

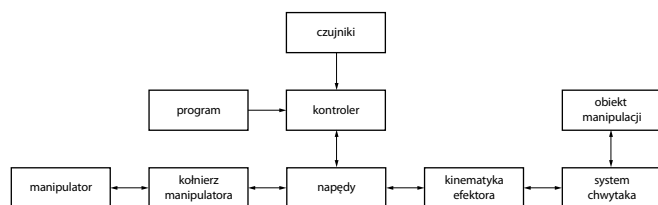
Efektory robotów przemysłowych

Pojęciem efektory (efektory końcowe) określa się zarówno chwytaki, jak i narzędzia dodatkowe (np. laser, pistolet, nożyce), w które można wyposażać robota.

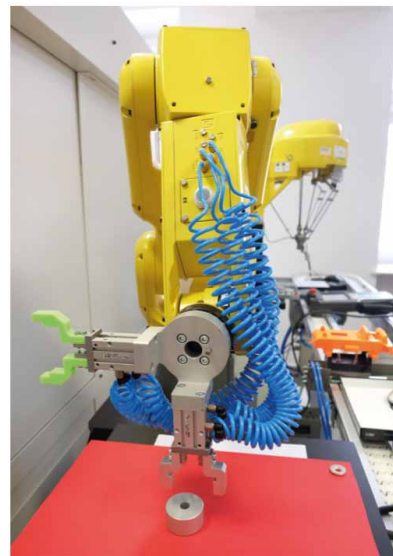
Połączenie między robotem a efektem jest realizowane najczęściej za pomocą czterech komponentów (rys. 1):

- kołnierz robota;
- napęd;
- kinematyka efektora;
- system chwytaka/narzędzia.

Rysunek ukazuje schemat zależności łączących efektor z robotem [1.9].



Rys. 1. Schemat zależności robot - efektor



Rys. 2. Chwytaki firmy SMC zamontowane na robocie LrMate 200iD firmy FANUC

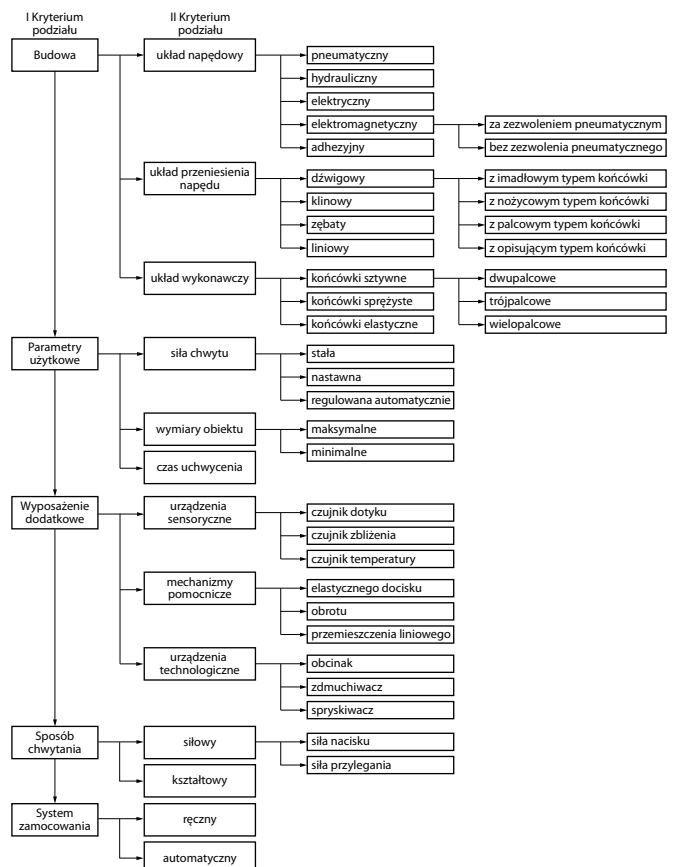
1. Chwytaki

Do głównych zadań robotów przemysłowych należy zaliczyć transport. Realizacja tego zadania jest możliwa wtedy, gdy robot jest wyposażony w chwytak. Chwytak jest urządzeniem nakładającym na transportowany obiekt tyle ograniczeń swobody ruchu, ile jest niezbędne do zapewnienia odpowiedniego przebiegu procesu transportowania.

