

Zrobotyzowana obsługa pras

Jan Barczyk
Kazimierz Dogiel *

Omówiono specyficzne warunki związane z obsługą pras przez roboty przemysłowe. Przedstawiono przykłady zrobotyzowanych stanowisk i linii pras w przemyśle krajowym i zagranicą.

W czerwcu 1962 roku w zakładach Ford Motor Company zastosowano pierwszego w świecie robota przemysłowego (typ Versatran Model C) do obsługi prasy, na której tłoczono części samochodowe. Mimo pozytywnych wyników prób eksploatacyjnych dopiero po pięciu latach kilka firm amerykańskich zainteresowało się robotami przemysłowymi. Dopiero uruchomienie seryjnej produkcji robotów w Japonii w 1968 roku zdecydowanie wpłynęło na wzrost liczby zastosowań robotów, w pierwszym okresie głównie do obsługi maszyn (pras, wtryskarek, obrabiarek, maszyn odlewniczych itp.). 10 lat później do podobnych zadań uruchomiono w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów (PIAP) produkcję robotów licencyjnych IRb-6 i IRb-60 oraz w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej roboty z napędem pneumatycznym RIMP-401 i RIMP-402.

W przemyśle samochodowym ponad 50 % zastosowań robotów dotyczy zgrzewania punktowego i spawania, ale następnym największym obszarem zastosowań jest obsługa pras. Roboty dostarczają do prasy arkusze blachy i odbierają ukształtowane różnorodne elementy karoserii. Międzynarodowa Federacja Robotyki (IFR) w najnowszej publikacji [1] podaje, że bezpośrednio do obsługi pras rocznie instalowanych jest ponad 500 robotów. Coroczna statystyka obejmuje jednak tylko wybrane kraje i należy przypuszczać, że takich zastosowań jest o wiele więcej. Według tej samej publikacji do końca 2003 roku przy obsłudze pras w różnych gałęziach przemysłu zainstalowanych było prawie 6000 robotów, tj. około 0,7 % ogólnej liczby stosowanych robotów przemysłowych na świecie.

Prasowanie to obróbka polegająca na plastycznym formowaniu brył na prasach albo kształtowaniu przedmiotów z materiałów rozdrobnionych. Automatyzacja i robotyzacja obsługi pras polega w pierwszym wypadku na dostarczaniu i odbieraniu obrabianego półwyrobu lub w drugim – tylko na odbieraniu ukształtowanego wyrobu.

Obsługa prasy jest stosunkowo prostym procesem i jego zrobotyzowanie nie jest skomplikowane – najczęściej robot pobiera materiał wyjściowy ze ściśle

określonego miejsca (magazynek, przenośnik, piec indukcyjny), podaje go odpowiednio zorientowany i pozycjonowany do prasy, a po wykonaniu operacji technologicznej (plastyczne odkształcenie lub wprasowanie dodatkowego elementu) odkłada wyrób w odpowiednie miejsce. Do tak prostych zadań obsługi pras można stosować mniej kosztowne roboty przemysłowe (o mniejszej liczbie osi ruchu i z prostym układem sterowania).

Mimo tak prostego cyklu manipulacji ciągle pojawiają się nowe wyzwania związane z robotyzacją obsługi pras.

Czynniki sprzyjające robotyzacji pras

Obsługa prasy wymaga niewielu czynności manipulacyjnych, a więc robotyzacja jest łatwiejsza do realizacji niż w innych procesach technologicznych. Ściśle są zdefiniowane położenia obrabianego elementu: początkowe (magazyn, podajnik), robocze (prasa) i końcowe (paleta, przenośnik), nie są skomplikowane toru ruchu chwytaka robota oraz krótki jest czas cyklu manipulacji. Często jest wykonywanych tylko kilka ruchów po prostych torach, w całym cyklu pracy.

Czynnikiem sprzyjającym robotyzacji są zbliżone czasy operacji obróbkowej (cykl prasy) i czynności manipulacyjnych (dostarczenie i odebranie półwyrobu z prasy) – przy obsłudze pojedynczej prasy jest wykorzystany cały czas pracy robota. Prasy działają stosunkowo szybko, więc niezbędne są roboty o dużych prędkościach ruchu. W celu przyspieszenia obsługi pras często są stosowane roboty dwuramiennne – wówczas np. równocześnie są pobierane półwyroby z magazynu i odbierane wytłoczki z prasy. Warto zaznaczyć, że w wielu wypadkach tempo pracy człowieka jest mniejsze (a do tego zmienne w ciągu dnia pracy) niż cykl pracy obsługiwanej maszyny. Duże i stałe tempo pracy robota z maksymalną dokładnością umożliwia zwiększenie produkcji.

