Ryszard SAWWA
Przemysłowy Instytut
Automatyki i Pomiarów PIAP
W a r s z a w a

ROBOTYZACJA LINII 6 PRAS ŚREDNICH 300 T
Osiągnięte wyniki

1. OPIS UZYSKANYCH WYNIKÓW

1.1. Zestaw zrobotyzowanej linii 6 pras średnich

Zrobotyzowana linia nr 22 sześciu pras średnich 300 T w FIAT-Auto Poland (Tychy) zawiera:

- 6 pras EZ-300 T[1],
- 1 automatyczny magazyn-podajnik wykrojek typu DOG[2]
- 8 robotów IRb-60 produkcji PIAP, wyposażonych w chwytaki i dostosowanych do współpracy ze sterownikiem nadrzędnym linii (1 robot IRb-60 rezerwowy)[3],
- 5 torów jezdnych z napędzanymi pneumatycznie wózkami z posadowionymi manipulatorami robotów — do wycofywania manipulatorów robotów ze strefy roboczej przy przezbrajaniu pras[2],
- 1 sterownik nadrzędny firmy Siemens Simatic S5-155U przystosowany do połączenia z siecią informatyki przemysłowej nadrzędnego szczebla automatyki w tłoczni (CIM), który ma być wprowadzany w zakładzie[4],
- system bramek i barier ochronnych obszaru pracy robotów i pras z elektrycznymi zabezpieczeniami[2],
- kabinę operatora linii pras z umieszczonymi w niej sterownikiem i peryferiami: monitorem kolorowym, klawiaturą, drukarką[2],
- pulpit sterowniczy operatora linii pras[2].

1.2. Opis

Na linii pras nr 22 w FIAT-Auto Poland (Tychy) wytłacza się elementy do samochodów Polski Fiat 126p oraz nowego samochodu Cinquecento. Charakterystyka techniczna i osiągnięte parametry zrobotyzowanej linii są zgodne z wymaganiami użytkownika i odpowiadają poziomowi europejskiemu. Badania i doświadczenia

1. Istniejące w zakładzie, tworzące linię, przed robotyzacją obsługiwaną ręcznie przez 7 robotników
2. Urządzenia opracowane i wykonane w ramach przedsięwzięcia robotyzacji linii
3. Roboty przemysłowe IRb-60 wykonane dla obsługi linii pras przez PIAP
4. Importowano część wewnętrzną sterownika — kasety i pakiety, monitor i drukarkę. Szafę, okablowanie, montaż i uruchomienie wykonano w ramach tematu. Zastosowanie sterownika Simatic wynikło z żądania zakładu, który stosuje sterowniki firmy Siemens.

uzyskane podczas robotyzacji i ruchu linii pras średnich w FIAT-Auto Poland (Tychy) wykazały, że roboty IRb-60, wyprodukowane w kraju (jak i obecnie najnowsze, opracowane w PIAP roboty URP-60, z nowoczesnym sterowaniem) mogą być stosowane do robotyzacji linii pras średnich.

Prasy posadowione są na stalowym ruszcie, który przenosi drgania i wstrząsy powodowane przez pracę pras, powstające przy ich uderzeniach. Podstawowym wstępnym zagadnieniem pracy nad robotyzacją linii pras było więc zbadanie wpływu tych drgań na pracę robotów, manipulatory których muszą być rozmieszczone między prasami, a więc również posadowione na ruszcie. Szafy z układami sterowania robotów zostały umieszczone poza rusztem. Pomiary charakterystyk drgań i wstrząsów, jak amplitudy i przyśpieszenia, dokonane w okresie wstępnym realizacji tematu wykazały, że drgania przenoszone na manipulatory robotów podczas pracy linii są mniejsze od dopuszczalnych dla zastosowanych robotów IRb-60, a w szczególności nie zmniejszają możliwości ich precyzyjnej pracy przy obsłudze pras, t.j. pozwalają na prawidłowe pozycjonowanie przez te roboty wykrojek i półwytłoczek na prasach.

Wyniki tych badań, potwierdzone eksploatacją linii, otwierają drogę do robotyzacji linii pras średnich na szerszą skalę.