Odpowiednie uchwycenie obiektu powoduje jednoznaczne ustalenie jego pozycji i orientacji względem ramienia robota i, co za tym idzie, umożliwia precyzyjne manipulowanie nim [1.4, 1.9, 1.21, 1.22, 1.25]. Chwytaki robotów odgrywają więc ważną rolę w zautomatyzowanych procesach produkcyjnych [1.1]. Wymagania stawiane chwytakom można podzielić na wymagania główne i dodatkowe:

- do wymagań głównych należy zaliczyć możliwość chwytania (uchwycenia, trzymania, uwolnienia) wszystkich obiektów, bez względu na ich właściwości;
- wymagania dodatkowe to m.in.:
 - mała waga, aby minimalizować statyczne i dynamiczne naprężenia robota,
 - małe rozmiary, aby minimalizować przestrzeń roboczą wymaganą dla chwytaków,
 - zdefiniowane siły chwytania,
 - niezawodność, pewność uchwycenia.

W zależności od przyjętych kryteriów wyróżnia się wiele typów chwytaków (rys. 2 i 3). Kryteriami są na przykład: wyposażenie dodatkowe, liczba palców i stawów, liczba stopni swobody, rodzaj napędu. Bardzo często chwytaki dzieli się na:



Rys. 3. Podział chwytaków robotów przemysłowych ze względu na różne kryteria

(Źródło [1.9])

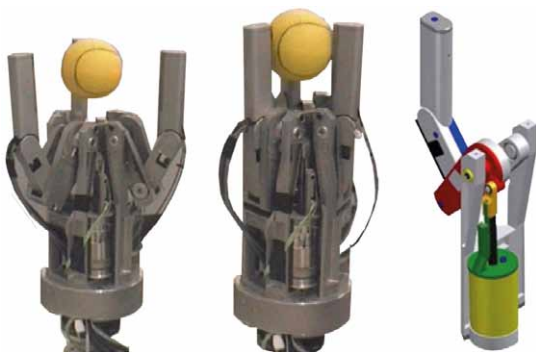
- siłowe – chwytają obiekt, wywierając na niego odpowiednie siły;
- kształtowe – chwytają obiekt, tworząc połączenia między elementami chwytymi a obiektem;
- siłowo-kształtowe – są połączeniem obu powyższych.

Przyjmując podział według liczby palców, rozróżnia się chwytaki:

- dwupalcowe (rys. 4) – najbardziej uniwersalne;
- trójpalcowe (rys. 4) – przeznaczone do chwytania obiektów o powierzchni walcowej i kulistej;
- wielopalcowe (rys. 5) – przeznaczone do chwytania obiektów o nieregularnych kształtach.



Rys. 4. Chwytaki standardowe firmy FESTO: od lewej HGP – chwytak równoległy; HGW – chwytak kątowy; HGR – chwytak promieniowy; HGD – chwytak trójszczękowy (Źródło: FESTO)

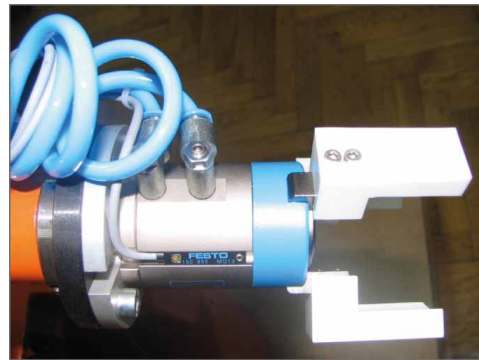


Rys. 5. Chwytak pięciopalcowy firmy National Center for Science Information Systems oraz trójpalcowy chwytak laboratoryjny (Źródło: Uniwersytet Boloński)