Łatwe jest również ustawienie robota, gdyż zwykle jest dobry dostęp do obszaru roboczego prasy. W zależności od wielkości obiektów obróbki i kolejności czynności manipulacyjnych spotyka się różne konfiguracje stanowisk roboczych. Najczęściej robot jest umieszczony przed prasą, pomiędzy przenośnikami: dostarczającym i odbierającym obrabiane półwyroby. Inne rozmieszczenia urządzeń występują przy obsłudze kilku pras, a jeszcze inne przy obsłudze linii pras. Niekiedy roboty są umieszczane na torach jezdnych, wówczas, na przykład podczas wymiany tłoczników

* dr inż. Jan Barczyk – Instytut Automatyki i Robotyki, Politechnika Warszawska
mgr inż. Kazimierz Dogiel
– Ośrodek Badawczo-Rozwojowy
Urządzeń Sterowania Napędów, Toruń

lub remontu prasy roboty są odsuwane. Spotyka się również nietypowe konfiguracje stanowisk w linii pras, gdy ze specjalnych względów (np. konieczności częstej wymiany narzędzi) roboty ustawia się na podestach obok pras lub mocuje bezpośrednio do pras.

Robotyzację ułatwia uporządkowanie (odpowiednie zorientowanie i pozycjonowanie) podawanych do prasy półwyrobów. Do rozdzielania pojedynczych drobnych elementów służą odpowiednie magazyny i podajniki.

Korzyści z robotyzacji pras

Podstawowym celem robotyzacji obsługi pras jest pełne zastąpienie człowieka w tym procesie, który charakteryzuje się wyjątkowo dużą uciążliwością: wymaga dużego wysiłku fizycznego i psychicznego w nieprzyjnym dla człowieka środowisku (konieczność chwytania arkuszy blach z ostrymi krawędziami, często o dużych wymiarach, duży hałas, drgania i wibracje, w ciągu jednej zmiany pokonywanie drogi około 17 km).

Obsługa pras zawsze stanowiła także duże zagrożenie wypadkowe, wynikające z nieuwagi lub niewłaściwego postępowania robotnika obsługującego prasę – robotyzacja stwarza możliwość wycofania ludzi poza strefę niebezpieczną. Podczas ręcznego wkładania półwyrobów do prasy i wyjmowania wytłoczek należało stosować specjalne systemy zapewniające bezpieczeństwo operatora.

Robotyzacja umożliwia łączenie pras w linię technologiczną – co wpływa na znaczne zmniejszenie liczby pracowników obsługujących prasę. Warto również zaznaczyć, że taka linia pras pracuje przy stałej prędkości, czego nie udaje się osiągnąć, gdy linię obsługują ludzie.

Zastosowanie robotów umożliwia osiągnięcie większej wydajności pras i utrzymywanie przez cały czas stałego cyklu pracy. Jednocześnie zrobotyzowany system jest bardziej elastyczny – roboty łatwo mogą być przystosowane do przenoszenia różnych wytłoczek. Dla zapewnienia ciągłości pracy pras na wejściu linii, zwykle po obu stronach robota, są ustawiane dwa stosy materiału wyjściowego (blach). Gdy robot pobierze wszystkie elementy z jednego stosu, wówczas automatycznie zaczyna pobierać z drugiego stosu, a operator może wymienić pusty magazyn.

Dzięki robotyzacji uzyskuje się również poprawę jakości wytłoczek, co w oczywisty sposób wpływa także na zmniejszenie kosztów produkcji.

Problemy robotyzacji pras

W wielu przypadkach ze względu na specyficzne warunki pracy zrobotyzowana obsługa pras stwarza wiele problemów, których rozwiązanie jest niezbędne dla zapewnienia ciągłego, bezawaryjnego przebiegu procesu. Najwięcej problemów dotyczy prawidłowego uchwycenia materiału wyjściowego dostarczanego do prasy.

