

Zrobotyzowana obsługa maszyn

Analizując różne aplikacje robotów, można zauważyć dość specyficzną grupę zastosowań tych urządzeń, w sposób znaczący odróżniającą się od pozostałych, a mianowicie – zrobotyzowaną obsługę maszyn. W porównaniu do innych procesów zrobotyzowanych obsługa maszyn obejmuje bardzo szeroką grupę procesów i, co ciekawe, najszerszy zakres parametrów wykorzystywanych robotów. W żadnych innych zastosowaniach nie używa się robotów o tak różnej konstrukcji i szerokim zakresie udźwigu (od kilku do setek kilogramów). Specyfika procesu może się wydawać bardzo prosta. W rzeczywistości jednak prawidłowa realizacja obsługi maszyn wymaga często zastosowania zarówno zaawansowanych opcji programowych, jak i złożonego algorytmu realizacji [I.22].

Jednym z najważniejszych warunków prawidłowej robotyzacji obsługi maszyn jest odpowiednia konfiguracja stanowiska oraz opracowanie interfejsu wymiany danych między robotem a maszyną, aby współpraca przebiegała w sposób szybki i niezawodny. Pierwszy wymóg wiąże się z posiadaniem takiego urządzenia – maszyny, dla której możliwe będzie zapewnienie poprawnej komunikacji z robotem. Może to być zrealizowane przez sygnały binarne (jeśli mamy do czynienia ze starszymi urządzeniami) lub przez standardowy lub dedykowany protokół wymiany danych, co jest coraz powszechniejsze, szczególnie w przypadku gotowych produktów w postaci centrów obróbkowych dostarczanych przez takie firmy, jak FANUC, ABB, KUKA.

Mówiąc o zrobotyzowanej obsłudze maszyn, myślimy najczęściej o procesach obróbki skrawaniem, realizowanych w centrach obróbkowych, oraz o procesach obsługi pras, gilotyn lub wtryskarek.

1. Zrobotyzowana obsługa centrów obróbkowych

Integracja zrobotyzowanych centrów obróbki jest możliwa w przypadku spełnienia kilku zasadniczych warunków. Obrabiarki, które mają być obsługiwane przez roboty, muszą spełniać kilka wymagań. Przede wszystkim muszą mieć zautomatyzowaną obsługę otwierania i zamykania osłon, sygnalizację stanu zamocowania elementu w uchwycie oraz system odprowadzania wiórów, zabezpieczający przed zanieczyszczeniami szczęk mocujących (np. realizowany przez przedmuch lub załączenie wysokich obrotów). Dodatkowo, jeśli obróbce są poddawane elementy o nieregularnym kształcie, celowe jest sterowanie pozycyjne wrzecionem lub inna kontrola położenia detalu po obróbce, aby możliwy był jego odbiór przez robota.

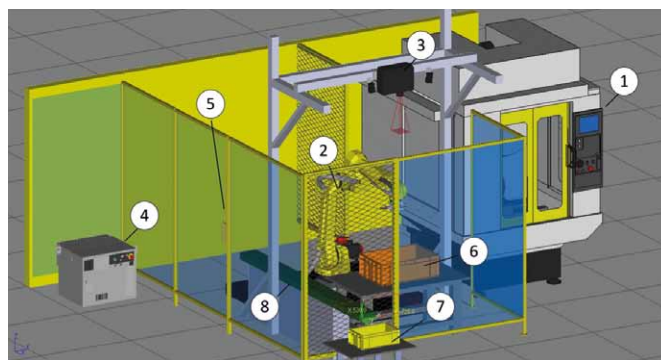
Ze względu na położenie robota względem obrabiarki konstrukcję stanowisk można przedstawić w trzech zasadniczych wariantach. W pierwszym stacjonarny robot obsługuje od jednej do czterech maszyn (rys. 1 i 2).

