

Bogdan Leszek Górbiel

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów

ROBOTY MOBILNE

Streszczenie. W referacji omówiono, na przykładzie robota IRb-60, korzyści płynące z nadania robotowi mobilności. Sklasyfikowano występujące rozwiązania konstrukcyjne układów drogowych przemysłowych robotów uniwersalnych i krótko je opisano. Nie podważając dominującej roli silników elektrycznych jako napędów układów drogowych zaproponowano kilka zestawów opartych na pneumatycznych członach wykonawczych, które w perspektywie powinny odegrać większą rolę ze względu na ich zalety ekonomiczne i techniczne (niższy ciężar i koszt, mniejsze zużycie mocy).

1. Wprowadzenie.

Robot mobilny (mogący przemieszczać się wraz z podstawą) powstaje przez dołączenie układu drogowego (np. wózka jezdnego) do robota z nieruchomą podstawą.

Mobilność robota rozszerza strefę manipulacyjną, umożliwia lepsze wykorzystanie czasu pracy robota oraz eliminuje kinematyczne ograniczenia robota.

Korzyści płynące z nadania robotowi mobilności z ilustruje przykład robota IRb-60.

Obszar pracy robota IRb-60 jest w przybliżeniu toroidem o wewnętrznym promieniu 1,1m i przekroju eliptycznym o średnicy poziomej 1,1m i średnicy pionowej 1,9m. Ten sam robot, w połączeniu z wózkiem jezdnym, może pracować w obszarze zwiększonym o dwa tunele (długości 20m każdy), łączące połowę toroidu.

Robot IRb-60, pracując w gnieździe, może obsłużyć dwie lub trzy obrabiarzki. Po uzyskaniu mobilności może obsługiwać obrabiarzki ustawione po obu stronach linii długości kilkunastu metrów, a więc może obsługiwać sześć, osiem obrabiarek, przy czym łatwiej jest rozwiązać transport detali, odprowadzenie wjórów, doprowadzenie instalacji i obsługę oraz konserwację maszyn.

Linijowe ustawienie maszyn pozwala zachować strukturę hali przemysłowej identyczną jak przed robotyzacją, ze wszystkimi zaletami, jak: dobra wykorzystanie powierzchni, łatwy dostęp do każdego punktu hali itp. Przy pewnych typach obrabiarek możliwe jest usytuowanie robota z tyłu, co pozwala na szybkie przejście na ręczną obsługę maszyn (strefa z przodu pozostaje nie zmieniona, dostosowana do obsługi przez człowieka).

Kinematyczne ograniczenia ruchów robota IRb-60 wynikają z przegubowej

struktury zestawu podstawowego, a ściślej ze związania ramion parami obrotowymi: klasy piątej (dolne ramię z korpusem i górne ramię z dolnym ramieniem). W wyniku takiego rozwiązania dostęp do wnętrza (zamkniętych od góry i z boku), głębszych niż długość uchwytu, możliwy jest jedynie w wąskim pasie, gdy ramię górne i wnętrza są w przybliżeniu prostopadłe do powierzchni toroidu. Mobilny robot ma łatwe dojście do wnętrza i możliwość dostępu do nich z różnych kierunków.

2. Układy drogowe przemysłowych robotów uniwersalnych

Klasyfikację występujących rozwiązań konstrukcyjnych zestawiono w tabelicy 1. Zwraca uwagę wykorzystanie, prawie we wszystkich rozwiązaniach, silnika elektrycznego jako elementu napędowego układów drogowych. Jakkolwiek nie wydaje się, aby silniki elektryczne straciły swoją dominującą rolę, to jednak względy ekonomiczne i techniczne (niższy ciężar i koszt, mniejsze zużycie mocy) przemawiają za szerszym wprowadzaniem w ich miejsce specjalnych odmian silowników pneumatycznych. W tabelicy 2 przedstawiono zestawy, które mogą być zastosowane jako układy drogowe przemysłowych, uniwersalnych robotów mobilnych.

