

Aleksander Nieoczym¹, Jacek Poleszak²

TRANSPORT BLISKI I MAGAZYNOWANIE W UKŁADACH OBRÓBKOWYCH I MONTAŻOWYCH

Streszczenie

Struktura linii produkcyjnej odzwierciedla rozmieszczenie przestrzenne modułów technologicznych powiązanych systemem transportowym. System ten gwarantuje również czasowe rezerwowanie przez zastosowanie zasobników międzyoperacyjnych. Moduł technologiczny będąc podstawową jednostką posiada wewnętrzny system międzyoperacyjnego transportu. System ten oparty jest zwykle o stół obrotowy lub transporter liniowy. W systemach montażowych środek transportowy jest związany z montowaną częścią od początku do końca procesu montażu. W rezultacie linia montażowa wymaga zastosowanie większej liczby środków transportu, mogą to być: transportery, wózki automatycznie kierowane (AGV), linie przesyłowe lub kombinację wymienionych urządzeń. Konieczne są tu też magazyny buforujące, miejscowe lub będące częścią systemu transportowego. Rolę bufora centralnego może spełniać transporter poruszający się po zamkniętej pętli działający w systemie magazynu AS/RS.

THE MATERIALS HANDLING AND STORING IN MACHINING AND ASSEMBLY SYSTEMS

Abstract

The structure of the production line is reflecting spatial arranging technological modules tied together with transport system. This system is guaranteeing also temporary reserving by the application storage containers interoperation. Technological module being a basic individual has the internal interoperation system of transport. This system is usually based against the rotational table or linear conveyer. In assembly systems transport means are associated with the assembled part from beginning to end of process of the assembly. As a result the assembly line requires applying a large number of means of transport e.g.: transporters, automatically driven trucks (AGV), transmission lines or the combination of replaced devices. Here also magazines buffering, local or being a part of the scheme are necessary transport. A personnel carrier moving all over the closed terminus can fulfil the role of the central buffer AS/RS acting in the system of the magazine.

1. SYSTEMY PRODUKCYJNE

Jednym z podstawowych czynników wpływających na strukturę linii produkcyjnych przy zadanej technologii produkcji jest system transportowo-magazynowy określający rodzaj powiązań pomiędzy modułami technologicznymi i gwarantujący czasowe rezerwowanie w wyniku zastosowanych zasobników międzyoperacyjnych. Struktura modułów technologicznych (moduł technologiczny – podstawowa jednostka strukturalna linii produkcyjnej) podobna jest do linii produkcyjnych z tą różnicą, że nie ma tam zautomatyzowanego systemu transportowo-magazynowego, jest podsystemem wewnątrzoperacyjnego transportu, gromadzenia i załadunku. W zależności od rodzaju organu transportowo-załadunkowego, moduły technologiczne dzielą się na posiadające: stół obrotowy, transporter liniowy, specjalny robot do manipulacji przedmiotami, robot o połączonych funkcjach technologicznych i załadunkowych a także realizujący funkcję wymiany urządzeń i narzędzi [2, 3]. Oprócz prostych jednopozycyjnych modułów technologicznych istnieje szeroka gama modułów wielopozycyjnych gdzie zachodzi kilka wielopłaszczyznowych operacji technologicznych. Transport wewnątrzoperacyjny w takich modułach polega na przemieszczeniu z pozycji na pozycję obrabianego

¹ Politechnika Lubelska, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn; ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin.

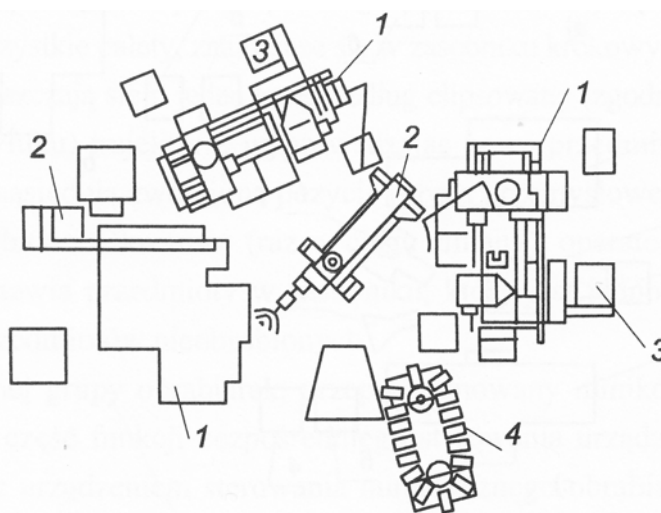
² Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Administracji, Wydział Nauk Ekonomicznych i Technicznych; ul. Bursaki 12, 20-150 Lublin.

elementu i jest realizowany przez następujące urządzenia transportowe: stoły obrotowe, transportery liniowe, roboty transportowe a także transport kombinowany.