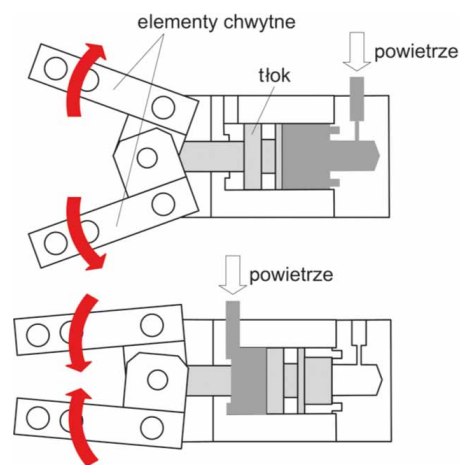
Chwytaki z końcówkami sztywnymi

Sztywno zamocowane do korpusu chwytaka elementy chwytne dają pewny chwyt manipulowanego obiektu (rys. 6). Dzięki wymiennym nakładkom projektowanym do konkretnego detalu standardowe mechanizmy chwytaków oferowane przez producentów osprzętu (np. SCHUNK, FESTO itp.) dają się łatwo dostosować do różnego typu kształtów. Duże znaczenie ma typ korpusu chwytaka (rys. 7), w którym elementy chwytne mogą być typu równoległego, kąowego czy promieniowego.

Chwytaki z końcówkami sztywnymi umożliwiają zazwyczaj chwytanie obiektów o wymiarach różniących się od wymiaru nominalnego o ok. $\pm 10\%$.



Rys. 6. Trójszczękowy chwytak z końcówkami sztywnymi



Rys. 7. Przekrój dwuszcękowego chwytaka pneumatycznego (Źródło [1.9])

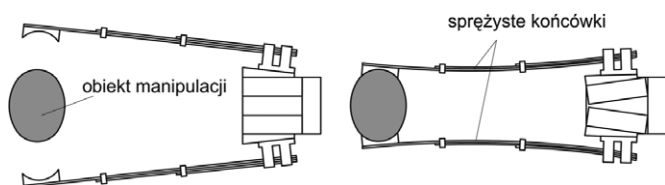
Przy wyborze chwytaka tego typu (z końcówkami sztywnymi) inżynier powinien kierować się zakresem przemieszczeń elementów chwytanych oraz wartością siły chwytu.

W tym celu może skorzystać z narzędzi programowych oferowanych przez producentów chwytaków, które pozwalają na dobór i weryfikację elementów. Powinien również pamiętać, że w chwytakach tego typu elementy chwytne, bez względu na to, czy są twarde, czy miękkie, mogą mieć skłonność do odrywania się od obiektu już po wstępnym uchwyceniu, co może powodować przemieszczenie się obiektu w szczękach.

Chwytaki z końcówkami sprężystymi

Chwytaki z końcówkami sprężystymi (rys. 8) miały wyeliminować niekorzystne zjawiska towarzyszące chwytaniu przedmiotów za pomocą chwytaków z końcówkami sztywnymi (m.in. silne oddziaływanie końcówek na obiekt w momencie chwytania).

Chwytaki tego typu wykonuje się najczęściej ze stalowych płaskowników zwartych w stanie spoczynku chwytaka. Siła uchwytu zależy od sztywności elementów sprężystych, a ich główne zastosowanie to manipulowanie małymi obiektami często w małej, ograniczonej przestrzeni.



Rys. 8. Chwytnak z końcówkami sprężystymi (Źródło [1.9])

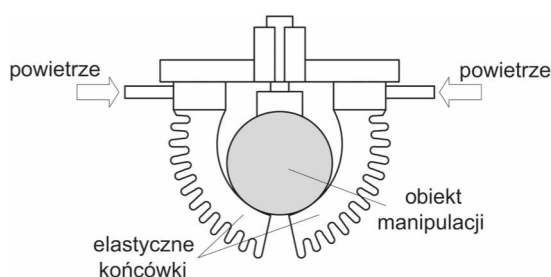
Chwytnaki z końcówkami elastycznymi

Chwytnaki z końcówkami elastycznymi (rys. 9 i 10) mają zdolność zmiany swojego kształtu (najczęściej pod wpływem dostarczonej energii), dzięki czemu mogą jednoznacznie, pewnie i delikatnie uchwycić obiekt manipulacji. Do cech chwytaków z elastycznymi końcówkami można z całą pewnością zaliczyć:

- zmienny rozmiar szczęk chwytających;
- zmienne siły chwytania;
- możliwość adaptacji powierzchni chwytających;
- dużą elastyczność osiągnięcia różnych pozycji i orientacji.



