



VYSOKO PRUŽNÉ AUTOMATIZOVANÉ VÝROBNÉ BUNKY ZÁKLAD AGILNEJ VÝROBY

HIGHLY FLEXIBLE AUTOMATIC PRODUCTION CELLS FUNDAMENTALS OF AGILE PRODUCTION

Jozef KOVÁČ

Abstract

Highly flexible automatic production cells are considered nowadays as the most striking innovative trend in the field of the Production Innovations. It is characterized by capability of adaptation to new production tasks, thus consequently the production is capable of a speed reaction on new market demands. At the same time, it significantly increases the productivity of a small batch and a mass production. It is possible to consider them as fundamentals of the agile production development.

Key words

Production modules, production cells, flexible automatized production cells, agile production

Úvod

Etapa individuálneho nasadzovania prostriedkov pružnej automatizácie najmä NC strojov a robotov v podstate výraznejšie neovplyvnila štruktúru konvenčnej výroby. Pružná automatizácia preukázala svoje prínosy až v aplikáciach integrovaných výrobných systémov a zoskupení realizovaných robotizovanými a pružnými výrobnými bunkami.

Formy pružnej automatizácie v súčasnosti predstavujú najpočetnejšie aplikácie s rýchlym rastom úrovne inteligentnej automatizácie až po úroveň bezobslužných výrobných prevádzok. Hlavný význam pružných automatizovaných výrobných buniek je v tom, že predstavujú základ stavby výrobných zoskupení pre automatizované závody.

1. Podstata pružnej automatizácie výroby

Základnými jadrami pružnej automatizácie sú integrované systémy výrobných prostriedkov, ktoré vo vzťahu k dielenským tokom vystupujú autonómne, pričom komunikácia s okolím sa zabezpečuje cez definované materiálové a informačné kanály. K nim patria napríklad funkčne a topologicky integrované NC stroje s robotom, obrábacie centrá s manipulátorom paliet a iné progresívne systémy pružnej automatizácie. Technický vývoj je založený na čoraz ich vyššej integrácii, využívaní spoločných jednotiek a zariadení so štruktúrnou variabilitou ich usporiadania. Ich hlavné vlastnosti sú:

- skupinový charakter výrobného určenia najmä s programovým prestavením na nové výrobné úlohy,
- kumulácia hlavných a pomocných operácií (viacprofesnosť) s možnosťou nepretržitej práce vo viacerých zmenách,
- typové riešenie prepojujúcich materiálových a informačných kanálov, ktoré ich jednoducho začleňuje do komplexných systémov,



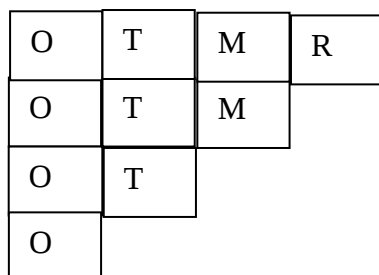
- vysoká spoľahlivosť, vlastný diagnostický systém a schopnosť riešiť nepredvídané stavy bezkolíznym spôsobom.

Základom tvorby pružných výrobných buniek je rekurentný princíp rozpracovaný v systemológii na tvorbu systémov viacerých úrovní. Tento princíp charakterizuje homogénna štruktúra základnej úrovne charakterizovaná ako prvok. Najbližšia vyššia jednotka sa tvorí pridaním ďalšieho prvku rovnakej alebo novej kvality. Postupne sa tak stupňovito buduje štruktúra zložitého systému s viacerými úrovňami. Pri výrobných systémoch prvky reprezentujú výrobné prostriedky.

Pri rekurentnej tvorbe pružných výrobných buniek sa štruktúrna výstavba začína od objektov výroby, ktoré majú primárne postavenie (obr.1). Môžu sa definovať ako individuálny objekt alebo súbor objektov zoskupených podľa určitých pravidiel (skupinovú technológiu). Pridaním technologických funkcií reprezentovaných systémom stroj - prípravok - nástroj vzniká možnosť realizovať technologický proces.

Nadväzujúca úroveň sa vytvára pridaním manipulačných funkcií. Materiálny model predstavuje systém výrobný stroj - robot – výrobok, alebo samoobslužný stroj - výrobok. Ďalšia úroveň v tejto hierarchii sa dosiahne pridaním riadiacich funkcií k systému technologického spracovania a manipulácie.

Takýmto postupom sa vytvára výrobná jednotka ako systém, ktorý má štruktúru a parametre. Dôležitým faktorom je systémová zlučiteľnosť technologických, manipulačných a riadiacich prostriedkov.