Do chwytania elementów najczęściej używa się chwytaków przyssawkowych, z jedną lub kilkoma przyssawkami (do chwytania arkuszy). Oferta przyssawek różnych firm jest bardzo bogata (rys. 1) – można wybrać odpowiedni kształt, właściwą średnicę, rodzaj materiału itp. Podciśnienie w przyssawkach najczęściej jest wytwarzane w indywidualnych



Rys. 1. Przyssawki firmy ANVER [2]: a) płaskie, b) podwójne, c) prostokątne

czektorach. Ze względu na dużą liczbę stosowanych chwytaków podciśnieniowych (np. na wydziale pras w zakładach Daimler Chrysler używa się około 2000 przyssawek) jest uzasadniona optymalizacja warunków pracy tych chwytaków. W tych zakładach dzięki zastosowaniu nowych wielostopniowych czektorów firmy PIAB [3] prawie o 100 % zredukowano zużycie sprężonego powietrza. Nowy chwytak podciśnieniowy firmy PIAB (rys. 2) zawiera zintegrowane obwody zasilania, wytwarzania podciśnienia, sterowania oraz pomiaru podciśnienia i łatwo może być przystosowany do chwytania różnych półwyrobów podawanych i odbieranych z pras.

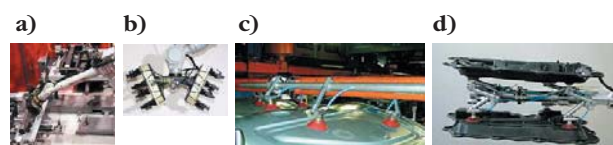


Rys. 2. Chwytak firmy PIAB [3]

Często po ukształtowaniu wytłoczki zachodzi potrzeba innego usytuowania przyssawek albo wymiana chwytaka, która może być dokonywana automatycznie. Problemowi temu poświęca się coraz więcej uwagi ze względu na wciąż rosnące wymagania elastyczności linii pras. Takie same roboty pracujące w linii pras są wyposażone w różne urządzenia chwytające, przystosowane do kolejnych zmian kształtu wytłoczki.

Do chwytania drobnych ferromagnetycznych elementów zwykle są stosowane chwytaki elektromagnetyczne. Rzadko stosuje się chwytaki mechaniczne ze sztywnymi końcówkami chwytynymi.

Zaleca się, aby chwytak podciśnieniowy do dużych arkuszy zawierał kilka przyssawek rozmieszczonych na możliwie dużej powierzchni (rys. 3a i 3c). Zapewnia to stabilne położenie podczas przenoszenia blachy do prasy.



Rys. 3. Chwytaki podciśnieniowe do obsługi pras: firmy Motoman [14]: a) do wydłużonych blach, b) chwytak podwójny; firmy Bilsing [16]: c) do złożonych kształtów, d) chwytak podwójny

W niektórych przypadkach jest możliwe wyposażenie robota w podwójny chwytak (rys. 3b i 3d). W trakcie operowania pod wykrojnikiem jeden chwytak odbiera obrobiony element, a drugi dostarcza półwyrób.

Jednym z istotnych problemów jest pobieranie pojedynczych elementów. System zrobotyzowany musi być wyposażony w urządzenia zapewniające dostarczenie do prasy tylko pojedynczych, odpowiednio zorientowanych i pozycjonowanych elementów. W przeciwnym wypadku będą wykonywane braki lub nastąpi uszkodzenie prasy. Niestety ułożone w stos arkusze stali, z cienką warstwą oleju między nimi, wskutek napięcia powierzchniowego ulegają sklejeniu i trudno je rozdzielić.

Rozdzielenia arkuszy można wykonać różnymi metodami w zależności od rodzaju materiału, grubości arkusza itp. [4]. Najczęściej do rozdzielania cienkich stalowych arkuszy stosuje się separatory elektromagnetyczne umieszczone w urządzeniu chwytającym. Magnesy są umieszczone wzdłuż jednej krawędzi i powodują odgięcie pojedynczego arkusza na stosie – powstająca szpara między arkuszami umożliwia ich rozdzielanie. Stosowane są także systemy rozdzielania arkuszy za pomocą sprężonego powietrza, które jest podawane między arkusze. Czasem używa się czysto mechanicznych sposobów rozdzielania – wówczas z boku stosu jest wciskane narzędzie powodujące uniesienie arkusza. Często stosuje się sensory do pomiaru grubości uchwyconego elementu (w szczególności dla nieferromagnetycznych metali). Jeżeli zostanie przekroczona określona grubość (zostały uchwycone dwa arkusze), to zostaje przesłany odpowiedni sygnał do układu sterowania, który może uruchomić procedurę uwalniania zbędnego arkusza (np. drgania, wyginania itp.).

Coraz częściej są stosowane systemy wizyjne, które oprócz ostatecznej kontroli uchwycenia pojedynczego elementu, umożliwiają dodatkowo określenie jego położenia i zorientowania. Systemy wizyjne są stosowane również przy odbieraniu gotowego elementu z prasy w celu dokonania kontroli jakości, polegającej na sprawdzeniu czy obraz odbierany przez kamerę jest zgodny z szablonem dla danego elementu.