Rys. 9. Chwytnak z końcówkami elastycznymi (Źródło: Soft Robotics Inc.)

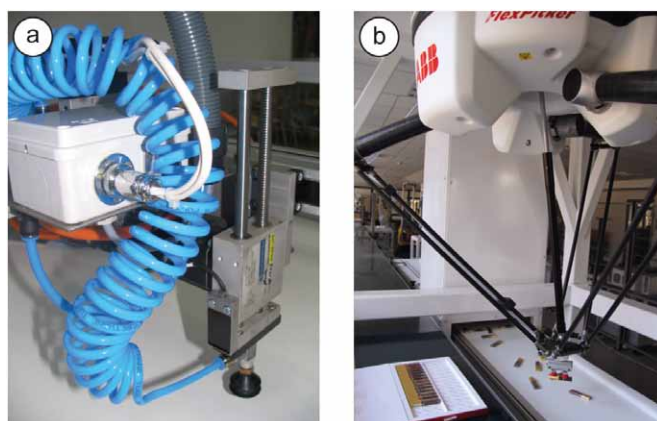


Rys. 10. Chwytnak z końcówkami elastycznymi (Źródło: Carl Freudenberg)

Chwytnaki z końcówkami elastycznymi mają dużo szersze zastosowanie niż chwytaki standardowe, jednak nie są rozwiązaniami uniwersalnymi. Największymi problemami podczas ich eksploatacji są starzenie się materiałów, z których są wykonane, oraz ograniczenie temperatury środowiska pracy, na które są bardzo wrażliwe.

Chwytnaki podciśnieniowe

Szczególną rodziną, ze względu na szerokie zastosowanie (m.in. transport blach, transport materiałów malarskich, transport szyb, transport elementów samochodowych), są chwytaki



Rys. 11. Chwytnak podciśnieniowy zamontowany na robocie portalowym (a) oraz robot IRB 360 z układem dwóch przyssawek (b)

podciśnieniowe (rys. 11). Nadają się one doskonale do chwytania gładkich powierzchni.

Zwiększenie udźwigu takiego chwytaka można uzyskać przez zwiększenie wartości podciśnienia lub zwiększenie powierzchni przyssawki. Zwiększenie podciśnienia stosuje się rzadko, natomiast zwiększenie powierzchni przyssawki jest realizowane najczęściej przez tworzenie zespołów wielu przyssawek (rys. 12).



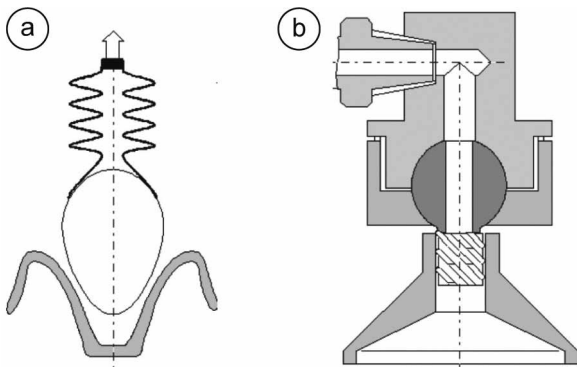
Rys. 12. Chwytnak podciśnieniowy z zespołem przyssawek: a) układ scentralizowany; b) układ częściowo zdecentralizowany; c) układ w pełni zdecentralizowany (Źródło: Pomoc środowiska Cosimir)

Rozwiązanie takie nie tylko umożliwia manipulowanie cięższymi i większymi obiektami, ale również zwiększa pewność chwytu (np. wtedy, kiedy jedna z przyssawek nie zadziała poprawnie). Podobnie jak w przypadku chwytaków szczękowych, również i tutaj możemy skorzystać z narzędzi programowych, oferowanych przez firmy specjalizujące się w konstruowaniu i produkcji tego typu chwytaków (np. firmy FESTO), które potrafią dobrać elementy chwytaka oraz określić parametry pracy takiej konstrukcji.