Tablica 1

Napęd	Przekładnia	Zapewnienie ruchu	Przykłady
Tradycyjny silnik elektryczny	Przekładnia zębata	Szyny+koła napędzane	Wózek IRb-60, IRb-6 i PR-02 konstr. MERA-PTAF
Tradycyjny silnik elektryczny	Przekładnia zębata	Szyny+koła nośne+zębata na całej długości szyn	Wózek IRb-6 firmy ASEA
Tradycyjny silnik elektryczny	Przekładnia zębata	Koła ogumione+układ skręcania kół	Robot samonawigacyjny konstr. Jet Propulsion Laboratory
Tradycyjny silnik elektryczny	Przekładnia zębata	Gąsienice	Robot biorący udział w usuwaniu skutków awarii w Elektrowni Atomowej w Harrisburgu w 1979 r.
Silnik elektryczny liniowy ¹⁾	Bez przekładni	Poduszka powietrzna +boczne prowadnice	Eksperymentalne wózki samojezdne prezentowane na wystawie TRANSPORT-72
Silnik elektryczny liniowy ¹⁾	Bez przekładni	Magnesy stałe+boczne prowadnice	Eksperymentalne wózki samojezdne firmy Krupp
Silownik pneumatyczny	Bez przekładni	Szyny+koła nośne	Wózek robota IRb-6 w Västerås
Silownik pneumatyczny	Przekładnia wielokrążkowa	Szyny+koła nośne	Wózek robota PR-02 konstrukcji MERA-PTAF

¹⁾Silnik elektryczny liniowy w niektórych rozwiązaniach jest zastępowany tradycyjnym silnikiem elektrycznym z przekładnią zębata.

Tablica 2

Napęd	Zapewnienie ruchu	Uwagi
Siłownik pneumatyczny z węzłem giętkim zaciśniętym rolkami	Szyny+koła nośne (szyny stanowią element konstrukcyjny siłownika)	Skok siłownika:dowolnie długi.Mały ciężar.Niski koszt produkcji masowej.Duża prędkość.Żywotność: 10 cykli.Eksperymentalne siłowniki produkcji angielskiej.
Siłownik kroczący	Prowadnice lub szyny + koła nośne	Ruch pulsacyjny /skoki o stałej długości/.Zbędne urządzenia pozycjonująco-blokujące
Siłownik z elastycznym tłoczyskiem	Szyny + koła nośne	Maksymalny skok produkowanych siłowników tego typu:18m,przy średnicach wewnętrznych cylindra od 2,5cm do 20cm.Żywotność:10 ⁶ cykli.

3. Opis typowych rozwiązań układów drogowych.

3.1.Wózek jezdny firmy ASEA robota IRb-6

Dane techniczne:

długość drogi jazdy:1,3m, 3,3m lub 5,3m

maksymalna prędkość: 0,68m/s

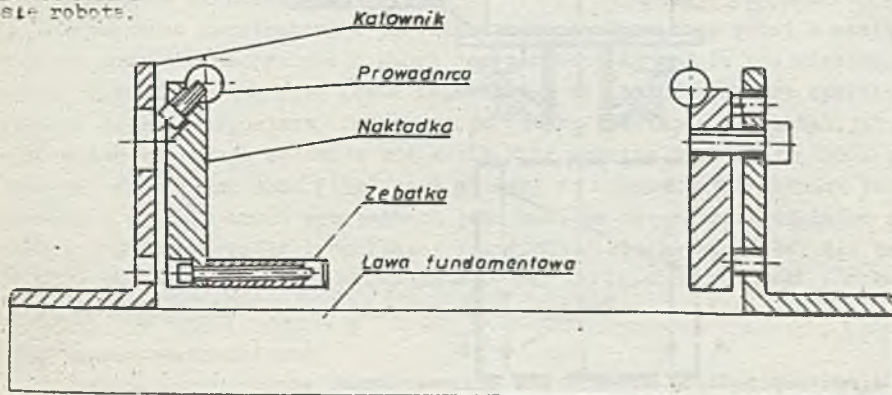
przyśpieszenie: 1m/s

rozdzielczość (droga programowana w sposób ciągły,jak wszystkie ruchy robota): 0,08mm

powtarzalność przy przegubie uchwytu dla zestawu robot+wózek: max ± 0,5mm (praktycznie ± 0,3mm).