Na niektórych zrobotyzowanych stanowiskach (w szczególności przy obsłudze pras do tworzyw sztucznych) roboty są wyposażone w układ ważenia umożliwiający stwierdzenie czy nie nastąpiły uszkodzenia, o których może świadczyć np. zbyt mała masa wypraski. Kontrola jakości jest niezbędna zarówno przy podawaniu elementu na następną prasę, jak i po zakończeniu procesu odkształceń plastycznych.

Automatyzacja obsługi pras

Wielu producentów oferuje prasy o automatycznym cyklu pracy, w których robotnik tylko nakłada i odbiera elementy z odpowiednich podajników – takie rozwiązania zdecydowanie zwiększają bezpieczeństwo pracy. Przedstawiona na rys. 4 automatyczna prasa [5]

o nacisku 20 ton może tłoczyć arkusze blach o wymiarach 1270x2540 mm i grubości do 6 mm.



Rys. 4. Automatyczna prasa firmy Amada [5]



Rys. 5. Schemat obsługi pras przez podajniki [6]

Firma ABB [6] do automatyzacji linii pras proponuje zamiast robotów przemysłowych prostsze rozwiązania zawierające programowalne elektromechaniczne podajniki PM2D2 oraz stoły liniowe lub obrotowo-przesuwne (rys. 5). Podajniki o dwóch stopniach swobody (ruchy w pionie i w poziomie) są mocowane do boku prasy. Standardowe wykonanie podajnika umożliwia przemieszczanie do 3 m, z prędkością 5 m/s.

W 2005 roku w Ośrodku Badawczo Rozwojowym Urządzeń Sterowania Napędów [7] opracowano dwa typy podajników przeznaczonych do obsługi pras ciężkich o nacisku dochodzącym do 1200 ton. Prasy tego typu są przeznaczone między innymi do głębokiego tłoczenia zbiorników ciśnieniowych wykonanych ze stali. Przygotowane wcześniej detale do tłoczenia mają postać krążków stalowych z blach o grubościach do 4 mm i średnicach dochodzących do 1500 mm. Zadaniem podajników jest przeniesienie takiego detalu z magazynu w postaci arkuszy blach ułożonych w stos i odłożenie w polu roboczym prasy z dokładnością ± 1 mm.

Podajnik serii REFMAN 1 (rys. 6) obsługuje prasę 300 ton, podając arkusze blachy o wymiarach do 700 mm.



Rys. 6. Podajnik REFMAN 1

Podajnik wyposażono w pięć niezależnych osi o napędzie pneumatycznym. Dwa główne moduły: moduł pobierania arkuszy blachy i moduł przemieszczania arkuszy pod prasę są ze sobą sprzężone, tak że ruch roboczy w kierunku prasy odbywa się jednocześnie. Przekazanie detali pomiędzy modułami odbywa się za pomocą przenośnika taśmowego.

Na rys. 7 przedstawiono widok manipulatora REFMAN 2 od strony modułu przemieszczania arkuszy blachy o wymiarach do 1500 mm pod prasę 800 ton.



Rys. 7. Podajnik serii REFMAN 2 – widok z tyłu

Podajnik serii REFMAN 2 składa się z dwóch niezależnych od siebie modułów: modułu pobierania arkuszy blach z magazynu i modułu transportu arkuszy w pole robocze prasy. Przekazanie detali pomiędzy modułami następuje za pomocą przenośnika łańcuchowego.

Pierwsze zastosowania robotów do obsługi pras w Polsce

W 1981 roku w Fabryce Samochodów Osobowych na Żeraniu od obsługi prasy typu PXW 100 zastosowano dwa roboty przemysłowe PR-02 o konstrukcji modułowej, produkowane przez PIAP [8]. Jeden robot

pobierał półfabrykat na koło zębate z podajnika z magazynkiem i dostarczał go do prasy, a drugi odbierał wypraskę i wrzucał ją do pojemnika. Do tak prostych zadań manipulacyjnych wystarczyły roboty z napędem pneumatycznym, o dwóch stopniach swobody.

W 1982 roku w Zakładach Zmechanizowanego Sprzętu Domowego POLAR uruchomiono prasę ROVETTA S2-500 z włoskim robotem firmy Salvagnini. Ten automatyczny manipulator wyposażony w cztery chwytaki przyssawkowe dostarczał do prasy blachę, z której był tłoczony przedni płaszcz pralki automatycznej. To zrobotyzowane stanowisko obsługi prasy wielostemplowej pracowało na trzy zmiany.