W drugim wariantcie robot zainstalowany na dodatkowej osi obsługuje kilka maszyn lub pobiera i odkłada detale



Rys. 1. Robot FANUC M-20iB zainstalowany na zewnątrz centrum obróbkowego Robodrill

(Źródło: FANUC)



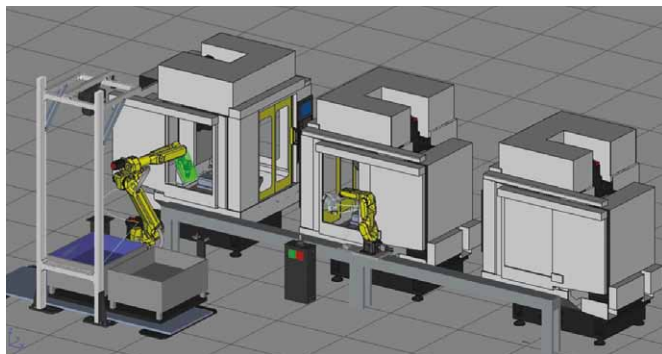
Rys. 2. Cała zrobotyzowana w środowisku Roboguide z robotem FANUC M-20iA zainstalowanym na zewnątrz centrum obróbkowego Robodrill:

1 – Robodrill; 2 – Robot M-20iA; 3 – czujnik 3D Area sensor; 4 – kontroler; 5 – wejście do celi z zamkiem bezpieczeństwa; 6 – pojemnik na prefabrykaty; 7 – pojemnik na gotowe detale; 8 – przenośnik

(Źródło: FANUC)

z określonego miejsca (rys. 3). Rozwiązanie to szczególnie często stosowane jest wtedy, kiedy cykl obróbki skrawaniem jest stosunkowo długi i robot – w celu wyeliminowania przestojów – realizuje obsługę innych maszyn, wykonuje inne dodatkowe operacje lub pobiera i odkłada wyroby w pewnej odległości od maszyny.

W trzecim wariantcie robot jest zintegrowany z maszyną i może się znajdować na niej lub w jej wnętrzu (rys. 4).



Rys. 3. Cela zrobotyzowana w środowisku Roboguide z robotem FANUC LrMate200iD zainstalowanym na osi zewnętrznej i obsługującym trzy centra obróbcze Robodrill (Źródło: FANUC)



Rys. 5. Stanowisko obsługi frezarki zrealizowane przez firmę Dreher AG z wykorzystaniem robota firmy KR AGILUS 6 umieszczonego w module DR-1B (Źródło: KUKA)



Rys. 4. Robot FANUC LrMate 200iD zainstalowany wewnątrz centrum obróbczego Robodrill (Źródło: FANUC)



Rys. 6. Stanowisko FlexMT firmy ABB (Źródło: ABB)

Obecnie coraz więcej firm produkujących roboty przemysłowe stara się oferować gotowe stanowiska realizujące określone operacje. FANUC, największy na świecie producent zaawansowanych sterowań CNC, jest w tym zakresie niekwestionowanym liderem – oferuje pełną gamę obrabiarek CNC dostarczanych pod nazwą Robodrill. W zależności od potrzeb do wyboru jest wiele różnych modeli maszyny z wymiennym magazynem narzędzi, a proces integracji z robotem przeznaczonym do obsługi maszyny trwa kilka minut.

Zabudowa robota wewnątrz stanowiska może być zrealizowana w specjalnym module (podobnie do rozwiązania firmy Dreher AG, np. DR-1B – rys. 5). Przenośnik taśmowy transportuje detale obrabiane do modułu robota, a następnie robot firmy KUKA odbiera je i magazynuje tymczasowo w specjalnym urządzeniu w obrębie modułu. Potem detale są ładowane do frezarki VF-2SS, która wykonuje prace związane z wierceniem i frezowaniem. Po zakończeniu obróbki robot odbiera obrabiane detale i upuszcza na zsuwnię, która transportuje je do zbiornika wychwytywego znajdującego się na zewnątrz modułu.