Rozwiązania konstrukcyjne

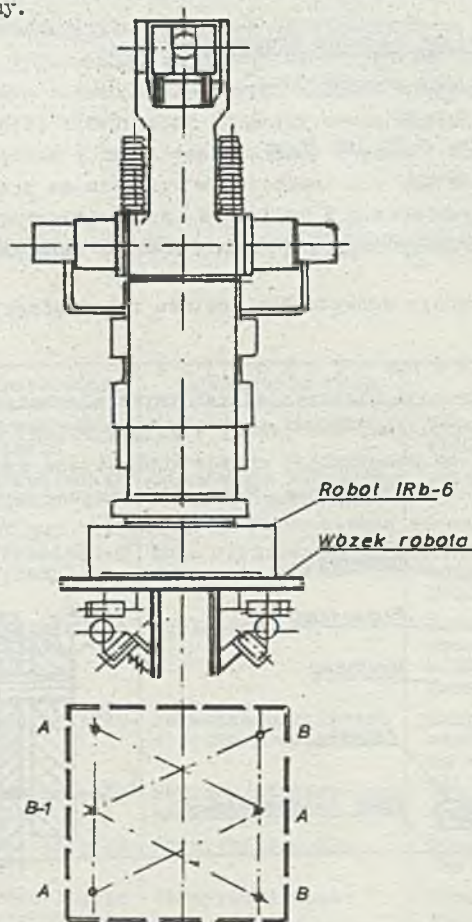
Z punktu widzenia konstrukcji,najbardziej istotnym elementem są: kabel łączący robot z szafą sterującą, tor jezdny i zespół rolek. Kabel łączący robot z szafą sterującą ma konstrukcję chrząstkową, która umożliwia zginanie tylko w pobliżu punktu zamocowania. Niewielka długość toru jezdnego i specjalny typ kabla zapewnia prawidłowe jego układanie się przy poruszaniu się robota.



Rys.1 Przekrój poprzeczny wózka jezdnego robota IRb-6

Prostoliniowy ruch wózka z robotem umożliwia tor jazdy (rys.1). Do łąwy fundamentowej są przymocowane na stęle kątowniki, a do nich są przykręcane, w sposób pozwalający na ich regulację, nakładki. Zębatka jest przykręcana do nakładek przy ich dolnych krawędziach, a do górnego gniazda nakładek są mocowane powierzchniowo utwardzane wałki będące prowadnicami, po których toczą się rolki wózka.

Rozmieszczenie rolek wózka jeźdnego przedstawiono na rysunku 2. Płaszczyznę poziomującą wózek robota wyznaczają trzy rolki A poruszające się po górnej powierzchni wałków. Zwierciadlanie ułożone trzy rolki B dociskają wałek od dołu, z boku uniemożliwiając odrywanie płaszczyzny poziomującej od powierzchni wałków. Kasowanie luzów bocznych zapewnia sprężyna dociskająca rolkę B-1 do szyny.



Rys. 2. Rozmieszczenie rolek wózka jeźdnego. A, B, B-1 - rolki prowadzące

3.2. Wózki jezdne robotów TRb-60, TRb-6 i PR-02 konstrukcji MERA-PIAF

P o z y c j o n o w a n i e

Ze względów ekonomicznych, technicznych, technologicznych i eksploatacyjnych zaprojektowano skokowe sterowanie wózka, przy wykorzystaniu programowalnych sygnałów wyjściowych przeznaczonych do sterowania obwodów zewnętrznych. To rozwiązanie daje dwie korzyści. Pierwszą jest eliminowanie zębątki, co czyni konstrukcję tańszą, prostszą technologicznie i bardziej niezawodną w eksploatacji (precyzyjna zębątka, będąc zewnętrzną częścią robota, narażoną na bezpośrednie działanie jego środowiska pracy, jest potencjalnym źródłem awarii). Drugą jest pozostawienie możliwości montowania na robocie zespołu zapewniającego mu dodatkowy (szósty) stopień swobody. Konsekwencją przyjętego rozwiązania jest bezpośredni napęd rolek i blokowanie wózka zatrząskiem klinowym przy użyciu słownika pneumatycznego.