W 1987 roku w Fabryce Samochodów Małolitrażowych w Tychach, na linii pras do tłoczenia elementów samochodu małolitrażowego Fiat 126p, zastosowano osiem robotów RIMP-401M, produkowanych w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej [9]. Zautomatyzowana linia produkcyjna do tłoczenia wykrojek składa się z ośmiu pras mimośrodowych o naciskach 63 i 100 ton. Każdą prasę obsługuje ustawiony naprzeciwko dwuramienny robot RIMP-401M. Równoczesny ruch obu ramion przyspiesza obsługę prasy, gdyż możliwe staje się np. w tym samym czasie pobranie elementu z magazynu i z prasy lub dostarczenie do prasy i do drugiego robota. Ze względu na odległości między prasami oraz określone długości ramion robota nie było możliwe bezpośrednie przekazywanie obrabianych elementów, w związku z tym między robotami zainstalowano stoły obrotowo-przesuwne. Linie obsługuje jeden pracownik, który ładuje pakietami magazyn podajnika wykrojki. Cykl rozpoczyna się od pobrania surowej wykrojki z magazynu (chwytakiem

Tabela 1. Charakterystyka podajników

Wyszczególnienie	REFMAN 1	REFMAN 2
Napędy	pneumatyczny w 5 osiach	serwo AC* w 2 osiach, pneumatyczny w 2 osiach
Sposób uchwycenia detalu	przyssawkowy z czekotorem	przyssawkowy z czekotorem
Detekcja uchwycenia dwóch arkuszy	sensorem do pomiaru grubości blachy	sensorem do pomiaru grubości blachy
Sposób uwolnienia dodatkowego arkusza	- sprężonym powietrzem - dźwignią odginającą arkusze w momencie pobrania z magazynu - zrzucenie sklejonnych arkuszy w momencie osiągnięcia górnego położenia i ponowne pobranie	- dźwignią odginającą arkusze w momencie pobrania z magazynu - zrzucenie sklejonnych arkuszy w momencie osiągnięcia górnego położenia i ponowne pobranie
Czas wykonania pełnego cyklu od pobrania arkusza do wytłoczenia	17 s (prasa OMERA 300T)	30 s (prasa OMERA 800T)
Maksymalna średnica arkusza blachy	700 mm	1500 mm
Maksymalna grubość arkusza blachy	4 mm	4 mm

* napęd Serwo AC typu 631 z silnikami bezszczotkowymi firmy SSD Drives

pierwszego ramienia) i jednoczesnego pobrania wytłoczki z pierwszej prasy (chwytakiem drugiego ramienia); po obrocie ramion o 90° wytłoczka odebrana z prasy jest odkładana na stół obrotowo-przesuwny, a wykrojka pobrana z magazynu jest dostarczana do prasy. W zależności od potrzeb stoły wykonują ruch liniowy (albo liniowy i obrotowy), pozycjonując jednocześnie półwytłoczkę przed pobraniem jej przez następne roboty. Następne w linii roboty wykonują podobne ruchy, pobierając wytłoczki ze stołu i odbierając z kolejnej prasy. Poszczególnymi stanowiskami (prasa, robot, podajnik) sterują indywidualne sterowniki E-401, synchronizowane przez centralny pulpit sterowniczy. Wzdłuż linii są rozmieszczone przyciski STOP BEZPIECZEŃSTWA, których użycie powoduje zatrzymanie całej linii.

W 1989 roku w FIAT-Auto Poland w Tychach zrobotyzowano linię sześciu pras średnich [10]. Do obsługi pras EZ-300T wykorzystano 8 robotów IRB-60 (oraz robot rezerwowo), produkcji PIAP. Na tej zrobotyzowanej linii zastosowano kilka specjalnych urządzeń, między innymi zautomatyzowany magazyn-podajnik wykrojek oraz wózki poruszające się po torach jezdnych. Na wózkach tych zostały umieszczone roboty, które są odsuwane od pras podczas przezbierania linii. Roboty miały oddzielne układy sterowania, a jako urządzenie nadrzędne do koordynacji współpracy robotów, pras i urządzeń pomocniczych zastosowano sterownik przemysłowy firmy Siemens typu Simatic S5-155U.

Projekt robotyzacji linii pras obejmuje wiele problemów, m.in.: przystosowanie istniejących pras i wyposażenia pomocniczego, zastosowanie odpowiednich dodatkowych urządzeń i przyrządów, zainstalowanie czujników, modernizację sterowania pras oraz integrację systemów sterowania pras i robotów. Problemy wynikają również z istniejącego wzajemnego ustawienia pras.

