

Andrzej Gogolewski, Krzysztof Królik,  
Adrian Kubicki

Instytut Mechaniki Precyzyjnej

## ROBOT RIMP-1000 JAKO ŚRODEK AUTOMATYZACJI PRODUKCJI.

**Streszczenie.** Na przykładach wdrożeń robota RIMP-1000 w FSS Kielce, FSO W-wa i prac aktualnie prowadzonych zostanie przedstawiony problem mechanizacji i automatyzacji stanowisk technologicznych: cynkowania zanurzeniowego i zgrzewania punktowego. Omówione zostaną wymagania, które powinny spełniać stanowiska technologiczne wytypowane do robotyzacji.

### 1. Wstęp

Rozwój robotyzacji stworzył możliwości mechanizacji i automatyzacji wielu prac. Do nich należą również takie technologie, jak metalizacja zanurzeniowa oraz zgrzewanie punktowe. Robotyzacja metalizacji zanurzeniowej wymaga odpowiedniego doboru robota, jak również spełnienia dodatkowych wymagań związanych ze specyfikacją tej technologii. Znacznym ograniczeniem dla wykorzystania robotów do mechanizacji stanowisk metalizacji zanurzeniowej są duże zazwyczaj ciężary metalizowanych przedmiotów oraz ich wymiary.

Wytwarzane wersje robotów, stacjonarne podwieszane, przejezdne, modułowe oraz wykonania specjalne pozwalają na ich stosowanie zarówno w systemie gniazdowym jak i w liniach technologicznych. Możliwości programowe i ruchowe pozwalają chwytakami robota wykonywać pożądane manipulacje zarówno w kąpielu jak i nad nią dla uzyskania niezbędnej jakości powłoki.

Przewaga zastosowania robota nad urządzeniem specjalnym wynika przede wszystkim stąd, że konstrukcja takiego urządzenia prowadziłaby do zaprojektowania mechanizmów zbliżonych do robotów, ale w efekcie byłoby to droższe i nie przystosowane do zmian asortymentowych. Nie zmienia to faktu, że zastosowanie robota przemysłowego przy procesach metalizacji zanurzeniowej jest trudne technicznie.

## 2. Zastosowanie robotów w metalizacji zanurzeniowej.

Wprowadzenie robota w ciąg technologiczny wymaga spełnienia określonych warunków techniczno organizacyjnych.

Przygotowanie powierzchni produkcyjnej powinno uwzględniać takie zainstalowanie robota przy piecu grzewczym, by uzyskać pełne bezpieczeństwo pracy w obszarze manipulacji ramienia robota. Z uwagi na to, że większość wydziałów fabrycznych na których prowadzi się metalizację ma atmosferę korozyjną, szafy sterownicze robota powinny być instalowane w odrębnym pomieszczeniu. Należy przewidzieć wygodny dostęp zarówno do robota jak i do pieca grzewczego. W przypadku robotów stacjonarnych i przejezdnych zwykle trzeba przewidzieć pomosty podnoszące robota dla uzyskania lepszej manipulacji w piecu, a dla podwieszanych zaprojektować konstrukcje wsporcze.

Robotów nie należy instalować przy piecach grzewczych opalanych węglem, przy braku regulacji temperatury kąpeli, wentylacji pomieszczenia itp. Zainstalowanie odpowiednio zmodernizowanego pod względem energetycznym pieca z możliwością regulacji temperatury jest zasadniczym krokiem do zautomatyzowania procesu metalizacji zanurzeniowej. Sterowanie procesem uwzględnia nadzór nad temperaturą kąpeli. Również należy zwrócić uwagę by piec posiadał zmechanizowaną pokrywę zabezpieczającą przed stratami ciepła w czasie przerw w produkcji. Urządzenia pozycjonujące przedmiot należy zaprojektować na wyjściu z suszarki. Będą one stanowić przezbrajany fragment linii w zależności od produkowanego asortymentu. Istnieje możliwość pobierania zorientowanych półfabrykatów w systemie transportu ciągłego bez zatrzymania zawieszek transportera.