W ramach realizacji robotyzacji linii pras średnich w FIAT-Auto Poland (Tychy) opracowano szereg urządzeń specjalnych niezbędnych do robotyzacji linii pras, które mogą być również stosowane przy realizacji robotyzacji innych linii. Podstawowymi urządzeniami specjalnymi są: zautomatyzowany magazyn-podajnik wykrojek i napędzane pneumatycznie wózki (poruszające się po torach jezdnych), na których posadowione są manipulatory robotów. Wózki i tory jezdne zastosowano po to, aby roboty mogły być wycofywane podczas przezbrajania linii, poza obszar roboczy linii pras.

Jednym z najtrudniejszych wymagań stawianych przy robotyzacji linii pras jest osiągnięcie wymaganej produkcyjnej wydajności wynikowej linii. Problem ten rozwiązano przez odpowiednie, nietypowe ustawienie manipulatorów robotów i odpowiednią konstrukcję chwytaków. Pozwoliło to zminimalizować czas obsługi pras przez roboty i osiągnąć wymaganą wydajność linii, nie mniejszą niż 8 sztuk wytłoczek na minutę. Manipulatory robotów w tym rozwiązaniu zostały odsunięte od osi linii pras, co pozwoliło ograniczyć główny ruch obrotowy ze 180° do 130°, a więc przyśpieszyło obsługę pras przez roboty. Chwytaki wyposażone w napędy pneumatyczne — wysuwny i obrotowy — zapewniają odpowiednie pobieranie i odkładanie wytłoczek.

Do koordynacji współpracy robotów i pras zrobotyzowanej linii zastosowano sterownik przemysłowy jako urządzenie sterujące nadrzędne w stosunku do pras i robotów. Wybrano sterownik firmy Siemens typu Simatic S5-155U ze względu na wymagania fabryki, stosującej sterowniki tej firmy. Dla linii pras wykonano oprogramowanie użytkowe sterownika, które zawiera programy:

- koordynacji (sterowania) i kontroli bieżącej pracy pras i robotów,
- obsługi pulpitu operatora linii,

- wizualizacji pracy zrobotyzowanej linii na monitorze sterownika,
- diagnostyki pracy urządzeń linii,
- awaryjnego zatrzymywania linii,
- sporządzania raportów produkcyjnych za różne okresy,
- obliczania współczynników dyspozycyjności technicznej różnych grup urządzeń i sprzętu.

Przy robotyzacji linii pras zawierających więcej niż 6 pras programy te mogą być także wykorzystywane, po wprowadzeniu niewielkich zmian.

Opracowano szereg specjalizowanych czujników i na ich bazie zbudowano układy czujnikowej kontroli prawidłowości pracy linii. Zestaw tych układów i ich rozwiązania mogą być stosowane zarówno przy robotyzacji innych linii pras, jak też innych zastosowań robotów w szczególności tam, gdzie roboty są zastosowane w większych grupach.

Opracowano i zastosowano takie rozwiązanie oprogramowania użytkowego robotów, które sprzyja osiągnięciu możliwie najwyższej sprawności zrobotyzowanej linii, jak również uzyskaniu możliwie najwyższego poziomu bezpieczeństwa. Oprogramowanie to zawiera automatyczne programy testowe i serwisowe, które pracują automatycznie przy współdziałaniu robotów i sterownika i pod jego nadzorem. Programy testowe wykorzystywane są przy inicjowaniu automatycznej pracy linii, programy serwisowe - przy stanach niepoprawnych i awaryjnych urządzeń linii.

Oprogramowanie użytkowe sterownika i robotów zapewnia elastyczność produkcyjną linii przez wymianę programów użytkowych i ewentualną zmianę chwytaków, co pozwala na produkcję różnych wytłoczek. Zapewniony jest też inny rodzaj elastyczności linii, t.j. możliwość podziału jej na kilka sekcji, z których każda może produkować innego rodzaju wytłoczki, z kilku grup wyrobów. Na wejściu każdej z sekcji, na które można podzielić linię umieszcza się wówczas automatyczny podajnik-magazyn podający odpowiednie wykrojki na pierwsze prasy w każdej z sekcji. Możliwość taka szczególnie istotna dla linii zawierających większą liczbę pras, np. 10.

