

ZASTOSOWANIE ROBOTA DO KSZTAŁTOWANIA PRZYROSTOWEGO

Jacek Lewandowski*, Tadeusz Mikołajczyk**, Paweł Nawrocki*

*Kole Naukowe Mechaników, **Katedra Inżynierii Produkcji
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Streszczenie

W pracy przedstawiono koncepcję zastosowania robota do kształtowania wytworu szczególnie o dużych gabarytach metodą przyrostową. Aby przybliżyć techniki kształtowania przyrostowego omówiono istniejące dotychczas rozwiązania. Dla analizy możliwości kinematycznych robotów przedstawiono najczęściej spotykane konfiguracje ich układów kinematycznych. W ramach badań własnych zaproponowano nową technikę kształtowania przyrostowego.

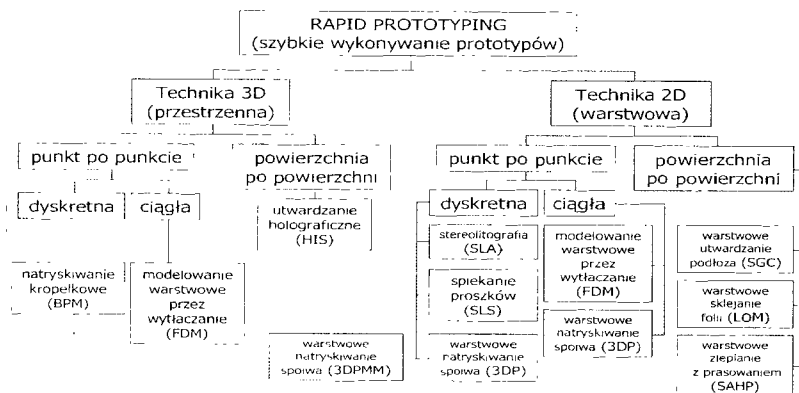
1. WPROWADZENIE

W praktyce wytwarzania wzrasta zastosowanie robotów również przy bezpośredniej obróbce wytworów skrawaniem [5], jednocześnie obserwuje się dynamiczny rozwój nowej techniki kształtowania sposobem przyrostowym [1].

W pracy przedstawiono koncepcję kształtowania przyrostowego z użyciem robota przemysłowego i badania wstępne nowej techniki.

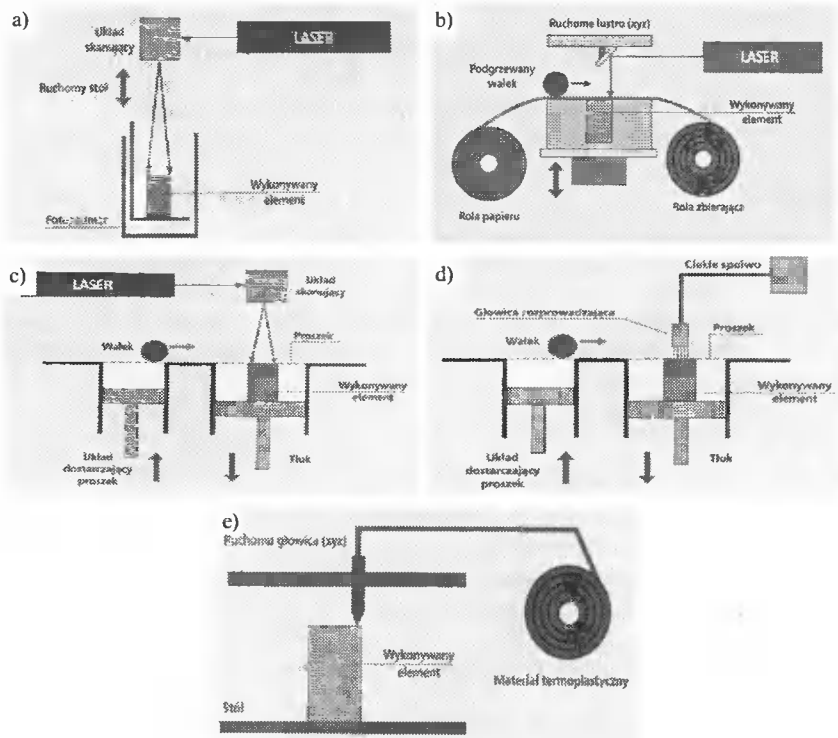
2. KSZTAŁTOWANIE PRZYROSTOWE

Obecnie można zaobserwować zainteresowanie światowego przemysłu technikami rapid modelling (szybkie tworzenie modelu) [4], rapid prototyping (szybkie tworzenie prototypu) oraz rapid tooling (szybkie tworzenie narzędzi) [5]. Są to techniki szybkiego wytwarzania fizycznych modeli produktów lub ich części składowych oraz funkcjonalnych, technicznych, wizualnych prototypów z pominięciem tradycyjnych technologii mechanicznych (ubytkowych, odlewniczych i elektroerozyjnych).