D a n e t e c h n i c z n e:

długość drogi jazdy: do 20m (tor w odcinkach 2m/

prędkość (trzy poziomy): 0,1m/s, 0,5m/s, 1m/s

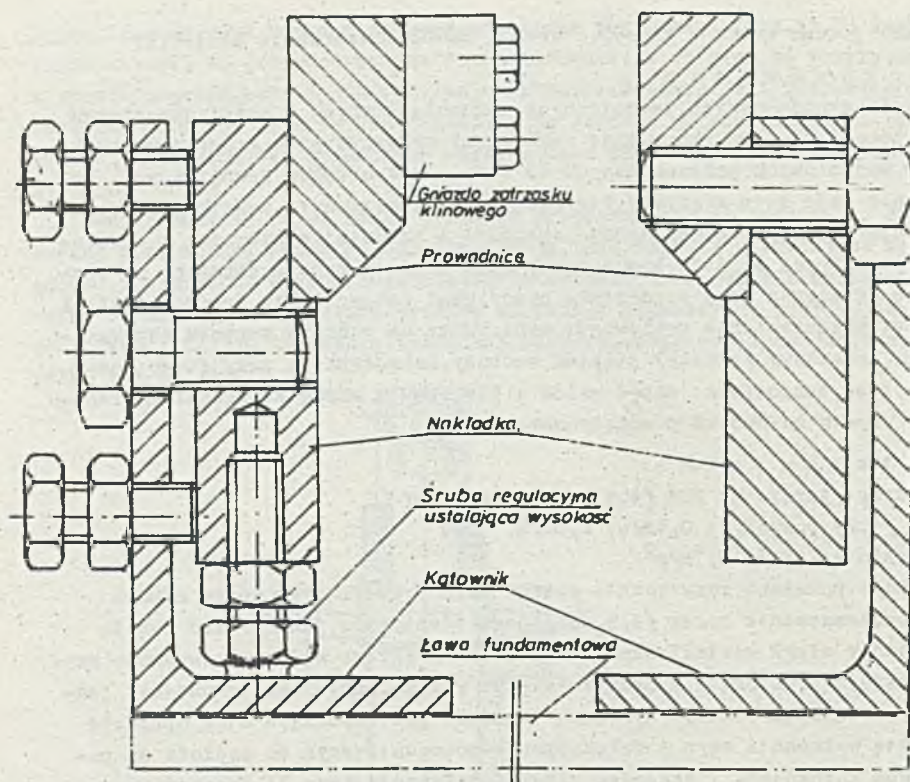
przyspieszenie: około 0,7m/s²

Na rysunku 3 pokazano rozwiązanie układu szyn prowadzących wózka robota TRb-60. Rozmieszczenie rolek (A, B, B-1) jest identyczne jak w wózku robota TRb-6. Zmianie uległ kształt szyny. W miejsce okrągłego wałka wprowadzono szynę o przekroju prostokąta, z jednym ściętym rogiem. Zmniejsza to nacisk jednostkowe, pozwalając obniżyć wymaganą twardość powierzchni, a więc uprościć technologię wykonania szyn i rolek. Sposób mocowania szyn do podłoża za pośrednictwem kątowników i nakładek uległ modyfikacji (rys. 3). Wprowadzono dodatkowe śruby regulacyjne, ustalając wysokość ustawienia nakładek, a więc umożliwiając poziomowanie szyny, przez co zostaną rozluźnione ostre wymagania co do płaskości ławy fundamentowej. Bezpośrednio do szyn będą przymocowane gniazda zatrząsków klinowych.

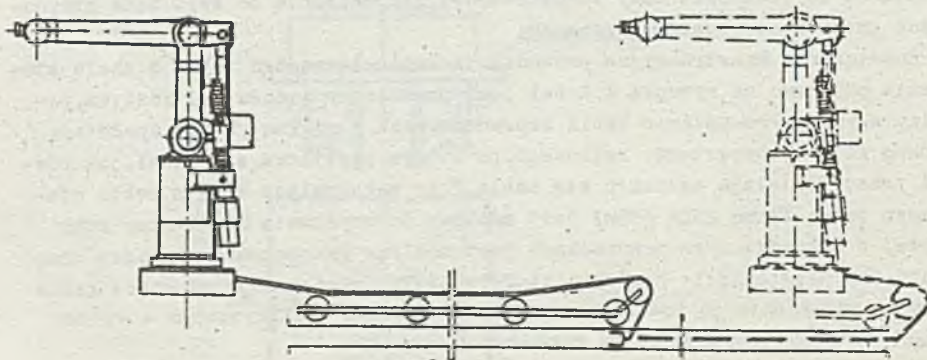
Rozwiązanie konstrukcyjne prowadzenia kabla łączącego robot z szafą sterowania pokazano na rysunku 4. Kabel jest prowadzony u dołu pod wózkiem, pomiędzy szynami. Prowadzenie kabla zapewnia wózek z rolkami, które spełniają zarówno rolę transportera rolkowego, po którym przetacza się kabel, jak również przeciwdziałają zginaniu się kabla. Przy maksymalnie długim kablu oferowanym przez firmę ASEA (15m) jest możliwy do uzyskania 20-metrowy ruch robota. W uzasadnionych przypadkach jest możliwe zwiększenie długości drogi jazdy. Jak potwierdzili konsultanci firmy ASEA, zwiększenie długości kabla wymaga przebadania go pod kątem grzania się kabla elektrycznego i wpływu sprzążeń międzyprzewodowych na zakłócenia sygnałów.