W wielu przypadkach będzie wymagana współpraca robota z pracownikami obsługi, którzy będą układali i pozycjonowali półfabrykaty /kosze zasypowe/ na stołach, które z uwagi na bezpieczeństwo pracowników są konstruowane jako obrotowe lub przesuwne. Przy metodach suchych należy przewidzieć dogrzanie półfabrykatów na stołach pozycjonujących. Kompleksowość zrobotyzowania procesu metalizacji zanurzeniowej wymaga zaprojektowania specjalnych urządzeń odbierających, przystosowanych do współpracy z robotem. W przypadku odbioru ręcznego mają one zapewnić bezpieczny przeładunek na wózki transportowe. Istnieje również możliwość załadowania przez robot pokrytych metalen części na transporter pracujący w ruchu ciągłym. Urządzenia odbierające można powiązać z systemem oddechowania lub chłodzenia wodą.

Konstrukcja urządzenia zgarniającego stanowi poważny problem związany z aplikacj roboty przy technologii metalizacji, którego rozwiązanie ma zasadniczy wplyw na jakoc wykonanego pokrycia. Usuwanie ręczne popiołu, tlenków czy innych zanieczyszczeń z powierzchni kąpieli, w której operuje robot, jest niebezpieczne i uciazliwe. Prace Instytutu zmierzają do skonstruowania uniwersalnego mechanicznego manipulatora zgarniającego, sterowanego z szafy robota, dającego możliwośc odgarniania zarówno przed włożeniem jak i przed wyjciem wyrobu z kąpieli.

Wybór robota przemysłowego do metalizacji zanurzeniowej należy przede wszystkim od wymogów procesu. Manipulowanie polfabrykatami lub kołkami z polfabrykatami wymaga zastosowania znacznych momentów, wynikających nie tylko z samego cizaru, ale rowniz z oporów ruchu w cieczy, konieczności otrzasania przedmiotu oraz konieczności stosowania wydłużonych chwytaków. Wymaga to zastosowania wzmacnionej głowicy dla zapewnienia niezbędnych momentów w zależności od wykorzystania poszczególnych stopni swobody.

Dla przykładu przedstawiono podatawowe wielkości dopuszczalnych obcie i momentów dla kilku typów robotów.

<u>Typ robota</u>	<u>Udźwig nominalny/kG/</u>	<u>Zakresy momentów Nm</u>
Unimate 2000B	136	60 - 110
Unimate 400B	205	260 - 400
Horizontal 80	80	100 - 200
RIMP - 1000	60	50 - 100
IRB - 60	60	240

Dolne granice dopuszczalnych momentów występują dla ruchów "ręki robota". Stosunkowo najlepszą wytrzymaoc na zmienne opory i przecizenia, występujące w procesie metalizacji zanurzeniowej wykazują roboty przemysłowe z napędem hydraulicznym.

Do manipulowania większości polfabrykatw występujących w metalizacji zanurzeniowej wystarczy robot z pięcioma stopniami swobody. Jednak w przypadku bardziej skomplikowanych katatw może zaistnieć koniecznoc zainstalowania szóstego stopnia swobody, co należy uwzględnić w analizie potrzebnych momentów.

Robot zastosowany przy procesie metalizacji jest narazony na działanie temperatury oraz odprysków krzepnącego metalu. Powoduje to koniecznoc zastosowania specjalnych osłon głowicy i ramienia robota. Z uwagi na agresywne opary cynku należy zwrocc szczególną uwagę na zabezpieczenie antykorozyjne robota.

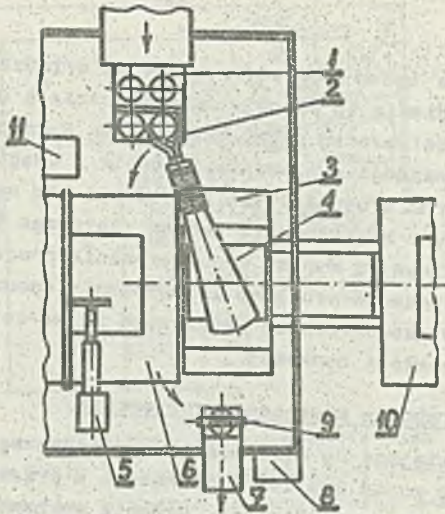
Ważną sprawą jest zabezpieczenie możliwości wycofania ręcznego ramienia robota z kąpielii w przypadku zaniku napięcia lub awarii zespołów sterowniczych. Niektóre wdrożenia wymagają zastosowania wersji robota z wydłużonym ramieniem.