Rys. 1. Klasyfikacja metod kształtowania przyrostowego [3]

Wymienione techniki pozwalają na ocenę walorów użytkowych i estetycznych produktu, który ma wejść na rynek. Stają się coraz ważniejsze dla firm, gdyż ograniczają ryzyko podjęcia nietrafionych decyzji.



Rys. 2. Prezentacja wybranych technik Rapid Prototyping [6]:

- SLA (Stereolitografia)** – miejscowe utwardzenie ciekłego fotopolimeru w wyniku reakcji sieciowania,
- LOM (Laminated Object Manufacturing)** – wycinanie zarysu modelu na przyklejanych warstwowo papierach lub foliach,
- SLS (Selective Laser Sintering)** – selektywne spiekanie laserowe proszków metali bądź innego materiału kompozytowego,
- 3D PRINTING** – technika podobna do druku atramentowego, przy czym atrament zastępuje spoiwo łączące proszek naniesiony na stół modelowy,
- FDM (Fused Deposition Modeling)** – modelowanie ciekłym tworzywem termoplastycznym

Metody rapid prototyping wykorzystują pliki STL, przedstawiające warstwy modelu bryłowego opracowanego w systemie CAD.

Współczesne techniki wytwarzania przyrostowego umożliwiają kształtowanie wyrobów z materiałów w postaci:

- cieczy (SL, SGC, FDM, IJP),
- proszków (LC, 3D-Printing, SLS),
- ciała stałego (LOM),
- gazu.

Techniki te umożliwiają zastosowanie różnych materiałów od tworzyw sztucznych utwardzanych różnymi sposobami po metale. Zapewnia to stosowanie technik wytwarzania przyrostowego w szeregu dziedzinach – od budowy modeli prototypów po szybkie wytwarzanie narzędzi.

Znane metody, choć mają szereg zalet, obarczone są wadami. Są to przede wszystkim ograniczenia wymiarowe modeli, materiałowe oraz ograniczenia dokładności. Techniki kształtowania przyrostowego cechują się wysokim kosztem urządzeń do stosowania tego sposobu wytwarzania. Związane to jest zarówno z samą techniką nakładania warstw, jak i sterowaniem.

3. KINEMATYKA ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH

Obecnie produkowane roboty przemysłowe budowane są według różnych schematów konstrukcyjnych [1]. Podstawowe konfiguracje przedstawiono na rysunku 3. Wyznaczają one przestrzeń roboczą robota dostępną przy wytwarzaniu, a więc wymiary kształtowanego wyrobu. Dotychczas roboty stosowano w obróbce ubytkowej skrawaniem [2]. W pracy prezentowana jest nowa koncepcja zastosowania robota w kształtowaniu przyrostowym. Z przedstawionych konfiguracji najbardziej dogodna wydaje się być struktura kartezjańska, rzadko jednak stosowana w budowie robotów. W zastosowaniu robotów w procesach wytwarzania ważna jest dokładność przemieszczeń w kierunkach x , y , z .