Przykłady rozwiązań zagranicznych

Do obsługi pras nadaje się wiele typów robotów, lecz producenci z reguły określają, które roboty spełniają założone warunki: przystosowanie do przenoszenia obiektów różnych wymiarów, duży zasięg, duża elastyczność i niezawodność. W tabl. 2 zamieszczono informacje o głównych producentach robotów przemysłowych i proponowanych przez nich typach robotów do obsługi pras.

Robotyzowane są linie pras zbudowane nawet kilkadziesiąt lat temu. Na przykład oddział Forda Walton Hills w Ohio powstał w 1954 roku, a ostatnią linię pras zbudowano 20 lat temu. W roku 2003 zrobotyzowano tam dwie linie zawierające po sześć pras.

We wczesnych latach 90. japońskie firmy Nissan i Mazda zainwestowały ogromne środki na robotyzację oraz uelastycznienie operacji na prasach, osiągając całkowite usunięcie ludzkiej obsługi z tych niebezpiecznych prac.

Tablica 2. Oferta największych producentów robotów przemysłowych do obsługi pras

Firma	Liczba typów robotów	Wybrane typy robotów – udźwig
ABB	6	IRB 140 ... IRB 7600 – do 500 kg
Comau	3	NH1 ... NH3 – do 100 kg
Epson	4	E2 – do 20 kg
Fanuc	11	M-6i ... S-900iW – do 400 kg
Güdel	8	roboty portalowe – do 3000 kg
Kuka	6	KR6 KS ... KR 210-2K – do 210 kg
Motoman	7	HP3 ... EHP 4000 – do 250 kg
Reis	18	RL6 ... RH300 – do 300 kg

a)



b)



Rys. 8. Roboty przemysłowe firmy ABB: a) typ IRB 6400R, b) stanowisko obsługi prasy

Firma ABB [4] podaje, że na całym świecie zainstalowała ponad 500 robotów do obsługi pras. Na przykład w 2001 roku w Wielkiej Brytanii zastosowano 18 robotów na dwóch liniach pras, produkujących 80 różnych elementów. Ta zrobotyzowana linia to cały kompleks, obejmujący automatyczną wymianę narzędzi, kontrolę bezpieczeństwa, diagnostykę, wizualizację itp. Oprogramowanie zawiera graficzną interpretację przebiegu procesu produkcyjnego, umożliwia przegląd wybranych operacji, zebranie informacji o dziennej produkcji, sporządzanie raportów i analiz, diagnostykę urządzeń i systemu, śledzenie historii procesu itp. System poprzez Internet umożliwia dostęp do danych na różnych poziomach decyzyjnych.

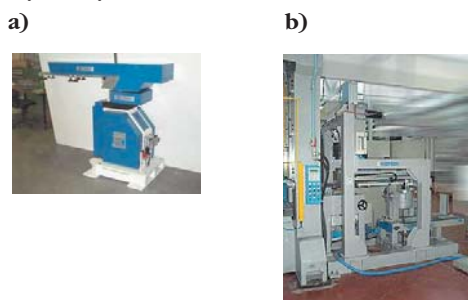
Do obsługi pras jest preferowany robot IRB 6400R – rys. 8a (seria robotów IRB 6400 obejmuje 14 różnych wariantów konstrukcyjnych, o udźwigu od 75 do 250 kg). Na rys. 8b przedstawiono typowe rozwiązanie stosowane przez ABB na wejściu zrobotyzowanej linii pras – jeden robot pobiera arkusz blachy ze stosu umieszczonego na palecie i dostarcza go do stacji pozycjonującej, skąd drugi robot pobiera arkusz i dostarcza go do prasy.

Firma Comau [11], która ma na swoim koncie ponad 150 zrobotyzowanych linii pras, oferuje między in-



Rys. 9. Robot NH3/P firmy Comau

nymi robot specjalnie przystosowany do obsługi pras NH3/P (rys. 9), z dodatkowym silnikiem na pierwszej osi, o zasięgu 3,5 m. Ten robot, o udźwigu 100 kg, może manipulować obiektami (np. arkuszami blach) o dużych wymiarach.