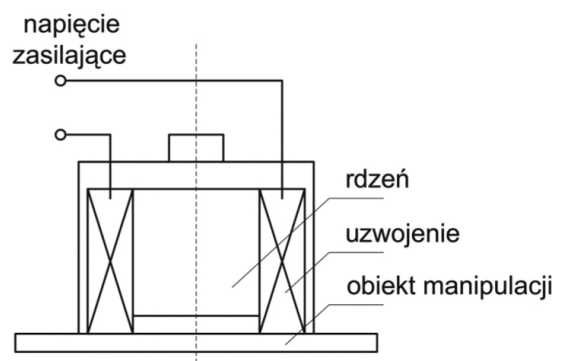
W zależności od umiejscowienia układu sterowania zespołem przyssawek można wyróżnić układy:

- scentralizowane (rys. 12 a);
- częściowo zdecentralizowane (rys. 12 b);
- w pełni zdecentralizowane (rys. 12 c).

Układ scentralizowany to zespół, w którym pompa i układ sterowania są usytuowane centralnie. Układ częściowo zdecentralizowany to zespół, w którym układ sterowania usytuowany jest centralnie, natomiast pompa próżniowa znajduje się blisko



Rys. 13. Chwytki podciśnieniowe: a) chwytak wykorzystujący naturalne zjawisko przyssania; b) chwytak wymagający urządzenia wytwarzającego podciśnienie (Źródło: Pomoc środowiska Cosimir)



Rys. 14. Chwytak elektromagnetyczny: 1 - rdzeń elektromagnesu; 2 - uzwojenie elektromagnesu; 3 - obiekt manipulacji (Na podstawie pozycji [1.9])

punktu ssania. Układ w pełni zdecentralizowany to taki, w którym przy każdej przyssawce jest zlokalizowana pompa.

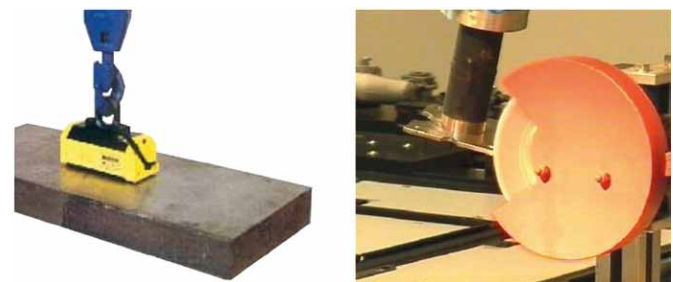
Chwytki podciśnieniowe ze względu na typy przyssawek można podzielić na:

- wykorzystujące naturalne podciśnienie (rys. 13 a);
 - wykorzystujące pompę wywołującą podciśnienie (rys. 13 b).
- Zastosowanie chwytaków podciśnieniowych jest ograniczone następującymi warunkami:
- podczas manipulowania konieczna jest szczelność przyssawki;
 - ze względu na określone pojemności urządzenia wytwarzającego podciśnienie oraz konieczności wytworzenia określonej wartości podciśnienia czas uchwycenia jest większy niż w przypadku innych chwytaków;
 - przenoszone obiekty muszą mieć płaską lub kulistą powierzchnię o dużej gładkości;
 - gumowe przyssawki mają ograniczoną trwałość;
 - ograniczona temperatura stosowania – do 400°C (dla wyższej temperatury – do 1200°C – stosuje się przyssawki z poliuretanu);
 - między przyssawką a obiektem powinna powstać siła tarcia statycznego;
 - do zapewnienia zwolnienia obiektu, w celu przezwyciężenia częstego zjawiska tzw. przyssania obrzeża przyssawki, należy wprowadzić do czaszy przyssawki dodatkowy krótkotrwały impuls ciśnieniowy;
 - chwytaki tego typu są przyczyną hałasu powstającego w wyniku rozprężenia gazu – zastosowanie tłumików umożliwia zredukowanie hałasu do kilkunastu decybeli.