Konstrukcja chwytaków uzależniona jest od kształtu i ciężaru podnoszonego półfabrykatu. Muszą one posiadać dostateczną siłę zaciśku /około 10 razy większą od ciężaru/ i blokadę na wypadek zaniku energii. Ważną sprawą jest zabezpieczenie powierzchni chwytaka przed nakładaniem się warstwy metalu z kąpielii. Np. w przypadku cynkowania można chwytak aluminiować a następnie wyzarzyć. Również ważna jest izolacja termiczna zabezpieczająca przed nagrzeniem się mechanizmów napędowych chwytaka. Zaciśk powinien następować wolniej od otwarcia zwłaszcza przy chwytaniu półfabrykatów z cienkimi ściankami. Przy chwytaniu kilku detali jednocześnie należy przewidzieć osłony zabezpieczające przed wzajemnym opryskiwaniem podczas otrząsania. Rozważa się możliwość mocowania chwytaka do głowicy robota za pośrednictwem zespołów wibracyjnych ułatwiających otrząsanie półfabrykatów z nadmiaru metalu.

Na rys. 1 pokazano projektowaną linię technologiczną do cynkowania zanurzeniowego bębnow pralek o masie ok.6 kg. W skład budowanej linii wchodzi: suszarka z transporterem i urządzeniem pozycjonującym, oporowy piec grzewczy, urządzenie zgarniające oraz urządzenie odbierające związane z zespołem chłodząco-odmuchującym. Zastosowano robot złożony RIMP-1000, przy czym szafa sterownicza będzie umieszczona w sąsiednim pomieszczeniu. Usytuowanie robota umożliwi wykorzystanie go przy obsłudze drugiej linii.

Po operacjach wstępnych bębny są załadowywane na transporter suszarki, a po wysuszeniu- przesuwane na stanowisko odbioru i ostatecznie orientowane w urządzeniu pozycjonującym. Dwuszcękowy chwytak zamontowany na ramieniu robota przenosi bęben nad powierzchnię cynku, która jest wcześniej oczyszczona z popiołu za pomocą zgarniaka.

Po włożeniu przedmiotu do kąpielii robot wykonuje czynności manipulacyjne odwzorowujące ruchy obsługi ręcznej. W trakcie zanurzania bęben jest przesuwany do krawędzi wanny tak, aby przed wyjęciem go z cynku mogło nastąpić ponowne odgarnięcie popiołu przez zgarniak. Po wyjęciu bębna z kąpielii robot otrząsa go z nadmiaru cynku i odkłada na transporter odbierający z zamontowanym urządzeniem wydmuchującym resztki cynku. Następne bębny poddawane są oględzinom zewnętrznym i odkładane ręcznie na wózki transportera. Szafa robota steruje urządzeniem wchodzącym w skład zrobotyzowanej części linii. Obsługa korzysta jedynie z dodatkowego pulpitu sterowniczego zapewniającego także automatyczne działanie poszczególnych urządzeń.



Rys.1 Zrobotyzowane stanowisko cynkowania bębnow pralok:  
 1-suszarka z transporterem, 2-urządzenie pozycjonujące, 3-podest,  
 4-robot przemysłowy RIMP-1000, 5-zgarniak, 6-pieć grzewczy, 7-urządzenie odbierające, 8-pulpit, 9-urządzenie odmuchujące,  
 10-pieć grzewczy II, 11-pojemnik na popiół.

Synchronizacja pracy urządzeń i robota dokonywana jest za pośrednictwem wejść robota i wyłączników krańcowych umieszczonych na stanowisku technologicznym.