Rys. 10. Urządzenia firmy Copren: a) – robot ROBOCOP, b) – podajnik do pras

Jest również kilka małych firm specjalizujących się w budowie robotów do obsługi pras – na przykład firma Copren [12] oferuje ROBOCOP o trzech osiach (rys. 10a), z bogatym oprogramowaniem. Firma ta produkuje także szybkie automatyczne podajniki liniowe do pras (rys. 10b). Również firma Oriimec [13] oferuje prosty trójosiowy robot G-50 ze sterowaniem typu PTP przeznaczony do obsługi pras o niewielkim tonażu. System sensoryczny zamontowany w urządzeniu chwytającym przekazuje do układu sterowania informację o prawidłowości uchwycenia arkusza blachy. Robot ten może być montowany na szynach i może przemieszczać się od prasy do prasy.

W zakładach Whirlpool w USA na trzech liniach pras od października 2004 do czerwca 2005 roku zastosowano 21 pięcioosiowych robotów SP80X firmy Motoman [14]. Na prasach wytłaczane są elementy drzwi, ramy i obudowy z arkuszy blach o różnych wymiarach. Zrobotyzowanie tych linii pras umożliwiło zwiększenie przepustowości o 50 % oraz osiągnięcie wyższej jakości wyłoczek. Obliczono, że zwrot nakładów na robotyzację nastąpi po dwóch latach.

W Europie najbardziej zrobotyzowana jest fabryka Jaguar Cars w Wielkiej Brytanii [15] – jest tam ponad 400 robotów wykorzystywanych na różnych etapach procesu produkcyjnego. W 2001 roku uruchomiono dwie nowe linie pras obsługiwanych przez 18 robotów. Roboty typu 460R firmy ABB zastosowano na wydziale pras, gdzie są tłoczone aluminiowe elementy luksusowego samochodu Jaguar XJ. Na początku linii dwa roboty obsługują stację rozładowniczą ze specjalnym łóżem centrującym, zapewniającym precyzyjne położenie arkusza blachy.

Niektóre firmy, np. Motoman [14] i KUKA [17], oferują specjalizowane oprogramowanie do projektowania zrobotyzowanej obsługi pras i symulacji pracy robotów przy pojedynczych prasach oraz w linii pras. Oprogramowanie KUKA.BendTech umożliwia opracowanie programu przy wprowadzaniu nowego wyrobu i uruchomienie procesu bez przerw w produkcji. Oprogramowanie symulacyjne, umożliwiające analizowanie aplikacji w 3D (rys. 11), jest bezpłatnie

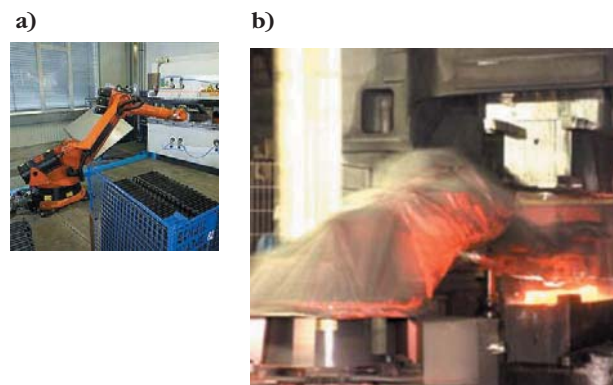
udostępniane użytkownikom. Programy symulacyjne umożliwiają sprawdzenie czy podczas realizacji programów nie wystąpią kolizje, określenie zakresów ruchu robota, dobranie odpowiedniego urządzenia chwytającego, optymalizowanie jego ruchów oraz analizowanie czasów cyklu.



Rys. 11. Symulacja zrobotyzowanej obsługi pras [17]

Na rys. 12 przedstawiono dwa przykłady zastosowania robotów KUKA do obsługi pras.

W pierwszym przypadku (rys. 12a) zastosowano robot KR 150 L110 o zasięgu 3,5 m do obsługi prasy balansowej. Arkusz jest zabierany chwytakiem podciśnieniowym i umieszczany w stacji centrowania, gdzie jest mierzona grubość blachy. Podczas procesu zginania robot zmienia położenie i chwyt tak, aby umożliwić zagięcie drugiego boku blachy. Po zakończeniu procesu ukształtowana blacha jest odkładana na paletę.