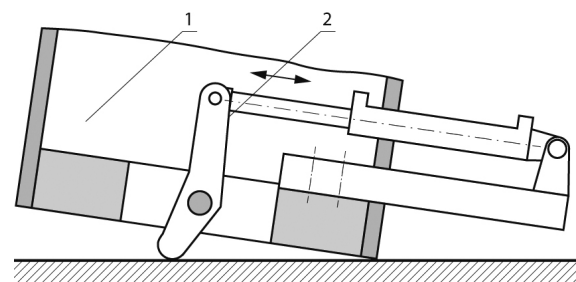
Chwytki magnetyczne

W chwytakach magnetycznych w celu wytworzenia pola sił działającego na ferromagnetyczny obiekt manipulacji stosuje się: magnesy trwałe, elektromagnesy lub układy zbudowane z magnesów trwałych i elektromagnesów.

W chwytaku z magnesem trwałym obiekt jest trzymany dzięki działaniu sił pola magnetycznego, a jego uwolnienie dokonywane jest mechanicznie, na przykład za pomocą dodatkowego siłownika (rys. 16). W chwytakach z elektromagnesem (rys. 14)



Rys. 15. Transport i szlifowanie przy użyciu chwytaka magnetycznego (Źródło: Cosimir)



Rys. 16. Chwytak magnetyczny z dźwignią umożliwiającą odrzucenie detalu chwytanego: 1 - chwytak; 2 - dźwignia (Źródło [1.9])

obiektem jest trzymany w czasie przepływu prądu przez uzwojenie elektromagnesu.

W chwytakach z magnesem stałym i elektromagnesem obiekt jest trzymany przez magnes, a siła chwytu podczas manipulowania obiektem może być zwiększana dodatkowo przez włączenie prądu w uzwojeniu elektromagnesu (rys. 15).

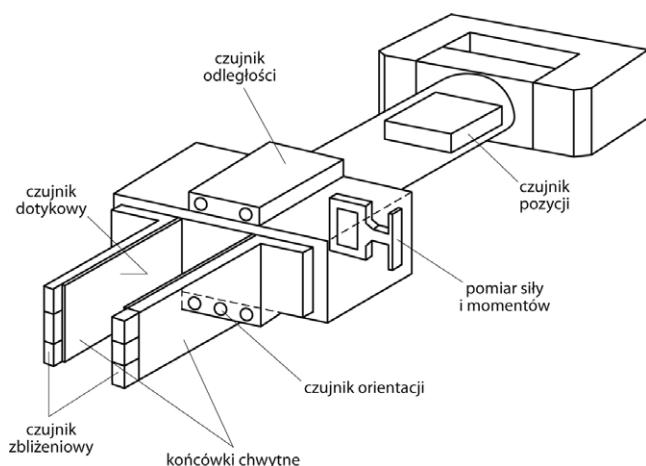
Uwolnienie obiektu następuje w tych przypadkach w wyniku zmiany biegunowości elektromagnesu, czasem dodatkowo wspomaganie dźwignią (rys. 16).

Niedogodności stosowania chwytaków magnetycznych związane są z:

- możliwością chwytania obiektów wykonanych wyłącznie z materiałów ferromagnetycznych;
- gwałtownymi przemieszczeniami obiektu manipulacji przy zbliżeniu się chwytaka (powoduje to utratę dokładności położenia początkowego obiektu);
- występowaniem magnetyzmu szczątkowego, który powoduje m.in. przyciąganie drobin metalowych oraz utrudnia uwolnienie obiektu;
- zmniejszeniem się siły chwytu na skutek zabrudzenia miejsca uchwycenia, na przykład opiłkami;
- wydzielaniem się ciepła w uzwojeniu elektromagnesu. Ze względu na zmianę właściwości ferromagnetycznych maksymalna temperatura pracy chwytaków elektromagnetycznych wynosi ok. 600°C.

Chwytyki z systemem czujników

Obecnie coraz częściej można spotkać chwytaki wyposażone w dodatkowe czujniki (odległości, momentów, siły itp.). Przewiduje się, że w przyszłości chwytaki robotów będą mogły konkurować z ludzkimi rękami. Na rysunku 17 przedstawiono prosty schemat chwytaka wyposażonego w system czujników. Należy zwrócić uwagę na fakt, że w zastosowaniach przemysłowych lepszym rozwiązaniem jest użycie prostego i niezawodnego chwytaka wyposażonego tylko w takie elementy, które są niezbędne do wykonywania przez chwytak konkretnych zadań.