3.3. Roboty autonomiczne

Roboty autonomiczne charakteryzują się własnym źródłem zasilania. Wyeliminowanie szyn prowadzących i kabli łączących pozwala na dowolne wydłużenie trasy robota i oderwanie się od ruchu posuwisto-zwrotnego.



Rys.3. Ter. jezdny robota IRb-60



Rys.4. Prowadzenie kablu w wózku robota IRb-60

Najprostszymi robotami autonomicznymi są wózki samojezdne wywodzące się z wózków akumulatorowych, używanych w transporcie wewnątrzzakładowym. Potrzeba rozwoju tego typu transportu powstała przy organizowaniu montażu w systemie elastycznym, z zachowaniem głównych cech produkcji potokowej. Montaż w systemie elastycznym umożliwia robotnikowi pracę w dogodnym dla niego tempie, a więc pozwala na pełne wykorzystanie jego indywidualnych możliwości. U pracowników montażu zmniejsza się napięcie wywołane koniecznością dopasowania się do narzuconego rytmu linii oraz poprawia się jakość ich pracy; w indywidualnych przypadkach mają czas na wykonanie dodatkowych czynności (jeżeli zajdzie taka potrzeba).

S t e r o w a n i e w ó z k a m i s a m o j e z d n y m i :

Wózek jest zasilany z baterii akumulatorów (dla wózka HITACHI 200 Ah dla napędu, 24 Ah dla układu kierowania) prądem o napięciu 24 lub 36 V (moc silnika napędzającego dla wózka HITACHI 300 W, moc silnika układu kierowania 100W). Marszrutę ruchu wózka wyznacza przewodnik zasilany prądem (za wyjątkiem firmy HITACHI) o częstotliwości kilku kHz, ułożony w kanale poniżej poziomu podłogi. Automatyczna stabilizacja kursu wzdłuż przewodnika jest realizowana przy użyciu dwóch czujników indukcyjnych zamontowanych na wózku. Przy zejściu w bok z trasy powstaje różnica w wielkości impulsów wytwarzanych przez czujniki i ta różnica, poprzez wzmacniacz, jest przekazywana do mechanizmu kierowania, który koryguje ustawienie kół, a wózek powraca na trasę. Jeśli marszruta wózka jest jednoobwodowa, to wystarczy wykorzystać jedną częstotliwość; przy trasach złożonych wykorzystuje się system wielu częstotliwości pracy. Istnieją systemy, w których zasilanie wieloobwodowych tras jest zrealizowane tylko przy użyciu jednej częstotliwości, ale wówczas na rozjazdach ustawia się automatyczne komutatory.

Kierowanie wózkami elektrycznymi realizuje się tak w ręcznym, jak i automatycznym reżimie pracy. Przy pracy automatycznej rozpoczęcie programu i początkowy ruch wózka elektrycznego jest sterowany nadajnikami zasilającymi dodatkowe specjalne przewody, w których wykorzystuje się częstotliwość różną od częstotliwości prądu podstawowego przewodnika.

Odmiennej, bardziej elastycznej koncepcję sterowania wózkiem zrealizowała firma HITACHI. Wózek samojezdny jest wyposażony w czujniki optyczne, które wykrywają aluminiową lub stalową taśmę, położoną bezpośrednio na podłodze i wyznaczającą trasę. Szerokość taśmy wystarcza do przesterowania dwóch czujników fotoelektrycznych, a w miejscach zatrzymywania się (stacje) szerokość taśmy zwiększa się tak, że przesterowuje ona trzy czujniki fotoelektryczne. W miejscach rozgałęzień (sekcje) taśma przesterowuje 5 czujników fotoelektrycznych. Pozostałe z jedenastu czujników fotoelektrycznych zapewniają wytworzenie sygnałów korekcyjnych w wypadku zboczenia wózka z trasy. Bezspornymi zaletami rozwiązania HITACHI jest łatwość instalowania nowej trasy (bez żadnych prac budowlanych) i łatwość zmiany kształtu już istniejącej trasy.