Firma ABB, lider w dziedzinie rozwoju kompleksowych rozwiązań automatyki, opracowała funkcjonalne stanowisko o nazwie FlexMT (rys. 6). FlexMT to ustandaryzowane i jednocześnie elastyczne rozwiązanie w obszarze robotyki, wyznaczające nową klasę jakości w dziedzinie automatyzacji obrabiarek. FlexMT gwarantuje uzyskiwanie produktu wyjściowego z obrabiarki w stały i przewidywalny sposób, co pozwala

na zwiększenie stopnia wykorzystania obrabiarek nawet do 90%. Jest to doskonały wynik w porównaniu z tradycyjnymi obrabiarkami, których wykorzystanie oscyluje na poziomie 50%. W omawianym przykładzie istotnym elementem systemu jest zintegrowany system wizyjny. Umożliwia on załadunek i rozładunek tradycyjnych obrabiarek, w tym również poziomych i pionowych tokarek oraz urządzeń do obróbki skrawaniem [1.22].

Systemy wizyjne, pozwalające na uzyskanie większej samodzielności przez roboty, już na stałe zagościły w procesach obsługi maszyn. Obecnie niemal wszyscy światowi liderzy rynku robotyki oferują wbudowane systemy wizyjne 2D, a nawet 3D (np. FANUC), co umożliwia pobieranie detali bezpośrednio ze skrzyń.

Gdy robot znajduje się na zewnątrz maszyny, możliwa jest obsługa więcej niż jednej obrabiarki. Przykładem tego typu rozwiązania jest stanowisko, w którym kilka maszyn jest obsługiwanych przez kilka robotów (rys. 7). Rozwiązanie to ma tę zaletę, że detal po obróbce w jednej maszynie może być odbierany przez kolejnego robota przy wykorzystaniu chwytaka przeznaczonego do obrabionego detalu, co w znacznym stopniu ułatwia proces obsługi maszyny i eliminuje konieczność stosowania zaawansowanych chwytaków lub układów wymiany chwytaków.

Roboty przemysłowe idealnie sprawdzają się w obsłudze maszyn produkcyjnych, takich jak na przykład centra



Rys. 7. Wizualizacja stanowiska obsługi maszyn przez roboty COMAU

(Źródło: <http://www.robotyka.com>)



Rys. 8. Linia pras w tłoczni obsługiwana przez roboty COMAU

(Źródło: <http://www.robotyka.com>)

obróbkowe CNC. Szczególnie niezastąpione są tam, gdzie detale są produkowane w długich seriach albo ich przenoszenie jest uciążliwe ze względu na gabaryty lub masę. Robot przemysłowy potrafi załadować i rozładować maszynę zawsze w taki sam, perfekcyjnie powtarzalny sposób, realizując często dodatkowe operacje, takie jak kontrola jakości (np. przy wykorzystaniu zintegrowanego systemu wizyjnego).

2. Zrobotyzowana obsługa stanowisk obróbki plastycznej

Mówiąc o robotyzacji procesów obróbki plastycznej, mamy na myśli przede wszystkim procesy obsługi pras i kucia matrycowego. Czynniki sprzyjającymi robotyzacji tych procesów są ściśle zdefiniowane położenia elementów podczas pobierania, załadunku do prasy i odkładania oraz zbliżone czasy operacji obróbkowych i czynności związanych z manipulacją podczas dostarczania materiału do maszyny i odbierania gotowego detalu. Istotne jest również to, że z racji specyfiki procesów stosunkowo łatwy jest dostęp robota do maszyny i do magazynów z materiałem i produktami procesu.

