

Wybrane aspekty automatyzacji procesów wytwarzania maszyn o dużych gabarytach

dr hab. inż. Maciej Matuszewski, Ph. D. eng. Ivan L. Oborski, prof. dr hab. inż. Michał Styp-Rekowski

W referacie wskazano czynniki determinujące proces wytwarzania o dużych gabarytach, zwłaszcza w zakresie automatyzacji tego procesu. Analizę dokonano na przykładzie obrabiarek skrawających przeznaczonych do obróbki elementów wielkogabarytowych (EWg). Jest to coraz liczniejszy zbiór obrabiarek, gdyż współcześnie obserwuje się rosnące zapotrzebowanie na tego typu elementy. Ze względu na swoje przeznaczenie obrabiarki takie charakteryzują się również dużymi gabarytami, co implikuje pewne cechy charakterystyczne i ograniczenia w zakresie automatyzacji procesu ich wytwarzania. Istotnym, uwzględnionym w referacie zagadnieniem jest to, że obrabiarki coraz częściej mają strukturę modułową.

Uzyskane rezultaty mogą być przydatne zarówno dla konstruktorów jak i wytwórców nie tylko tej grupy maszyn technologicznych.

Proces produkcyjny to ciąg działań, których celem jest wytworzenie produktu finalnego realizującego określone zadania. W jego strukturze są więc przede wszystkim procesy technologiczne, w wyniku których nadaje się elementom składowym produktu określone kształty oraz cechy, które pozwalają w sposób efektywny te zadania realizować.

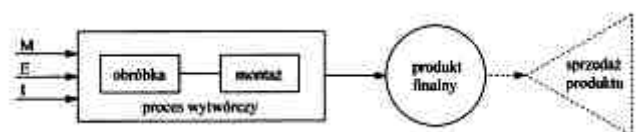
Analizę dotyczącą możliwości i efektywności automatyzacji działań w procesie wytwórczym dokonano na przykładzie obrabiarek skrawających przeznaczonych do obróbki elementów wielkogabarytowych (EWg). Jest to coraz liczniejszy zbiór maszyn technologicznych, gdyż współcześnie obserwuje się rosnące zapotrzebowanie na tego typu elementy [1, 8]. Ze względu na swoje przeznaczenie obrabiarki takie charakteryzują się również dużymi gabarytami, co implikuje pewne cechy charakterystyczne i ograniczenia w zakresie automatyzacji procesu ich wytwarzania. Istotnym, uwzględnionym w referacie zagadnieniem jest to, że obrabiarki coraz częściej mają strukturę modułową.

Celem niniejszego opracowania jest wskazanie czynników determinujących proces wytwarzania obrabiarek o dużych gabarytach, zwłaszcza w zakresie jego automatyzacji. Uzyskane

rezultaty mogą być przydatne zarówno dla konstruktorów jak i wytwórców nie tylko tej grupy maszyn technologicznych.

Struktura procesu wytwarzania

W procesie wytwarzania wyróżnić można dwie główne fazy – rys. 1. Pierwsza z nich to obróbka elementów tworzących poszczególne pary kinematyczne. Druga faza to montaż elementów w całość, bądź w przypadku złożonych konstrukcji – w podzespoły lub zespoły.



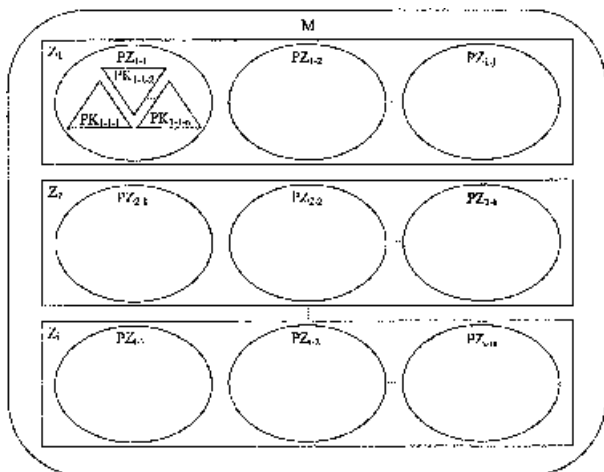
Rys. 1. Elementy struktury procesu wytwórczego z zaznaczonymi wejściami: M – masy, E – energii, I – informacji