Rozpoczęcie cyklu pracy robota możliwe jest po sprawdzeniu i spełnieniu warunków

- ramię robota na stojaku,
- urządzenie pozycjonujące załadowane bębnami /bębnem/,
- pokrywa pieca grzewczego zdjęta,
- temperatura cynku właściwa,
- urządzenie odbierające wolne,

Pracę robot zaczyna od obsługi urządzenia pozycjonującego. W zależności od stanu krańcówek i fotokomórki chwytka bęben lewy lub w przypadku jego braku bęben prawy. Możliwe to jest dzięki wyposażeniu robota w rozjeżdżanie warunkowe. Następnie przystępuje do cynkowania bębna. Przed zanurzeniem bębna i przed jego wyjęciem uruchamiany jest zgarniak żużla. Pracuje on pod nadzorem US robota. Kontrolii podlegają dwie jego pozycje : wyjściowa i pośrednia.

Po wyjęciu z cynku bęben odstawiany jest na urządzenie odbierająco-odmuchujące. Urządzenie to pracuje autonomicznie i uruchamiane jest przez robota po odstawieniu przez niego bębna. Rozpatrywane wcześniej inne metody mechanizacji cynkowania, głównie z uwagi na skomplikowane ruchy w kąpeli oraz trudności ich realizacji bez możliwości programowania, zdecydowały o zastosowaniu robota złożonego typu RIMP-1000 z napędem hydraulicznym. W wyniku zrobotyzowania procesu cynkowania bębnow przalek obok zmniejszenia problemu zatrudniania spodziewane jest również uzyskanie efektów ekonomicznych związanych ze wzrostem wydajności i poprawą jakości powłoki cynkowej.

### 3. Zastosowanie robotów w procesie zgrzewania.

O wiele łatwiejszą do wykorzystania technologią jest zgrzewanie punktowe. Obecnie ponad 20% zainstalowanych w przemyśle światowym robotów wykonuje prace spawalnicze, głównie zgrzewanie punktowe. Technologia ta, ze względu na ciężar zgrzewadła, przewodów elektrycznych oraz doprowadzających ciecz chłodzącą wymaga robota o dużym udźwigu. Jednocześnie ze względu na dyskretny charakter procesu zgrzewania wymagania na sterowanie nie są wygórowane i sterowanie PTP jest zupełnie wystarczające. Z tych też względów roboty RIMP-1000, mogą być wykorzystywane do procesów zgrzewania punktowego.

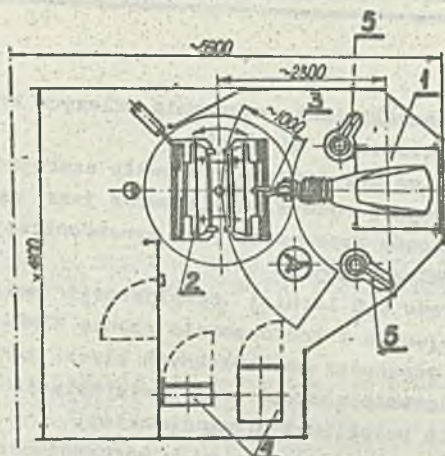
Zrobotyzowane stanowisko do zgrzewania pasa tylnego samochodu osobowego "POLONEZ" z udziałem robota RIMP-1000 przedstawiono na rys.2. Składa się ono z następujących podstawowych urządzeń :

- robota przemysłowego RIMP-1000 wraz z szafą sterującą,
- dwupozycyjnego, obrotowego przyrządu zgrzewalniczego,
- zgrzewarki C 12817 wraz z transformatorem i zgrzewadłem suwakowym,
- szafy sterującej stanowiskiem i robotem.

Stanowisko wyposażone jest również w słupy zabezpieczające przed awaryjnym obrotem ramienia robota poza zaprogramowany zakres pracy.

Stosowany system instalacji sterującej w FSO wymagał zastosowania dodatkowej szafy sterującej stanowiskiem.

Całe stanowisko oddzielone jest od pozostałej powierzchni produkcyjnej hali barierką z blokadą zabezpieczającą przed wejściem nieupoważnionej osoby.