Duży nacisk we wszystkich konstrukcjach wózków samojezdnych jest położo-

ny na zapewnienie bezpieczeństwa ludzi i przedmiotów, mogących dostać się w strefę działania wózka. Wózki są wyposażone w bufony z czujnikami wyłączającymi zasilanie w przypadku zetknięcia się z przeszkodą, oraz są zabudowane tak, aby prześwit pomiędzy wózkiem i podłogą nie pozwolił na przejechanie przeszkody.

Rozwiązania takie narzucają ostre wymagania co do płaskości podłogi, po której poruszają się wózki. Jednocześnie umożliwiają wykorzystywanie pasa trasy wózka do przechodzenia ludzi i przejazdu pojazdów (tak zwane strefy ślote, na których nie wolno się zatrzymywać, ale jest dozwolony po nich ruch przy zachowaniu dużej ostrożności).

Roboty samonawigacyjne

Autonomiczne samonawigacyjne roboty rozwijane są z myślą o użyciu ich w nierozpoznanym terenie, głównie do obserwacji środowiska, pobierania próbek i przenoszenia ładunków. Wspólną cechą konstrukcji amerykańskich i opisywanych w literaturze radzieckiej modeli jest wyposażenie w systemy wizyjne, dalmiery oraz układy analizy sytuacji, pozwalające na podejmowanie decyzji o wyborze najkrótszej marszruty, umożliwiającej osiągnięcie zadanego celu w warunkach, gdy początkowe informacje o terenie nie są pełne i na bieżąco są uzupełniane poprzez nanoszenie wykrytych przeszkód. Roboty samonawigacyjne wykonywane są w dwóch odmianach podwozi: samochodowym i gąsienicowym, w zależności od charakterystyki terenu, w jakim ma być używany robot. Różnica sprowadza się do układu kierowania. Kierowanie robotem na gąsienicach polega na blokowaniu jednej gąsienicy, a nie na skręcaniu kół.

3.4. Wózki poruszające się na poduszce powietrznej

Przykładem tu będzie wózek robota IRb-60, używany do polerowania dużych płaszczyzn.

Dane techniczne:

długość trasy: 20m ; prędkość: 0,7m/s ; dokładność: ± 5 do 10mm ;
pozycjonowanie: bolce centrujące.

Rozwiązanie konstrukcyjne

Konstrukcja wózka przesuwanego robot jest oparta na modułowym systemie urządzeń transportowych, wykorzystującym poduszkę powietrzną do zrównoważenia ciężaru ładunku. Przesuwanie się robota w żądanym kierunku zapewnia zespół rolek toczących się po stalowym płaskowniku, spełniającym rolę przewodnicy. Na przewodnicy w żądanych miejscach mocuje się gniazda blokady, w których wózek centruje się po dościsnięciu na pozycję zatrzymania. Ograniczone zastosowanie wózków z poduszką powietrzną jest wynikiem efektu "burzy piaskowej", powstającej przy ruchu robota.

3.5. Wózki przesuwane się na poduszce magnetycznej

Jakkolwiek wykorzystanie poduszki magnetycznej do zapewnienia robotowi mobilności, nie jest celem prac badawczych prowadzonych przez firmę Fried, Krupp z RFN, która od początku lat siedemdziesiątych podejmuje próby zbudowania

wania urządzeń transportowych poruszających się na poduszce magnetycznej wytwarzanej przez magnesy stałe, jednak paleta pokazana na Targach w Hannoverze w 1972 roku spełnia stawiane podwoziom robotów mobilnych wymagania.

Dane techniczne:

udźwig: 120 kg, ciężar własny: 200 kg, wymiary: 1,2x1,2 m,
prędkość max: 1,2 m/s, wymiary toru-elpsa o średnicach: 12 x 6 m.

Rozwiązanie konstrukcyjne

Pole magnetyczne wytwarzają ceramiczne magnesy stałe. Rolki prowadzące z boku zapewniają poruszanie się po wyznaczonej trasie, a siłnik liniowy wymusza ruch wzdłuż trasy.