W wyniku realizacji procesu wytwórczego powstaje produkt finalny, który może mieć bardzo zróżnicowaną strukturę konstrukcyjną, od najprostszej, np. spinacz, do bardzo złożonej,

np. centrum obróbkowe CNC. W literaturze fachowej, np. [6], prezentowana jest koncepcja, wg której do procesu wytwórczego zalicza się także sprzedaż wytworzonego produktu finalnego, zdaniem autorów jest ona jednak dyskusyjna.

Modułowa struktura obrabiarek skrawających

Pod względem strukturalnym obrabiarka skrawająca to maszyna (M), w której strukturze występują zespoły funkcyjne, z których każdy spełnia inne zadanie, przy czym zespoły te stanowią najczęściej integralne moduły. Można zatem przyjąć, że obrabiarka to zbiór zespołów funkcyjnych (Z_i) skonfigurowanych w sposób odpowiedni do nałożonych zadań – rys. 2.



Rys. 2. Schemat ideowy maszyny o strukturze modułowej

W strukturze zespołów mogą występować podzbiory podzespółów (PZ), składających się z par kinematycznych (PK_n): prostych lub złożonych, przy czym liczność poszczególnych zbiorów i podzbiorów jest zazwyczaj różna i zależna od funkcji jakie mają one realizować. Takie stwierdzenie potwierdza przeprowadzona analiza postaci konstrukcyjnych szeregu obrabiarek [4]. Przykład obrabiarki do obróbki elementów wielkogabarytowych przedstawiono na rys. 3.

Warte podkreślenia jest to, że na tej obrabiarce, przy takich dużych przemieszczeniach, możliwe jest uzyskanie dokładności wymiarowej rzędu kilku mikrometrów.

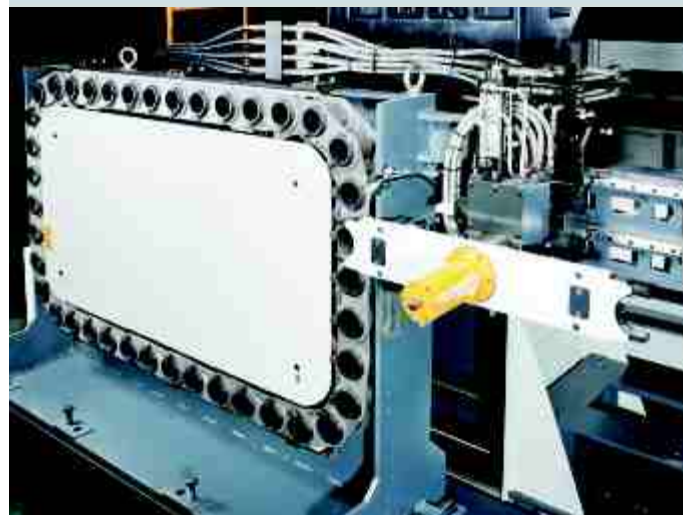
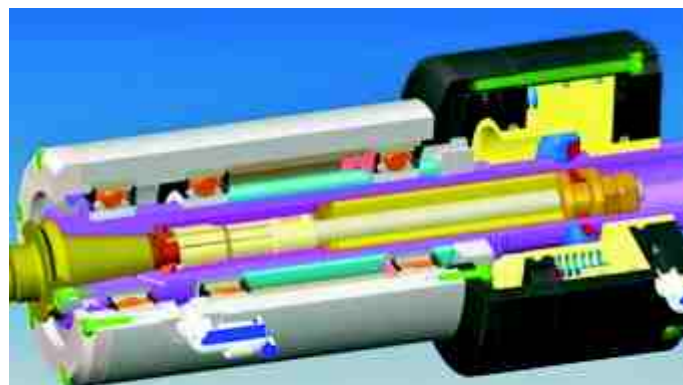