Rys. 17. Schemat chwytaka wyposażonego w system czujników

(Źródło: opracowanie własne na podstawie Pomocy środowiska Cosimir)

2. Narzędzia robotów

W zastosowaniach przemysłowych bardzo często robot jest wyposażony w specjalistyczne narzędzie procesowe, a nie w chwytak (rys. 18). Narzędzie to jest mocowane w tym samym miejscu co chwytak (końcówka ostatniego członu kinematycznego manipulatora). W zależności od wykonywanych zadań mogą to być:



Rys. 18. Robot firmy ABB wyposażony w narzędzie do spawania łukowego

- narzędzia spawania punktowego;
- narzędzia spawania łukowego (rys. 19);
- pochodnie spawalnicze lub do cięcia;
- narzędzia do cięcia wodą;
- lasery;
- pistolety do malowania;
- narzędzia do wiercenia, mielenia, kruszenia, malowania;
- wkrętaki do wkręcania/wykręcania śrub;
- narzędzia specjalne.

Narzędzia robotów są często urządzeniami wykorzystywanymi do pracy ręcznej, a przystosowanie ich do pracy w zautomatyzowanych komórkach roboczych polega zazwyczaj na zaopatrzeniu ich w:

- układ sprzęgający umożliwiający ich odpowiednie zamocowanie na nosicielu (np. robocie);
- układ automatycznego sterowania napędem do dostarczania materiałów roboczych (np. automatycznego podawania elektrody drutowej przy spawaniu łukowym) i podawania płynów (np. chłodziwa);
- elementy dodatkowe (np. odciążniki).

3. Systemy wymiany narzędzi

Obecnie powstaje coraz więcej robotów wyposażonych w systemy wymiany narzędzi (rys. 19 i 20). Bardzo znacząco zwiększają one elastyczność robotów, co wpływa na dobre wyniki ekonomiczne [I.8]. Najprostszym rozwiązaniem jest wyposażenie robota w uniwersalny kołnierz, do którego można dołączać różne typy efektorów. Oczywiście sposób wymiany musi



Rys. 19. Robot z systemem wymiany narzędzi

umożliwić w pełni automatyczną pracę, czyli musi prowadzić do:

- automatycznego zwolnienia (odłożenia) „starego” efektora;
- automatycznego uchwycenia „nowego” efektora;
- automatycznego zablokowania „nowego” efektora w kołnierzu robota;
- automatycznego podłączenia linii zasilających i kontrolnych do efektoru.



Rys. 20. Rozwiązania systemu wymiany narzędzi firmy SCHUNK (od lewej: system automatyczny SWS, manualny HWS, manualny MWS)

(Źródło: SCHUNK)

Bardzo ważnymi zagadnieniami są: szybka i bezkolizyjna dostępność do magazynu narzędziowego oraz sposób blokowania narzędzia w kołnierzu manipulatora po jego uchwyceniu. Blokowanie narzędzia może być zrealizowane za pomocą pneumatycznej zasuwy. Rozwiązanie to polega na zamykaniu pneumatycznego zaworu, który przez zasuwę wpływa na zablokowanie/odblokowanie efektoru.

Jeśli zawór pneumatyczny jest otwarty, zasuwa pneumatyczna jest zwolniona, natomiast jeśli zawór pneumatyczny jest zamknięty, wówczas zasuwa ciasno mocuje efektor w kołnierzu chwytaka.

Typowym zadaniem, do którego jest wykorzystywany system wymiany efektorów, jest montaż, ponieważ roboty wykonują wtedy najczęściej kilka czynności technologicznych przy jednym obiekcie, co może wymagać zmiany oprzyrządowania.

Bibliografia dostępna pod linkiem: wdp.com.pl/bibliografia.html

Fragment pochodzi z książki: *Robotyzacja procesów produkcyjnych* W. Kaczmarek, J. Pansiuk, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017

reklama

Wybierz swoją prenumeratę na www.nis.com.pl



PRENUMERATA
DRUKOWANA



PRENUMERATA
ELEKTRONICZNA



PAKIET