3.6. Wózki napędzane siłownikami pneumatycznymi

Siłowniki pneumatyczne, wykorzystywane do nadania mobilności robotowi, cechuje duży skok (do 2 m) przy niewielkiej średnicy cylindra (od kilkudziesięciu milimetrów), zdeterminowanej przez sztywność tłoczyska. Na zasłajających końcówkach obu komór są zainstalowane tłumiki zmniejszające prędkość ruchu wózka przy dochodzeniu do pozycji krańcowych. Ze względu na niewielki w stosunku do potrzeb skok siłownika, zachodzi konieczność stosowania przekładni wielokrotności skok (np. opartych na działaniu wielokrętka).

4. Pneumatyczne człony wykonawcze, które mogą znaleźć zastosowanie przy realizacji napędu robotów mobilnych

Potrzeba poszukiwań nowych rozwiązań układów drogowych wynika z następujących przesłanek:

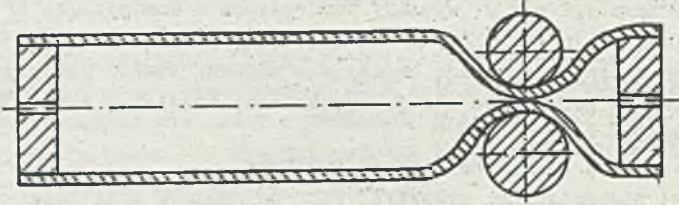
- masowa produkcja robotów wymagać będzie zweryfikowania konstrukcji pod kątem ekonomiczności w nowych warunkach wytwarzania,
- pojawiająca się tendencja wprowadzania lżejszych robotów wywierać będzie nacisk na minimalizację ciężaru elementów konstrukcyjnych robota,
- upowszechniający się rachunek całkowitych kosztów wytwarzania wyrobu realizującego daną funkcję, eliminować będzie elementy konstrukcyjne wynikające niejako z tradycji.

Podane w tabelicy 2 zestawy oparte na specjalnych odmianach siłowników pneumatycznych stanowią propozycję nietradycyjnej realizacji napędów robotów mobilnych. Poniższe krótkie omówienie rozwiązań konstrukcyjnych siłowników pneumatycznych zestawionych w tabelicy 2 obrazuje możliwości poszczególnych odmian.

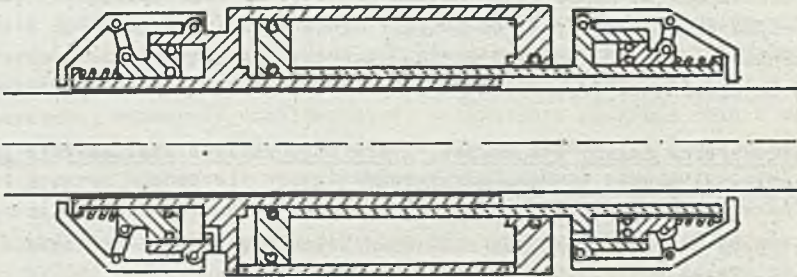
Cylindry perystaltyczne

Cylindry perystaltyczne (peristaltikos z greki - ugniatający) zapożyczają swą nazwę od terminu fizjologicznego (oznaczającego ruch robaczkowy jelit, żołądka i innych narządów układu trawiennego zależny od skurczu tych mięśni, powodujący przesuwanie się miazgi pokarmowej). Podstawowym elementem cylindra perystaltycznego jest cienkościenny wąż elastyczny, zaciśnięty rolkami związanymi z wózkiem. Wąż zakończony jest z obu stron denkami, wypo-

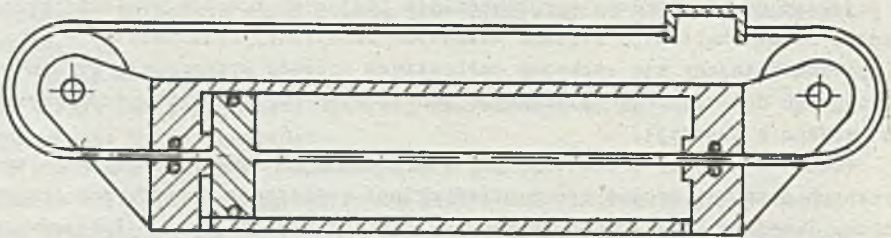
szonymi w końcówki doprowadzające powietrze. Po podaniu ciśnienia do jednej z dwóch powstałych w ten sposób komór, w wyniku jednostronnej siły naporu powietrza na rolki naciskające wał, wymuszony jest ruch wózka jezdnego z umocowanym na nim ciężarem.