Rys. 3. Centrum obróbkowe z możliwością przemieszczeń roboczych w osiach odpowiednio: X= 14 700, Y = 4 000 i Z = 2 050 mm [4]

Moduły funkcyjne obrabiarek to zazwyczaj bardzo zaawansowane konstrukcje, których wytworzenie z niezbędną, dobrą jakością wymaga odpowiedniego doświadczenia i dobrze wyposażonego zaplecza produkcyjnego. Wymagania te powodują, że wytwarzaniem poszczególnych modułów zajmują się firmy specjalizujące się jedynie w wąskim zakresie asortymentowym, np. wrzecienniki kompaktowe – rys. 4a, układy sterowania, magazyny narzędzi – rys. 4b, układy przewodnicowe, lub jeszcze bardziej szczegółowo: łożyska wrzecionowe, sprzęgła elektromagnetyczne, oprawki narzędziowe, przewodnice przewodów różnych mediów roboczych. W każdej z tych grup asortymentowych można wymienić wiodące w skali światowej firmy [3]. Taka specjalizacja powoduje to, że producenci obrabiarek stają się w pewnym stopniu – niekiedy dużym – ich montażystami.

Opisana struktura, widoczna w zarówno w maszynach dużych jak również i w małych, przyczynia się bezpośrednio do zwiększenia dokładności ich wykonania, a pośrednio do uzyskania produktów o oczekiwanej bardzo dobrej jakości. Uzyskanie tych pozytywnych cech wymaga jednak spełnienia określonych wymagań, z których najistotniejsze to sztywność i trwałość połączeń elementów tworzących strukturę obrabiarki [7, 9].

Struktura modułowa powoduje również, że łatwiejszy jest montaż obrabiarek gdyż mniejsze są gabaryty poszczególnych zespołów, mniejszy także ich ciężar.



Rys. 4. Moduły funkcyjne obrabiarek skrawających: a) wrzeciono kompaktowe – schemat konstrukcyjny, b) 40-pozycyjna paleta magazynu narzędzi [3]

4. Automatykacja procesu wytwarzania

Działania prowadzone w wyszczególnionych na rys. 1 dwóch fazach procesu wytwarzania mają całkowicie odmienny charakter. Możliwość i celowość automatyzacji w każdej z nich jest także zróżnicowana.

4.1. Automatykacja obróbki

Automatykacja obróbki (zarówno skrawaniem jak i plastycznej) wynika z zastosowania w procesie centrów obróbkowych CNC. Przy modułowej strukturze obrabiarek największe znaczenie ma obróbka korpusu. Od jej dokładności wymiarowej i kształtowej zależeć będzie dokładność pracy całej obrabiarki.

W automatycznej obróbce skrawaniem EWg bardzo istotne jest śledzenie stanu narzędzia. Podczas obróbki jego ostrza ulegają zużyciu, w rezultacie czego powierzchnia na początku obróbki jest inna niż na końcu. Dotyczy to zarówno topografii powierzchni jak również odchyłek wymiarowych. W obróbce skrawaniem takie zjawisko jest rzeczą naturalną, nie generujące istotnych dla dokładności obróbki skutków, lecz w przypadku elementów o dużych wymiarach proces zużycia narzędzia może skutkować odchyłkami przekraczającymi wartości dopuszczalne. Z tego powodu w programach NC obróbki należy uwzględnić nie tylko monitorowanie stanu narzędzia lecz także możliwość kompensacji jego położenia, najlepiej w 3D.

Zagadnieniem istotnym dla jakości obróbki EWg jest mocowanie elementu na obrabiarce oraz transport międzystanowiskowy. Ze względu na możliwości odkształcenia wywołane własnym ciężarem, punkty podparcia należy starannie dobrać. Właściwe podparcie obrobionego elementu podczas trans-

portu (o ile taka potrzeba występuje) jest istotne z tego samego powodu. Niewielki ilościowo zakres tej potrzeby powoduje, że automatyzacja transportu nie ma uzasadnienia ekonomicznego. W przypadku produkcji powtarzalnej, zmechanizowanie tej czynności może okazać się technicznie uzasadnione.