Dodatkowym kryterium podziału jest rozplanowanie przestrzenne. Moduły technologiczne można podzielić na: punktowe – najprostsze stosowane w jednopozycyjnych modułach technologicznych; liniowe – budowane na bazie liniowego organu transportowego [2] lub wykorzystujące jako transportery roboty przemysłowe; kołowe – o centralnym położeniu pozycji technologicznych, stosowane w modułach technologicznych jednopozycyjnych i wielopozycyjnych, w skład, których wchodzi najczęściej stół portalowy; kołowe o peryferyjnym położeniu urządzeń i pozycji technologicznych, najczęściej zawierający jeden robot przemysłowy na kilka pozycji i jednostek urządzeń technologicznych.

Poniżej przedstawiono przykładowe rozwiązania rozplanowania urządzeń technologicznych i transportowych w modułach technologicznych.

Kołowe ustawienie grup obrabiarek do obsługi przez robot (rys. 1) firmy Fanuc. Przed rozpoczęciem pracy operator zapelnia przedmiotami wszystkie palety znajdujące się w zasobniku krokowym 4. Palety przemieszczają się o jeden krok według elipsowatej trajektorii, wprowadzając nowe przedmioty na pozycję chwytania, a na sąsiednią zwolnioną pozycję robota przemysłowego, ustawia się przedmioty obrobione. Okresowo, operator zdejmuje gotowe części i ustawia przedmioty w zasobniku, który jest jednocześnie stołem taktowym dla przedmiotów nieobrobionych.

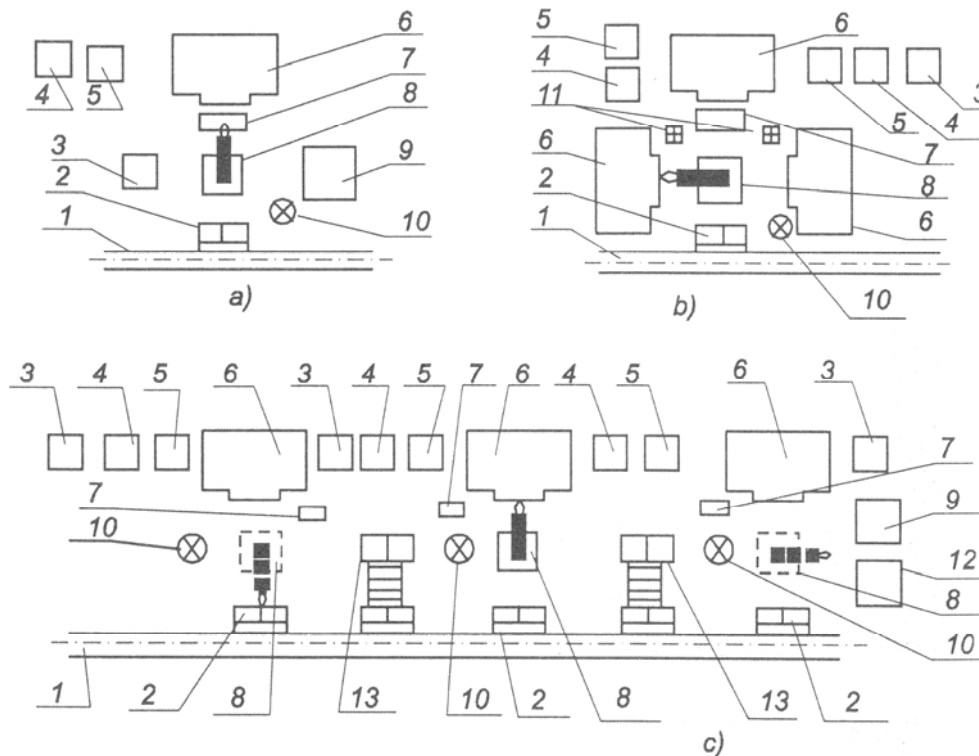


Rys. 1. Typowe ustawienie zrobotyzowanego gniazda obsługiwane przez robot
1 – obrabiarka, 2 – robot marki „Fanuc”, 3 – zespół sterowania numerycznego,
4 – krokowy zasobnik przedmiotów

Typowe schematy strukturalne systemów złożonych z obrabiarek sterowanych numerycznie, są pokazane na rysunku 2 [5]. Podstawowy element strukturalny to zrobotyzowana pozycja robocza (rys. 2a). Bazując na niej buduje się schematy strukturalne rozbudowanych systemów produkcyjnych.