1.3. Projekty wynalazcze

Zgłoszono następujące pracownicze projekty wynalazcze:

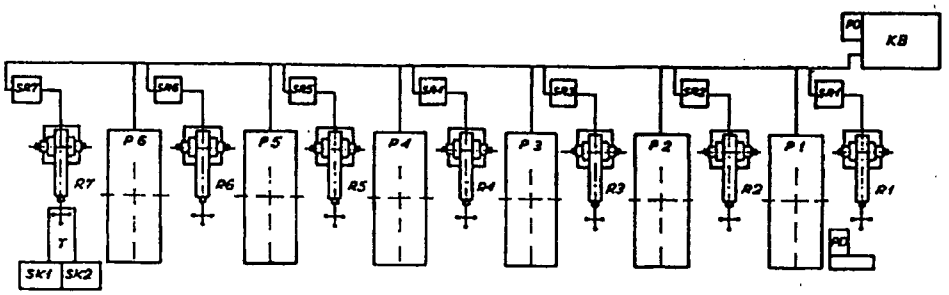
- "Sposób przenoszenia wytłoczki pomiędzy prasami za pomocą robota przegubowego i urządzenie do stosowania sposobu",
- "Układ czujników zabezpieczeń i kontroli robotów IRb" (do pracy w linii pras),
- 2 projekty w zakresie rozwiązania poszczególnych czujników i ich zastosowań do aplikacji robotów.

2. UZYSKANE EFEKTY

W dziedzinie procesów produkcyjnych dyskretnych automatyzacja i robotyzacja jest w kraju bardzo słabo rozwinięta w porównaniu ze stopniem automatyzacji procesów ciągłych. W nowoczesnym przemyśle motoryzacyjnym są znane i stosowane szeroko i od dość dawna zrobotyzowane linie zgrzewania. Jeśli chodzi natomiast o robotyzację w tłoczniach, to zastosowanie automatyzacji i robotyzacji w tej technologii nie jest jeszcze tak dobrze opanowane. Z tego względu opanowanie robotyzacji linii pras średnich osiągnięte poprzez zrobotyzowanie linii pras nr 22 w FIAT-Auto Poland ma znaczenie pionierskie w rozwoju automatyzacji tłocznictwa w kraju. Temat został opracowany i zrealizowany przez polską kadrę techniczną i naukową w oparciu głównie o urządzenia wyprodukowane w kraju (za wyjątkiem sterownika zakupionego w firmie Siemens).

W kraju nie ma podobnej zrobotyzowanej linii dla pras średnich. Zrobotyzowana linia pras średnich nr 22 w FIAT-Auto Poland (Tychy) jest więc pierwszym w kraju opracowaniem i wdrożeniem zrobotyzowanej linii pras średnich i może, oraz powinna, stanowić podstawę do zrobotyzowania innych linii na średniej tłoczni w FIAT-Auto Poland (Tychy) (w tłoczni tej potencjalnie można zrobotyzować do 7 linii pras zawierających 66 pras), jak też linii pras średnich w innych tłoczniach. Uzyskane wyniki i doświadczenia powinny w dużym stopniu ułatwić i przyśpieszyć robotyzację/automatyzację również linii pras ciężkich.

Przez robotyzację linii pras osiąga się eliminację zatrudnienia przy ręcznej pracy — ciężkiej, szkodliwej i niebezpiecznej, polepszenie jakości produkcji, racjonalizację czasu pracy ludzi, maszyn i oprzyrządowania technologicznego, oraz poprawę warunków BHP obsługi linii, która realizuje nadzór nad pracą linii i załadowuje obrotowy automatyczny podajnik wykrojek. W zrobotyzowanej linii pras średnich realizowane jest sterowanie nadrzędne, w którym sterownik koordynuje współpracę pras i robotów, monitorowanie wszystkich urządzeń, a także wprowadzone są



R1 ÷ R7	— Roboty IRb-60	PO	— Pulpit operatora
SR1 ÷ SR7	— Szafy sterownicze robotów	PD	— Podajnik
P1 ÷ P6	— Prasy 300 T	T	— Transporter taśmowy
K8	— Kabina sterownika SIMAC S5-155U	SK1, SK2	— Skrzynie na gotowe wytłoczki

Zrobotyzowana linia pras średnich w FSM Tychy

elementy zarządzania i operatywnego kierowania produkcją, t.j. wyświetlanie (z możliwością drukowania raportów produkcyjnych) informacji o przebiegu produkcji oraz obliczanie współczynnika wykorzystania linii, a także współczynników dyspozycyjności technicznej różnych grup urządzeń. Jest to rozwiązanie kompletne, a jednocześnie stanowi pierwszy i zasadniczy, gotowy do włączenia, element do tworzenia zintegrowanego systemu wytwarzania na tłoczni, t.j. systemu CIM tłoczni.