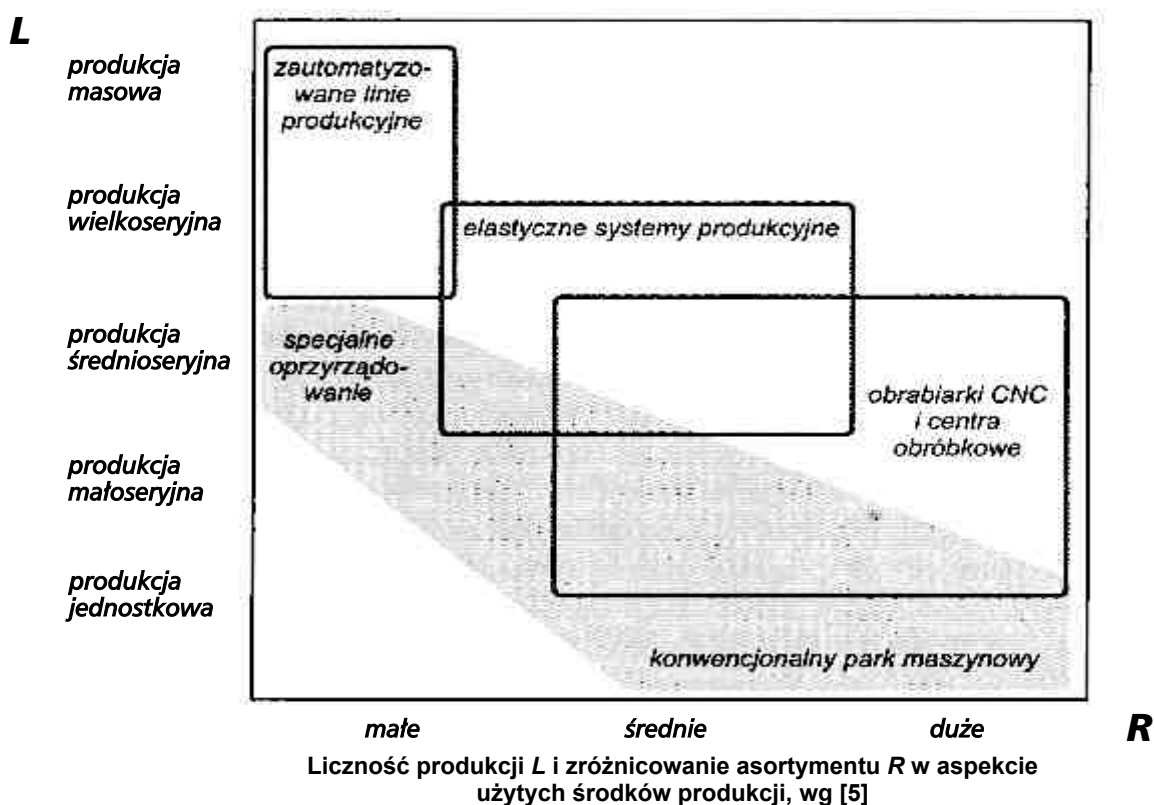
4.2. Automatykacja montażu

W przypadku wytwarzania złożonych obiektów technicznych, a takimi są na pewno współczesne obrabiarki skrawające, odrębnym zagadnieniem jest automatyzacja montażu. Zespoły funkcyjne (moduły) obrabiarek do obróbki EWg to w przeważającej części także elementy o dużych wymiarach. Produkcja obrabiarek o takim przeznaczeniu jest nieliczna – praktycznie ma ona charakter produkcji jednostkowej. W takiej produkcji nie ma ekonomicznego ani technicznego uzasadnienia aby czynności montażowe automatyzować. Uzasadnione może być natomiast automatyzowanie montażu poszczególnych modułów takich obrabiarek – rys. 5.