Rys. 12. Roboty KUKA przy obsłudze: a) – prasy balansowej, b) – prasy kuźniczej [17]

Na rys. 12b przedstawiono zastosowanie robota KR 350 w procesie kucia matrycowego. Do chwytania gorących osi autobusów i samochodów ciężarowych o masie do 180 kg zbudowano specjalny chwytak ważący prawie 100 kg. Podczas pracy prasy (liczba uderzeń zależy między innymi od masy osi) chwytak kilkadziesiąt razy obraca gorącą oś. Ze względu na wysoką temperaturę otoczenia robot musi być chroniony specjalną otuliną. Robotyzacja tego procesu pozwoliła nie tylko uwolnić od ciężkiej pracy dwóch operatorów, lecz także uzyskać dużą powtarzalność wyrobów z tolerancją poniżej jednego milimetra. Zwiększono również elastyczność całego procesu – w łatwy sposób można realizować właściwy proces dla różnych typów osi oraz programować odkuwanie nowych osi. Uzyskano także skrócenie czasu cyklu (od pobrania osi z pieca indukcyjnego do jej odłożenia po kuciu) w porównaniu z czasem ręcznej obsługi – czas cyklu zależy od czasu nagrzewania, masy osi i czasu pracy prasy.

Uwagi końcowe

Dzięki robotyzacji obsługi pras eliminuje się zatrudnienie przy ciężkiej, szkodliwej i niebezpiecznej pracy. Następuje zdecydowana poprawa warunków BHP – udział człowieka jest ograniczony do nadzoru oraz obsługi automatycznych podajników.

Pojawia się coraz więcej złożonych stanowisk zrobotyzowanej obsługi pras, na których wykorzystywane są systemy wizyjne zarówno na wstępnym etapie pobierania i dostarczania elementów do prasy, jak i na etapie końcowym – kontroli poprawności wykonania operacji technologicznej.

Wyraźny trend wzrostowy występuje w aplikacjach obsługi pras ciężkich oraz przy manipulowaniu obiektami o dużych wymiarach. Obserwowany w ostatnich latach wzrost operacji, w których do matrycy wkłada się dodatkowe zaprasowywane elementy, nastąpił między innymi dzięki zastosowaniu robotów.

Robotyzacja pras, szczególnie pracujących w linii, umożliwia prowadzenie procesu w sposób ciągły, z dużą szybkością i dokładnością, przy racjonalnym wykorzystaniu czasu wszystkich maszyn i urządzeń.

Robotyzacja obsługi pras wymaga zachowania odpowiednich parametrów jakościowych półwyrobów na wszystkich etapach wytwarzania – wpływa więc na polepszenie jakości produkcji.

Bibliografia

1. World Robotics 2004. *Statistic, Market Analysis, Forecasts, Case Studies and Profitability of Robot Investment*. United Nations, New York, Geneva 2004.
2. Anver, www.anver.com
3. PIAB, www.piab.com
4. *Skuteczne wykrywanie podwójnych arkuszy blachy*. PAR 2/2005, s. 12–16.
5. Amada Oceania Pty Ltd., www.amada.com.au
6. ABB, www.abb.com/robotics
7. Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Sterowania Napędów, www.obrusn.torun.pl
8. Katalog zrobotyzowanych stanowisk w przemyśle polskim. Wydawnictwo Przemysłu Maszynowego, Warszawa 1987.
9. Z. Strojewski, A. Kubicki, K. Wachowicz: *Zrobotyzowana linia do tłoczenia wykrojek*, Prace naukowe Instytutu Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej nr 78, s. 125–131. Wrocław 1988.
10. R. Sawwa: *Robotyzacja linii 6 pras średnich 300 T*. Biuletyn Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów nr 2–166/93, s. 33–38, Warszawa 1993
11. Comau. www.comau.com
12. Copren. www.copren.com
13. Oriimec. www.oriimec.com
14. Motoman. www.motoman.com
15. Mortimer J.: *Mix of robots used for Jaguar's aluminium-bodied XJ luxury car*. Industrial Robot, 2003, nr 2, pp. 145–151.
16. Bilsing Automation. www.bilsing-automation.de
17. KUKA Robot Group. www.kuka.com

REKLAMA



APARATURA DO POMIARÓW I REGULACJI TEMPERATURY



CZUJNIKI TEMPERATURY
-100 °C...+1800 °C
RÓWNIEŻ Exi_aIIC T6



TABLICOWE MIERNIKI
TEMPERATURY
Ni100, Pt100, J, K, N, S



PRZETWORNIKI TEMPERATURY
0...20 mA, 4...20 mA, 0...10 V
RÓWNIEŻ Exi_aIIC T6



MIKROPROCESOROWE
REGULATORY TEMPERATURY:
P, PI, PD, PID

tel. (22) 720 23 02
fax (22) 720 23 05
e-mail: czaki@czaki.pl
<http://www.czaki.pl>



CZAKI THERMO-PRODUCT
05-090 Raszyn-Rybie, ul. 19 Kwietnia 58