W skład pozycji wchodzi stacjonarny robot podłogowy 8. Przedmioty podawane są na pozycję w pojemniku, który umiejscowiony jest na stole przyjmującym 2 zautomatyzowanego systemu transportowo-magazynowego 1. Części obrobione są składowane w pojemniku, który jest także elementem systemu transportowo-magazynowego. Charakterystyczną cechą takiego systemu jest występowanie następujących urządzeń pomocniczych: magazynu chwytaków, zasobnika – orientownika 7 (przeznaczonego do manipulacji przy załadunku – rozładunku urządzeń). Na rys. 2b przedstawiono schemat systemu powstałego z modułów obrabiarkowych i z zastosowaniem robota podłogowego stacjonarnego. Półfabrykaty podawane są do systemu w pojemniku, przedmioty obrobione również składowane są w pojemniku. Kolejność rozmieszczenia obrabiarek odpowiada marszrucie technologicznej. Do między-

operacyjnego składowania są przeznaczony pośrednie zasobniki 11. Sterowanie i powiązanie wszystkich urządzeń realizowane jest przez komputerowy system sterowania. Rysunek 2c – zautomatyzowany system transportowo-magazynowy 1 wprowadza przedmioty ustawione ręcznie na miejscu roboczym w przyrządach paletach, następnie chwytak robota unosi przyrząd z przedmiotem i przekazuje go z obrabiarki na obrabiarkę 6, zgodnie z zadaną marszrutą technologiczną.



Rys. 2. Typowe schematy strukturalne systemów z obrabiarkami sterowanymi numerycznie obsługiwanych przez robota

a – zrobotyzowana pozycja robocza,

b – schemat systemu ze stacjonarnym robotem podłogowym,

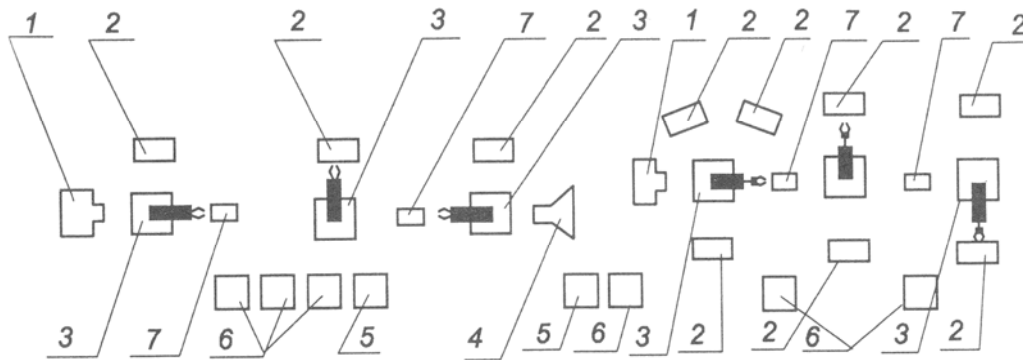
c – schemat systemu z ruchomym robotem podłogowym

- 1 – system transportowo-magazynowy, 2 – stół przyjmujący, 3, 4 – urządzenia sterownicze,
 5 – urządzenie sterowania numerycznego, 6 – podstawowe urządzenie technologiczne,
 7 – zasobnik – orientownik, 8 – stacjonarny robot podłogowy, 9 – myjka, 10 – magazyn chwytaków,
 11 – zasobniki pośrednie, 12 – urządzenie kontrolno-pomiarowe, 13 – stoły pośrednie

Obrobione części razem z przyrządami paletami są składowane i kierowane na następne operacje. Tworzenie zapasu półfabrykatów na poszczególnych operacjach jest realizowane przy pomocy stołów pośrednich 13.