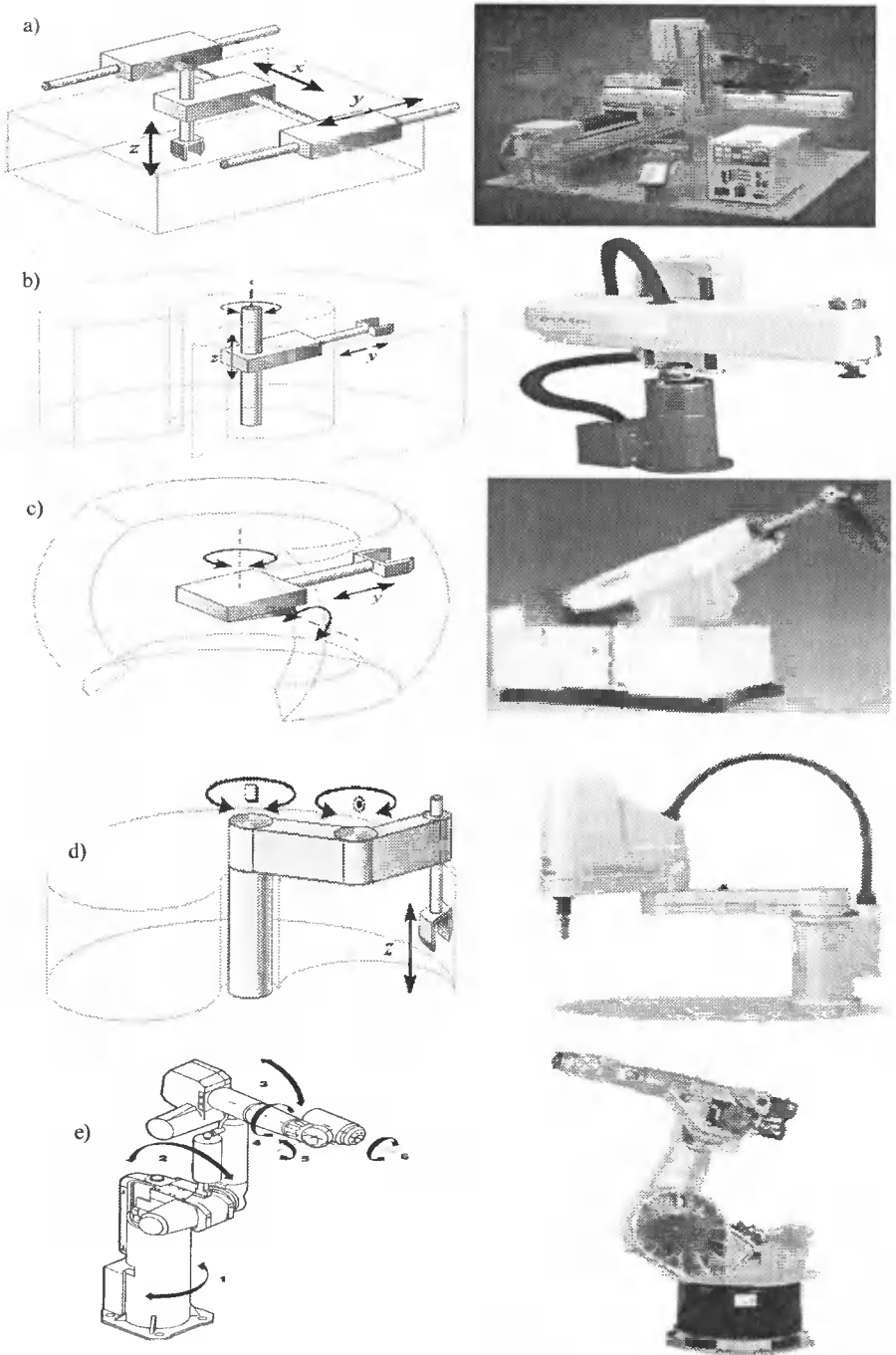
4. KONCEPCJA KSZTAŁTOWANIA PRZYROSTOWEGO Z ZASTOSOWANIEM ROBOTA

Koncepcję stanowiska do kształtowania przyrostowego przedstawiono na rysunku 4. W jego skład wchodzi robot wyposażony w układ do nakładania materiału. Nakładanie materiału następuje zgodnie z programem przemieszczeń robota realizującego ruch w poszczególnych warstwach. Sposób kształtowania przyrostowego winien być możliwy do realizacji przy niskich kosztach i zapewniać wydajne kształtowanie przyrostowe przedmiotów o dużych gabarytach.

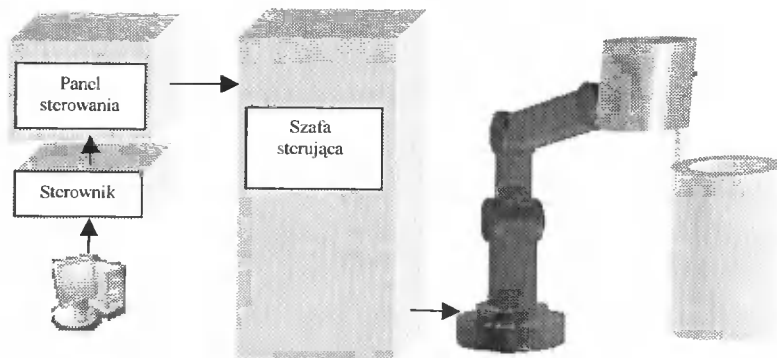
5. PRÓBY NOWEJ TECHNIKI KSZTAŁTOWANIA PRZYROSTOWEGO

Na podstawie analizy istniejących technik kształtowania przyrostowego oraz praktycznych możliwości realizacji do wstępnych prac wytypowano kształtowanie przyrostowe przy użyciu materiału termoplastycznego (poliuretanowego kleju termoplastycznego) oraz podajnika materiału. Wykorzystano metodę zbliżoną do metody FDM (nakładanie kolejnych warstw). Wstępne próby kształtowania przyrostowego realizowano, z uwagi na uszkodzenie układu sterowania robota, na obrabiarkę sterowanej numerycznie FBV 25 NC. Do nieruchomego wrzeciona frezarki zamocowany został system nanoszenia warstw, składający się z elementu grzewczego i podajnika (rys. 5).