Cylinder perystaltyczny



Siłownik krocący



Cylinder z elastycznym tłoczyskiem

Rys.5. Siłowniki pneumatyczne

Duże nadziewki, jakie wiążą się z cylindrami perystaltycznymi, wynikają z następujących zalet:

- najniższy koszt wykonania spośród wszystkich członów wykonawczych (gdy siłok zawiera się w przedziale od jednego do kilkunastu metrów)

- możliwość uzyskiwania długich skoków przy niewielkiej średnicy wewnętrznej cylindra i możliwość poruszania się z masą dwudziestokrotnie większą od siły wynikającej z przemnożenia światła cylindra przez ciśnienie w nim panujące (ciśnienie rozrywające wąż 3,35 MPa)
- łatwość uzyskania łagodnego dojścia do pozycji postoju przez przymykanie wylotu z komory nie zasilanej w danym cyklu
- możliwość uzyskania, w zależności od wymagań, bardzo małych prędkości (nie występuje tarcie spoczynkowe w uszczelkach) lub bardzo dużych prędkości (tarcie rolek nie jest tak duże, jak uszczelki w typowym cylindrze, co nie dopuszcza do znieszczenia termicznego).

S ł o w n i k i k r o c z ą c e

Konstrukcja siłownika kroczącego jest rozwinięciem zwykłego siłownika dwupołożeniowego, wyposażonego w dwa sterowane chwytaki. Siłownik charakteryzuje się przelotowym otworem wzdłuż jego osi, co pozwala na mocowanie go na przewodnicy, którą jednocześnie obejmują chwytaki zaciskające się na niej przy pozycjonowaniu.

C y l i n d e r p n e u m a t y c z n y z g i ę t k i m t ł o c z y s k i e m

Kabel w otulinie nylonowej zamiast tłoczyska umożliwia budowę siłowników o bardzo dużym skoku przy małych średnicach cylindra. Jednocześnie ulega skróceniu prawie o połowę miejsce zajmowane przez tradycyjny siłownik, a wyeliminowanie konieczności łożyskowania długiego tłoczyska znacznie zmniejsza ciężar. Konstrukcyjnie cylinder pneumatyczny z giętkim tłoczyskiem składa się z rury wykonanej z brązu, stali lub laminatu epoksydowego, tłoka i dwóch głowic wykonanych ze stopu aluminium oraz kabla w otulinie nylonowej, wykonanej z tolerancją $\pm 0,1$ mm na całej długości. Tłok uszczelniają gumowe uszczelki typu "U", a tłoczysko gumowe o-ringi.

L I T E R A T U R A

- [1] Kitajew A.S., Sirotka B.L., Lempert R.S. : Elektryczne i awtomatyczne sterowanie w sбороcznych cechach. Mechanizacja i awtomatyzacja produkcji. 1978, nr 12.
- [2] Bielenko W.B. (i inni) : Adaptivnaja sistema upravlenija awtonomnym podwiznym robotom. Techničeskaja kibernetika. 1978, nr 6.
- [3] Rees R.G. : Cycle Life Extended by Peristaltic Cylinders. Design Engineering. 1978, May.
- [4] Ando S., Maruyama E. : Unattended Travelling Vehicle Guided by Optical Means. Proceedings of the 4th International Symposium on Industrial Robots. Tokyo, 1974.
- [5] Thompson A.M. : Self-Navigating Robot. Mechanical Engineering. 1979, August.

ПОДВИЖНЫЕ РОБОТЫ

Резюме

Рассмотрено, на примере робота ИРБ-60, пользы вытекающие с подвижности робота. Классифицировано путевые системы универсальных промышленных роботов доминирования электрического привода путевых систем, предложено несколько решений основанных на принципе пневматических исполнительных органов, которые в будущем должны сыграть значительную роль из за их экономических и технических достоинств.

MOBILEABLE ROBOTS

Summary

This paper presents the benefits coming from adding a mobility to a robot in case of the IRb-60 robot. The structures of the roads' systems for industrial universal robots are classified. Not rejecting the domination of solutions basing on electric motors, several solutions using the pneumatic drive units are proposed. This solution should be perspective in order to their economics and technical advantages /reduction of weight, cost and power consumption/.