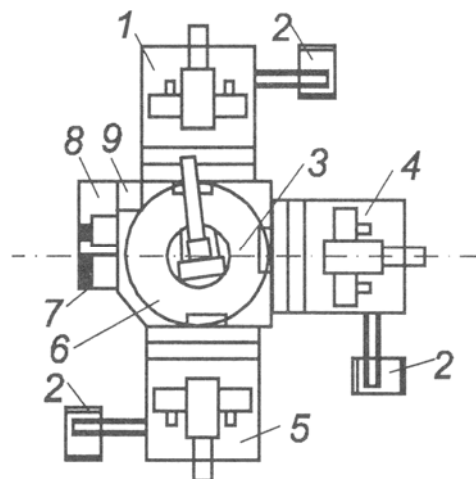
Przy zastosowaniu robota do transportu międzyoperacyjnego i międzyoperacyjnego gromadzenia przedmiotów w linii automatycznej, system transportowy w zasadzie jest prostszy niż w tradycyjnych liniach. Wyżej przedstawione schematy są efektywne w przypadku obróbki przedmiotów o złożonej konstrukcji (nie są niezbędne przyrządy – palety), odpada konieczność częstych przebrojeń także przy długim czasie maszynowym (jeden robot obsługuje kilka obrabiarek).

Na rysunku 3 pokazano schemat strukturalny linii automatycznej, w której transport międzyoperacyjny i magazynowanie przedmiotów (między obrabiarkami 2) jest realizowane przez robota 3, realizujący elastyczne powiązanie między maszynami.



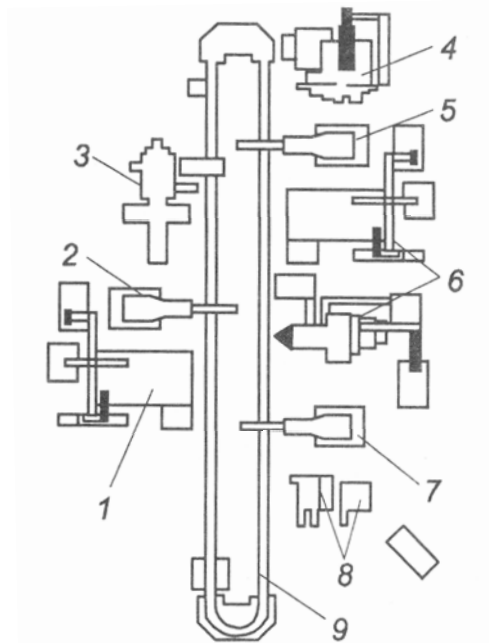
Rys. 3. Typowe schematy strukturalne linii automatycznej z podsystemem transportowym na bazie robotów
 1 – zasobnik, 2 – obrabiarki, 3 – robot, 4 – zasobnik końcowy,
 5 – szafa sterownicza, 6 – elementy systemu sterowania

Na rysunku 4 przedstawiono schemat modułu technologicznego [1], w którym do załadunku i transportu międzyoperacyjnego wykorzystywane są roboty. W takim gnieździe trzy obrabiarki wielofunkcyjne 1, 4, 5 są połączone przez robot 3. W urządzeniu załadunkowo – rozładunkowym na paletach umieszczane są przedmioty z zasobnika 7, po czym robot przemieszcza je na poszczególne pozycje obróbkowe. Po obróbce i czynnościach wykańczających, palety są automatycznie załadowywane przy pomocy urządzenia załadowczo-rozładunkowego 8. Obrobione przedmioty są składowane w kasetowym zasobniku 9. Wolne palety, przed następnym załadunkiem, są transportowane przez robot i myte.



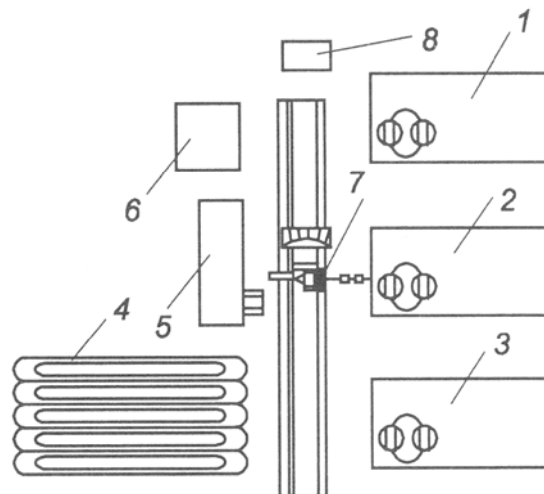
Rys. 4. Elastyczny system produkcyjny z robotem technologicznym
 1, 4, 5 – obrabiarki wielofunkcyjne, 2 – magazyny narzędziowe, 3 – robot, 6 – myjka,
 7 – zasobnik, 8 – urządzenie załadunkowo-rozładunkowe, 9 – zasobnik kasetowy