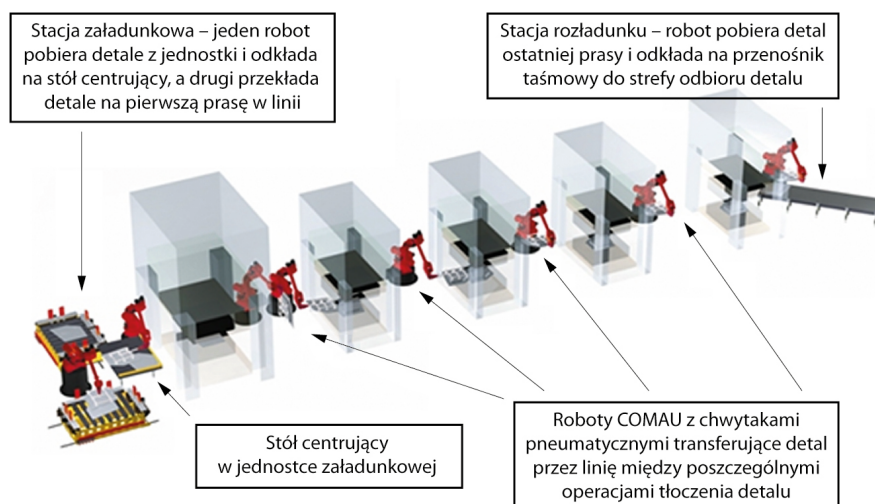
Robotyzacja obsługi pras niesie ze sobą wiele korzyści, z których najważniejszymi są: zastąpienie człowieka w uciążliwych procesach (wymagających dużego wysiłku fizycznego oraz realizowanego w trudnych warunkach) i możliwość łączenia pras w linie technologiczne, co przyczynia się do wzrostu wydajności procesu wytwórczego, jak też pozwala na zapewnienie stałego czasu cyklu procesu (rys. 8 i 9).

Mimo że obsługa pras i stanowisk kucia matrycowego sprowadza się w zasadzie do operacji przenoszenia, choć robot może być dodatkowo wykorzystany do czyszczenia lub smarowania matryc, istnieją problemy, które w konsekwencji mogą powodować niebezpieczeństwo uszkodzenia matryc, a co za tym idzie – znaczne straty dla przedsiębiorstwa. W przypadku obsługi pras, gdzie materiałem wejściowym jest blacha, bardzo istotne jest

zapewnienie pobierania tylko jednej blachy ze stosu materiału. Nie jest to proste, ponieważ blachy na etapie ich przechowywania są zaolejone i bardzo często może dojść do ich sklejenia (może to prowadzić do uszkodzenia matrycy prasy z powodu zbyt dużej grubości materiału poddanego tłoczeniu). Dlatego na linii produkcyjnej są stosowane specjalne układy rozdzielające poszczególne arkusze.

Przykładem łączenia pras w linie technologiczne jest rozwiązanie opracowane przez firmę COMAU, w którym transfer detalu między poszczególnymi operacjami tłoczenia na kolejnych prasach zapewniają roboty odpowiednio rozmieszczone między prasami [1.22].

Na początku linii pras są umieszczone specjalne jednostki rozdzielające blachy, nazywane destakerami. Ich zadaniem jest zapewnienie pobrania zawsze tylko jednego arkusza blachy, pomiar grubości pobranej blachy oraz kontrola właściwego pozycjonowania arkusza przed pobraniem przez robota. Między poszczególnymi maszynami umieszczono roboty przekładające materiały na kolejne stanowiska. Na końcu linii znajdują się roboty odbierające wyprodukowane detale i odkładające je na przenośniki taśmowe lub palety.



Rys. 9. Wizualizacja przepływu materiału w linii pras w tłoczni obsługiwana przez roboty COMAU

(Źródło: <http://www.robotyka.com>)

Kolejnym istotnym problemem wymagającym szczególnej uwagi jest prawidłowe uchwycenie materiału przed i po obróbce. Wynika to z faktu, że o ile załadunek materiału do prasy można zrealizować za pomocą płaskiego chwytaka wieloprzysawkowego lub elektromagnetycznego (w przypadku materiałów ferromagnetycznych), o tyle odbiór elementów z matrycy może być utrudniony, ponieważ produkt obróbki plastycznej często zmienia swój kształt z płaskiego w przestrzenny. W związku z tym konieczna jest zmiana położenia przysawek, aby zachować pełną powierzchnię chwytu.

