1. Analiza uszkodzeń robotów IRb-6

Przy analizie rozpatrywano uszkodzenia robotów eksploatowanych w sposób ciągły w zakładach przemysłowych. Uszkodzenia podzielono na trzy rodzaje: mechaniczne, elektryczne i elektroniczne.

Z ogólnej liczby uszkodzeń ok. 71 przypada po 40 % na uszkodzenia elektryczne i mechaniczne i ok. 20 % na elektroniczne.

Uszkodzenia ~~elektryczne~~ mechaniczne występują najczęściej na skutek zużycia fizycznego, uszkodzenia elektroniczne powstają najczęściej na skutek dużego zapylenia w otoczeniu robota /pyły aluminiowe itp/ oraz złej jakości elementów elektronicznych.

Z analizy napraw uszkodzeń mechanicznych wynika, że dotyczą one łożysk, obudów, łożysk cięgien, kołków zabezpieczających /ścinanie/, dużych luzów w przegubach, zużycia kół zębatach, mieszków i pierścieni uszczelniających. Z 17 uszkodzeń elektrycznych należy wymienić uszkodzenie silników, prądnic tachometrycznych, sterowników, połączeń elektrycznych i rozregulowania się sterowników.

Uszkodzenia elektroniczne to uszkodzenia różnego rodzaju płytek, a w szczególności płyty we/wy, jedno uszkodzenie panelu programowania, zespołu wyświetlacza płyt QHNM301, QHNM306.

Szczegółowy opis uszkodzeń, których usunięcia dokonali pracownicy Serwisu ZD jest odnotowany w "Kartach Napraw u Użytkowników", znajdujących się w Serwisie ZD PIAP.

4.2. Analiza uszkodzeń robotów IRb-60

Ilość uszkodzeń robotów IRb-60 znacznie zmalała w porównaniu z poprzednim okresem.

Należy zaznaczyć, że zmalało również wykorzystanie tych robotów.

Robot w ZM im. H.Cegielskiego w Bolechowie jest nie wykorzystany w pełnym zakresie, a drugi jest w trakcie adaptacji do projektowanego stanowiska.

Robot IRb-60 w ZE-M w Blachowni nie był eksploatowany przez długi okres z powodu braku części zamiennych.

Jedynie robot IRb-60 prod. ASEA był eksploatowany w ZAP Ostrów Wlkp. planowo. Według oświadczeń pracowników ZAP robot ulega uszkodzeniu średnio 4 razy do roku. Najczęściej uszkodzają się silniki i sterowniki. Jeden raz uległ uszkodzeniu pakiet QHNM-304 i pamięć kasetowa.

5. Podsumowanie

1. Roboty IRb-6 cieszą się dobrą opinią u tych użytkowników, u których zostały zastosowane do spawania i do obsługi urządzeń technologicznych eliminując uciążliwą pracę ludzi, taką jak docieranie, szlifowanie, obróbka odlewów oraz polepszając warunki bhp i zwiększając wydajność pracy.
2. W trakcie badań eksploatacyjnych stwierdzono dużą wrażliwość robotów na zanieczyszczenia przemysłowe, a w szczególności na pyły metali oraz zakłócenia sieciowe.
3. Oszacowane wartości średnich czasów między uszkodzeniami dla robotów produkcji ASEA i krajowej są porównywalne.
4. Z analizy uszkodzeń wynika, że^{na} częstotliwość ich występowania istotny wpływ mają dokładność montażu robota oraz sposób jego użytkowania. Roboty zmontowane z "kitów" charakteryzują się wyższą awaryjnością elementów mechanicznych niż roboty produkcji ASEA.
5. W celu poprawy jakości robotów na etapie produkcji technolodzy i konstruktorzy winni na bieżąco analizować "Karty napraw u użytkowników" robotów, prowadzone przez Serwis ZD-PIAP. W szczególności należy dążyć do ustalenia przyczyn zbyt szybkiego zużywania i uszkodzania się części mechanicznych robotów zmontowanych z "kitów", silników elektrycznych oraz niedostatecznej szczelności szaf układów sterowniczych.
6. W celu stworzenia możliwości uzyskiwania prawdziwych informacji o rzeczywistym czasie pracy robota wydaje się celowe instalowanie w układach sterowniczych urządzeń rejestrujących czas pracy robota/np. zastosowanie integratorów chemicznych /.