Na rysunku 5 pokazany jest schemat modułu do obróbki wałów, w którym transportowanie półfabrykatów i obrobionych przedmiotów jest realizowane w pojemnikach na rolkowym przenośniku 9 oraz przez trzy roboty podłogowe 2, 5 i 7; każdy z nich obsługuje dwie, trzy jednostki urządzeń technologicznych.



Rys. 5. System produkcyjny z przenośnikiem rolkowym
 1 – wiertarka, 2, 5, 7 – roboty podłogowe, 3 – urządzenie spawalnicze,
 4 – szlifierka, 6 – tokarki, 8 – przeciągarki, 9 – przenośnik rolkowy

W niektórych modułach technologicznych robot jest umieszczony na wózku szynowym i w taki sposób przemieszcza się między urządzeniami technologicznymi i stacją załadunku [1]. Rysunek 6 ukazuje schemat takiego rozwiązania składającego się z trzech obrabiarek 1, 2, 3, przenośnika – zasobnika 4 powiązanego ze stacją załadunku 5. Załadunek i rozładunek urządzeń technologicznych, łączność międzyoperacyjna a także wydawanie przedmiotu z magazynu i gotowych części jest realizowane przy pomocy wózka szynowego 7, na którym jest umieszczony robot. Takie jego umiejscowienie zwiększa efektywność i elastyczność produkcji, powstaje również możliwość rozszerzenia systemu transportowego bez dużych nakładów.



Rys. 6. System produkcyjny z ruchomym robotem
 1, 2, 3 – obrabiarki wielofunkcyjne, 4 – przenośnik-zasobnik, 5 – stacja załadunku,
 6 – maszyna kontrolno-pomiarowa, 7 – wózek szynowy, 8 – myjka

2. SYSTEMY MONTAŻOWE

W systemach montażowych czas przebywania palety na poszczególnych stanowiskach montażowych jest przeważnie bardzo krótki w porównaniu z czasem wymaganym w systemach produkcyjnych i zwykle wynosi kilka minut. Krótkie czasy montażu powodują, że środek transportowy jest związany z montowaną częścią od początku do końca procesu montażu. W rezultacie linia montażowa wymaga zastosowanie większej liczby środków transportu, są to min. palety w systemie przenośników lub wózków automatycznie kierowanych.

Operacje montażowe wymagają dopasowania dwóch lub więcej części składowych, należy więc ustalić metodę dostarczenia tych części do stanowisk montażowych. Stosuje się następujące metody dostawy [1, 4]:

Kompletowanie części składowych

Wszystkie części wchodzące w skład montowanego wyrobu łącznie z elementem bazowym umieszcza się na jednej palecie. Gdy paleta przybywa do stanowiska montażowego, odpowiednie części są pobierane z palety i montowane do elementu bazowego. Paleta z kompletem części przemieszcza się między poszczególnymi stanowiskami do chwili ukończenia montażu. W razie konieczności części wchodzące w skład jednej sztuki montowanego wyrobu mogą być umieszczone na kilku paletach, które razem przemieszczają się pomiędzy stanowiskami.

Paletyzacja części

Części składowe konieczne do wyprodukowania wielu sztuk montowanego wyrobu umieszcza się na paletach, zaś element bazowy zamocowuje się na oddzielnej palecie. Podczas gdy paleta z elementem bazowym przechodzi przez kolejne stanowiska montażowe, palety z poszczególnymi częściami przemieszczają się pomiędzy odpowiednimi stanowiskami i pozostają w systemie do całkowitego opróżnienia.