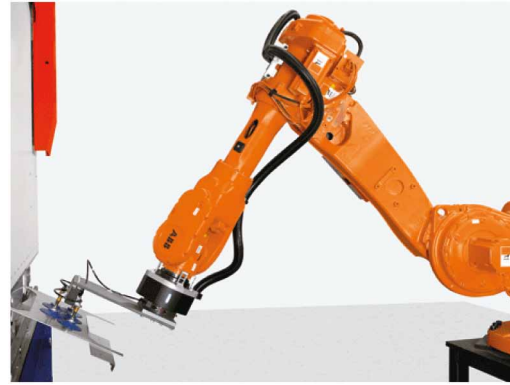
W odróżnieniu od procesu tłoczenia realizowanego na prasach, kucie matrycowe wiąże się z operowaniem elementami charakteryzującymi się znacznie większą masą w stosunku do wytłoczek. Cechą typową dla tego procesu jest wysoka temperatura odkuwek, co pociąga za sobą konieczność zabezpieczenia termicznego zarówno robota, jak i kontrolera. W przypadku robotów jest to realizowane dzięki zastosowaniu specjalnych izolatorów ceramicznych montowanych między chwytakiem a kciścią robota oraz specjalnych fartuchów ochronnych zabezpieczających całą jednostkę mechaniczną przed promieniowaniem termicznym występującym na stanowisku (rys. 10).



Rys. 10. Robot KUKA KR1000 przystosowany do pracy w wysokich temperaturach (Źródło: <http://roboworld.com>)

Temperatura elementów odbieranych przez robota dochodzi nawet do 1200°C, temperatura otoczenia zaś może wynosić ok. 50°C. Zastosowanie robotów pozwala w tym przypadku na odsunięcie ludzi od strefy działania czynników szkodliwych, takich jak wysokie temperatury, hałas, rozpryski zgorzeli, trujące opary.

Obok tłoczenia w prasach i kucia matrycowego roboty znajdują szerokie zastosowanie również w obsłudze gilotyn i giętarek. Proces ten, choć z pozoru prosty, wymaga jednak dynamicznego zaangażowania robota podczas gięcia, aby zapewnić założony wynik. W chwili, gdy materiał zaczyna się wyginać, robot musi wykonać odpowiedni ruch, utrzymując materiał, aby odkształcenie materiału przebiegło tylko w określonym miejscu (rys. 11).



Rys. 11. Obsługa giętarki przez robota firmy ABB

(Źródło: <http://www.bystronic.com>)



Rys. 12. FANUC Roboshot wraz z robotem LR Mate 200iD zainstalowanym na dodatkowej osi (Źródło: <http://FANUCrobotics.pl>)

Zaletą robotyzacji procesu w tym przypadku jest to, że odpowiednio skonfigurowane stanowisko umożliwia uzyskanie wysokiej jakości i powtarzalności giętych elementów, niemożliwe do zrealizowania przy ręcznej obsłudze maszyny.

Roboty wykorzystywane są jednak nie tylko do automatyzacji obsługi maszyn realizujących obróbkę metali. Przykładem jest nagrodzone w tym roku na XVIII Międzynarodowych Targach Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Gumi PLASTPOL rozwiązanie Roboshot oferowane przez firmę FANUC (rys. 12). Jest to połączenie nowoczesnego zespołu wtryskowego z zaawansowanym sterowaniem CNC (dodatkowo uzupełnione o robota LR Mate 200iD na potrzeby Targów Kielce). FANUC Roboshot doskonale nadaje się do zastosowania wszędzie tam, gdzie konieczne jest zachowanie wysokich norm czystości produkcji oraz szybkości i precyzji.

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

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