Rys.2 Zrobotyzowane stanowisko zgrzewania pasa tylnego samochodu "POLONEZ" ; 1-robot przemysłowy RIMP-1000, 2- dwupozycyjny, obrotowy przyrząd do zgrzewania, 3-zgrzewadło, 4-szafa sterująca stanowiskiem i robotem, 5-słupy zabezpieczające.

Operacja zgrzewania składa się z następujących czynności:

- włożenia do przyrządu zespołu wstępnie zgrzanego w poprzedniej operacji,
- obrotu przyrządu,
- właściwego zgrzania według programu /36 zgrzein/,
- automatycznego odblokowania zespołu po powrocie przyrządu do poprzedniej pozycji.

Zdejmowanie z przyrządu zgrzanego zespołu i wkładanie kolejnego do zgrzewania odbywa się podczas wykonywania programu zgrzewania przez robot. Umożliwia to przyrząd obrotowy.

Automatyzacja procesu zgrzewania umożliwiła zastosowanie wielowarstwowości, gdyż pracownik wykonujący poprzednie zabiegi zamiast odkładać detal na pole odkładcze do następnej operacji wkłada bezpośrednio przygotowany zespół do przyrządu w trzeciej operacji. Dodatkowa czynność to wyjęcie zgrzanego poprzednio zespołu oraz włączenie przycisków uruchamiających cykl pracy. Wszystkie pozostałe czynności realizowane są w cyklu automatycznym.

Warunkiem rozpoczęcia cyklu zgrzewania są sygnały elektryczne kontrolujące zadziałanie blokady, prawidłowość położenia stołu, obecność zespołu w przyrządzie, zamknięcie pneumatycznych zaciaków przyrządu, załączenie zasilania zgrzewarki oraz prawidłowe ciśnienie sprężonego powietrza. Istnieje również kontrola rozwarcia elektrod zgrzewadła przez czujnik związany z ruchomą elektrodą.

Ma to na celu umożliwienie wykonania dalekich kroków w przypadku przyklejenia się elektrody do blachy.

Sygnały kontrolne są przyjmowane a sygnały sterujące są generowane przez szafę sterującą robota. Realizowane jest za pomocą wejść i wyjść. W ten sposób zapewniona jest synchronizacja pracy całego stanowiska technologicznego.

Na podstawie okresu 2,5 letniej eksploatacji można przedstawić szereg korzyści, wynikających z zastosowania robota RIMP-1000. Są to:

- podwyższenie własności mechanicznych złącz zgrzewanych poprzez równomierne rozłożenie zgrzeń oraz powtarzalność parametrów zgrzewania,
- wyeliminowanie uciążliwej pracy ludzkiej,
- ograniczenie zatrudnienia w wyniku wprowadzenia wielowareztatowości.

Ponadto omawiane wdrożenie wykazało, że :

- możliwe jest szybkie pokonanie bariery psychologicznej, które zwykle towarzyszy tego rodzaju przedsięwzięciom,
- istniejącą wersję robota RIMP-1000 można automatyzować wybrane procesy zgrzewania punktowego przy zastosowaniu zgrzewarek podwieszonych,
- potwierdziła się celowość prowadzenia prac modernizacyjnych robota RIMP-1000 pod kątem rozszerzenia zastosowań w technologii zgrzewania punktowego,
- roboty RIMP-1000 mogą zastępować w miarę wyeksploatowania roboty Unimate zastosowane w linii montażu karoserii samochodu "POLONEZ".

Recenzent: Doc.dr inż. Andrzej Kaczmarszyk  
Wpłynęło do Redakcji do 30.03.1984r.

РОБОТ РИМП - 1000 В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

## Р е з ю м е

Рассматривается проблема автоматизации технологических процессов горячих цинкований и точечной сварки при помощи роботов. Описываются требования для технологических процессов, в которых используются роботы.

RIMP-1000 ROBOT AS A MEAN OF PRODUCTION AUTOMATION

## S u m m a r y

Automation of technological processes of spot welding and hot dip galvanization by industrial robot RIMP-1000 working at FSS-Kielce and FSO-Warszawa is described. The main requirements which should be fulfilled for the application of the robot to such processes are shown.