Robotyzacja linii pras średnich zapewnia, poprzez zastosowanie sterownika o dużych możliwościach sprzętowych i oprogramowania, sprawną diagnostykę pras i robotów, jak też pozwala, poprzez obliczanie współczynników dyspozycyjności, liczbowo i w sposób zobiektywizowany oceniać pracę różnych służb tłoczni i w ten sposób usprawniać organizację produkcji i racjonalizację wykorzystania parku maszynowego (patrz Sawwa R., Dwojak St.: O ocenie eksploatacyjnej zautomatyzowanych-zrobotyzowanych systemów produkcyjnych).

Zrobotyzowana linia charakteryzuje się następującymi podstawowymi cechami:

- wydajność linii - nie mniejsza niż 8 sztuk wytłoczek/min;
- czas przezbrojenia linii w zakresie automatyki — nie więcej niż 1 godz.;
- obsługa technologiczna linii — maksymalnie 2 osoby, które wykonują funkcje nadzorowania i uzupełniania magazynu wykrojek w podajniku. Przed robotyzacją pracowało na linii 7 osób na każdej zmianie, wykonując ręczną pracę wyjmowania wytłoczek spod prasy i wkładania ich do następnej. Praca ta jest nużąca i szkodliwa dla zdrowia, wpływająca niszcząco na przeguby rąk i kręgosłup;
- elastyczność produkcyjna polegająca na możliwości produkcji różnych wytłoczek z przewidywanej grupy technologicznej oraz elastyczność umożliwiająca podział linii na sekcje produkujące różne detale;
- zastosowanie sterownika nadrzędnego linii (dużej mocy) Simatic S5-155U, dostosowanego sprzętowo i programowo do włączenia linii pras w sieć komputerową wyższego szczebla układu automatyzacji na tłoczni, t.j. do systemu CIM (komputerowo zintegrowanego wytwarzania) tłoczni.

Cena realizacji robotyzacji linii pras z wykorzystaniem polskich robotów jest wysoce konkurencyjna i kilkakrotnie niższa od cen żądanych przez firmy zachodnie.

Wykonawca robotyzacji linii pras: Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, 02-222 Warszawa, Al. Jerozolimskie 202.

3. ZAKRES WYKORZYSTANIA UZYSKANYCH WYNIKÓW

Wyniki badań, rozwiązania układowe i konstrukcyjne, a także wiedza i doświadczenie kadry uzyskane przy robotyzacji linii pras średnich nr 22 w FIAT-Auto Poland mogą być wykorzystane przy robotyzacji innych linii pras średnich także w innych fabrykach, jak np. FSO-Warszawa. Podstawowe rozwiązania sprzętowe i programowe mogą być także wykorzystane przy robotyzacji linii pras ciężkich.

Literatura

[1] Sawwa R., Dwojak St.: The Flexible Robotization of the Press Line at the Car Factory using the Industrial Controller.Proccedings of the Conference IEEE Intelligent Motion Control, Istambuł 1990; Biuletyn MERA-PIAP nr 1-153/91 s. 3-20.

[2] Sawwa R., Dwojak St.: O ocenie eksploatacyjnej zautomatyzowanych-zrobotyzowanych systemów produkcyjnych. Biuletyn PIAP nr 6-158/91 s. 21-48.

[3] Grześlak J, Łukasik E., Sawwa R., Świder S.: Doświadczenia z wdrożenia zrobotyzowanej linii pras w FSM Tychy. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Automatyka. Z. 110. Gliwice. VIII Krajowa Konferencja Automatyzacji Dyskretnych Procesów Przemysłowych. Kozubnik k. Porąbki 1992.09.16-19.

[4] Sawwa R., Dwojak St, Grześlak J., Sikora J., Sikora W.: The Flexible Robotization of the Medium Press Line at the Car Factory. The Results Obtained. Biuletyn PIAP nr 4-162/92 s. 3-11.