Magazynki części

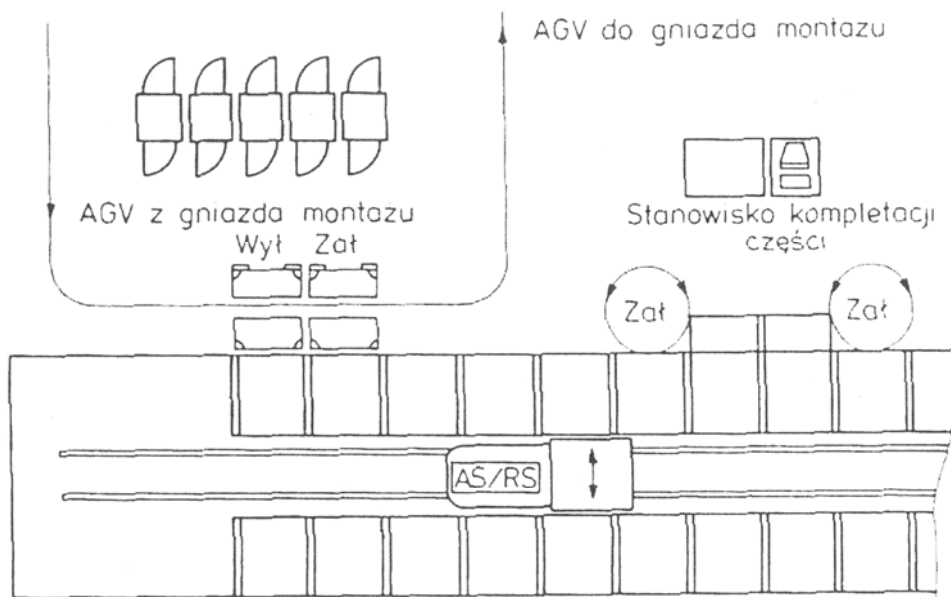
Części wchodzące w skład wyrobu montowanego w dużych seriach, umieszcza się w magazynkach części. Magazynki te dostarcza się ręcznie lub automatycznie do poszczególnych stanowisk. Po opróżnieniu, magazynek zastępowany jest nowym, pełnym.

Podajniki części

Specjalistyczne lub programowalne podajniki przy stanowiskach montażowych magazynują i orientują przestrzennie małe części stosowane w dużych ilościach.

Jako urządzenia transportowe w liniach montażowych stosuje się transportery, wózki automatycznie kierowane (AGV), linie przesyłowe lub kombinację wymienionych urządzeń. Innym elementem spotykanym na liniach montażowych są bufory. Mogą być to bufory lokalne przy stanowiskach montażowych lub centralne zapewniające wyższą elastyczność całego systemu; mogą stanowić oddzielne urządzenia, być uzupełnieniem lub rozszerzeniem systemu transportowego. Rolę bufora centralnego może spełniać transporter poruszający się w zamkniętej pętli, którym przemieszcza się paleta oczekująca na zwolnienie odpowiedniego stanowiska montażowego.

Na rysunku 7 pokazano zastosowanie wózków AGV. Części do montażu są dostarczane na paletach za pomocą wózków AGV z centralnego magazynu Automated Storage/Retrieval System (AS/RS), do którego są wprowadzane części ze stanowiska ręcznej kompletacji. Przygotowany na stanowisku kompletacyjnym komplet części, wchodzący w skład montowanego zespołu, jest umieszczany na palecie, którą następnie wprowadza się do magazynu poprzez stanowisko załadunkowe. Stamtąd paletę wraz z kompletem części do gniazda montażu przewozi wózek AGV, który towarzyszy jej przez cały proces montażu. Po ukończeniu montażu wózek wraz z gotowym wyrobem wraca do stanowiska wyładunkowego, z którego wyrób z powrotem jest wprowadzany do magazynu, a paletę wykorzystuje się do kolejnego montażu.



Rys. 7. Magazyn AS/RS i stanowisko kompletacji części

LITERATURA

- [1] Nieoczym A., *Badania teoretyczne pracy komórki montażowej w aspekcie produktywności jej elementów*, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2004.
- [2] Nieoczym A., *Pionowy krzyżowy układ transportowy stanowiska roboczego*, „Logistyka” 2010, nr 6.
- [3] Nieoczym A., *Stowisko obróbcze na bazie stołu obrotowego*, „Logistyka” 2010, nr 6.
- [4] Nieoczym A., *Transport wewnętrzny i zewnętrzny – wybrane problemy*, monografia, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Administracji, Lublin 2011, s. 186.
- [5] Świć A., Taranenko W., *Projektowanie technologiczne elastycznych systemów produkcyjnych*, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2003.