Liczność ich produkcji jest wyraźnie większa, gdyż mogą występować w różnych typach obrabiarek, mniejsze są także wymiary ich elementów składowych, a tym samym ich ciężar. Czynności montażowe są więc łatwiejsze, ich automatyzacja również. W praktyce do tego celu stosuje się manipulatory o odpowiedniej liczbie stopni swobody. Zawsze jednak należy rozważyć ekonomiczny aspekt takich działań.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych rozważań można stwierdzić, że procesy wytwarzania elementów o dużych wymiarach mają cechy charakterystyczne różniące je od wytwarzania elemen-



Rys. 5. Zakres stosowania automatyzacji w zależności od licznosci produkcji – tradycyjne ujęcie [5]

tów o gabarytach nie kwalifikujących je jako EWg [2]. W zakresie automatyzacji procesu wytwarzania EWg jako najistotniejsze cechy charakterystyczne można uznać:

– konieczność automatycznego monitorowania stanu narzędzia, zwłaszcza w obróbce skrawaniem oraz korygowania jego położenia w 3D względem przedmiotu obrabianego – kompensowanie skutków procesu zużywania,

– ze względu na niewielką licznosc produkcji nie jest ani technicznie ani ekonomicznie uzasadnione automatyzowanie procesu montazu maszyn do obróbki elementów o dużych wymiarach,

– godne rozważenia jest zmechanizowanie transportu między stanowiskowego elementów EWg.

Na powyższe elementy należy zwrócić szczególną uwagę w projektowaniu procesów technologicznych obróbki i montażu EWg gdyż w ten sposób zwiększa się prawdopodobieństwo uzyskania w efektywny sposób produktu dobrej jakości.

Literatura

[1] Borowski Z., Matuszewski M., Musiał J., Styp-Rekowski M.: Organizacyjne i ekonomiczne uwarunkowania procesów wytwarzania elementów wielkogabarytowych. Zeszyty Naukowe Pol. Rzeszowskiej nr 279, s. Mechanika z. 83, Rzeszów 2011, s. 219-224.

[2] Bromberek F., Musiał J., Styp-Rekowski M., Węgrzyniak T.: Montażowe aspekty produkcji elementów wielkogabarytowych. Technologia i Automatyzacja Montażu nr 2/2011, s. 21-23.

[3] Katalogi firm, producentów komponentów obrabiarkowych: Bosch Rexroth, Fanuc, Heidenhain, Siemens

[4] Katalogi firm, producentów obrabiarek: DMG Mori, HAAS, JAFO, MARCOSTA, MAZAK, MIKROMAT, OKUMA, Prima Power.

[5] Marciniak M.(red.): Elementy automatyzacji we współczesnych procesach wytwarzania. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2007.

[6] Pająk E.: Zarządzanie produkcją i usługami. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2014.

[7] Styp-Rekowski M.: Konstrukcyjne i technologiczne aspekty modułowej budowy obrabiarek. Inżynieria Maszyn, z. 1/2006, s. 1729.

[8] Styp-Rekowski M., Mańka E.: Minimalizowanie zużycia lin stalowych górniczych mechanizmów wyciągowych. Zaawansowana Tribologia – Materiały XXX Ogólnopolskiej Konferencji Tribologicznej. Radom – Nałęczów 2009, s. 124-132.

[9] Szafarczyk M., Niedbała M., Ratyński M., Śniegulska-Grądzka D.: Obrabiarki modułowe, przekształcalne, przestawialne. Mechanik nr 1/2003, s. 719721. ■

reklama

więcej niż 100 000 rozwiązań



i tylko jeden dostawca

Obróbka wibrościerna • Obróbka strumieniowo-ścierna

Obróbka strumieniowo-ścierna:
Awaxim Sp. z o.o. • Edward Buczak • Tel.: 0048 607 218 185
e.buczak@awaxim.pl

Obróbka wibrościerna:
Filip Kapela • Tel.: 0048 603 595 065 • f.kapela@rosler.com
L. M. Zalewski • Tel.: 0048 50 661 91 09 • topzai@topzai.com.pl
Z. J. Gluchowski • Tel.: 0048 32 234 66 45 • zjg@rjg.com.pl

www.rosler.pl

RÖSLER
finding a better way ...