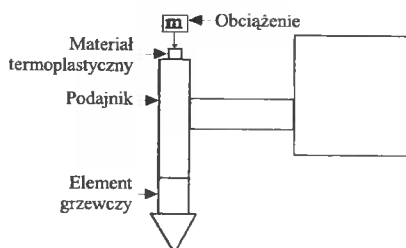
Po przeprowadzeniu próby można stwierdzić, że kształtowanie przyrostowe przy użyciu obrabiarki sterowanej numerycznie i systemu nakładania warstw przyniosło zadowalające wyniki (rys. 6). Proces kształtowania był realizowany bez większych zakłóceń. Prędkość wypływu tworzywa regulowano obciążeniem (rys. 7). Wraz ze wzrostem liczby warstw można było zauważyć deformacje starych warstw przez nowo utworzone, spowodowane skurczem tworzywa. Przy zmianie kierunku posuwu następował miejscowy nadmierny wypływ kleju.



Rys. 3. Schematy i przykłady robotów o strukturze: a) kartezjańskiej (Toshiba [9]), b) cylindrycznej (Denso [10]), c) sferycznej [11]), d) SCARA (Yamaha [8]), e) przegubowej (KUKA [7])



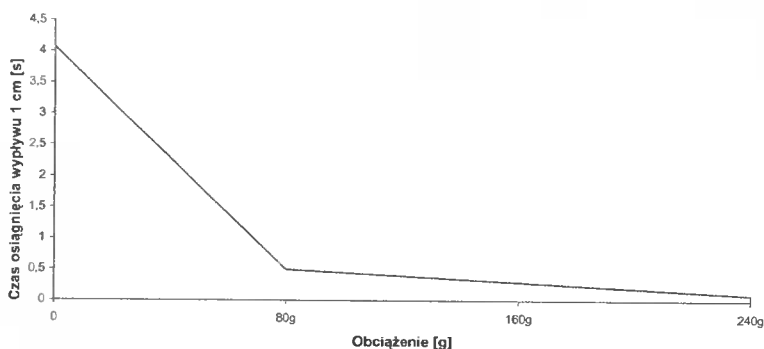
Rys. 4. Koncepcja kształtowania przyrostowego z użyciem robota



Rys. 5. System nakładania warstw



Rys. 6. Widok próbki



Rys. 7. Wpływ obciążenia na prędkość wypływu tworzywa

6. PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonej próby kształtowania przyrostowego zostały sformułowane wnioski. Możliwe jest kształtowanie przyrostowe poprzez zastosowanie obrabiarki sterowanej numerycznie uzbrojonej w system nakładania warstw. Szerokość warstwy zależy od średnicy otworu w dyszy. Zastosowanie obrabiarki sterowanej numerycznie w postaci frezarki CNC czy też robota przemysłowego wyposażonych w system nakładania materiału zapewnia możliwość kształtowania dowolnych brył.

Celowe jest doskonalenie prezentowanej koncepcji kształtowania zarówno przy zastosowaniu prezentowanej techniki, jak i poszukiwanie innych sposobów, zapewniających wydajne tworzenie wytworów, o znacznych gabarytach, przy niskich kosztach wytworzenia.

LITERATURA

- [1] Chlebuś E., 2000. Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji. WNT Warszawa.
- [2] Oczóś K.E., 1997. Rapid prototyping w procesach odlewniczych. Prace Instytutu Odlewnictwa 4.
- [3] Oczóś K.E., 1997. Rapid prototyping – znaczenie, charakterystyka metod i możliwości. Mechanik 10.
- [4] Honeczarenko J., 2004. Roboty przemysłowe. Budowa i zastosowanie. WNT Warszawa.
- [5] Żurka J., 1997. Robotyzacja procesów technologicznych. Wyd. Politechniki Poznańskiej.
- [6] Chrostowski J., 2004. Stoliczku, nakryj się! PC Word Komputer 5.
- [7] www.delcam.com
- [8] www.ssirobotics.com
- [9] www.robotica.us
- [10] www.denso.com
- [11] www.industrial_robots.com

ROBOT APPLICATION FOR RAPID PROTOTYPING

Summary

In the paper was given idea of robot employment to object shaping with rapid prototyping method. Paper deals possibilities of robot kinematics and known technics of rapid prototyping. Results of new rapid prototyping technics was presented.