O - objekt výroby/súčiastka/výrobok
T - technologické zariadenie
M - manipulačné zariadenie
R – riadiaci prostriedok

Obr.1 Princíp rekurentnej tvorby pružných automatizovaných buniek

2. Štrukturalizácia a aplikácia pružných automatizovaných výrobných buniek

Základnou jednotkou schopnou samostatnej automatizovanej funkčnej činnosti je pružný výrobný modul. Tvoríť ho môže jeden NC stroj (obrábacie centrum) alebo technologický robot. Zabezpečuje tri hlavné skupiny automatizovaných operácií:

- Technologický proces NC strojmi alebo technologickými robotmi. Pri aplikácii CNC obrábacích centier súčasťou je aj automatizovaná príprava technologických programov, automatická kompenzácia polohy nástrojov a ich výmena pri opotrebení alebo poškodení, automatické odstraňovanie triesok a pod.
- Odoberanie a vkladanie súčiastok (prípadne aj nástrojov) do strojov, zásobníkov a iných zariadení robotom alebo špeciálnym manipulačným zariadením (podávač technologických paliet a pod.).
- Monitorovanie výrobných funkcií. Pružné výrobné moduly pracujú v základnom režime bez ľudskej obsluhy. Pri neregulárnej situácii alebo nepresnej výrobe monitorovací systém ju identifikuje a zastaví operácie.

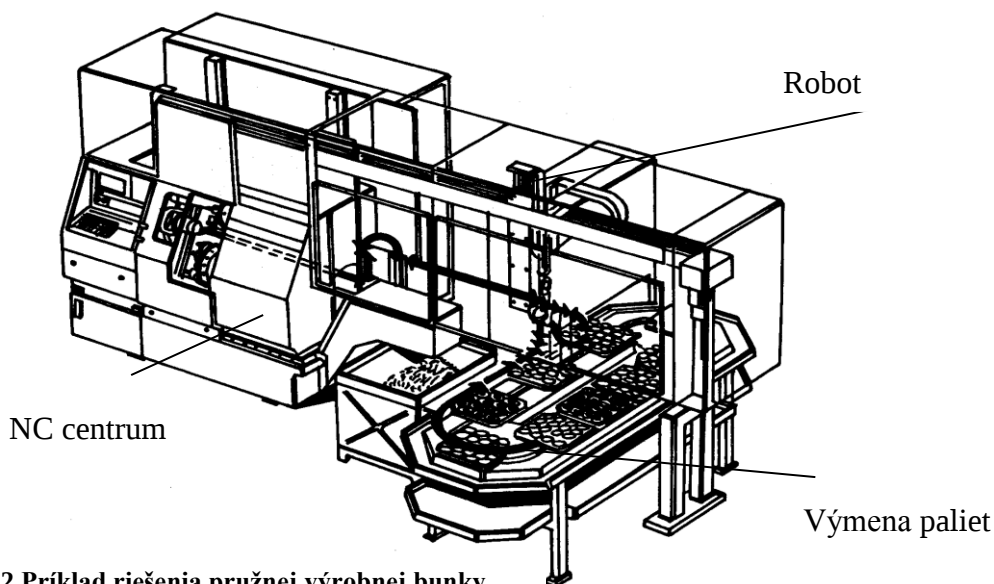
Činnosť operátora v pružných výrobných moduloch sa obmedzuje na prípravné práce, napríklad úpravy programov, dopĺňanie zásobníkov nástrojov, nastavovanie prípravkov,

dopĺňanie zásobníkov súčastok, kontrolu výrobkov a pod. Typickým príkladom pružného výrobného modulu je obrábacie centrum s výmenou paliet.

Druhú dôležitú skupinu predstavujú samostatné robotizované moduly, ktoré sa uplatňujú najmä pri obsluhu výrobných strojov s krátkymi cyklovými časmi (plošné tvárnenie, odlievanie pod tlakom a pod.) v typickej konfigurácii: materiálový terminál – robot - stroj. Početné sú aj aplikácie v technologických operáciách zvarovania, povrchových úprav a pod. Významné sú najmä aplikácie v zložitých výrobných zoskupeniach. Moduly sú v takomto prípade integrované so systémami medzioperačnej dopravy súčastok, nástrojov a odpadu a sú riadené nadriadeným riadiacim systémom.

Pružná výrobná bunka je štruktúrny typ výrobného zoskupenia, ktorý vzniká zvýšením počtu výrobných strojov v module (viacstrojová obsluha) alebo zoskupením viacerých modulov do jedného celku s integráciou funkcií. Podmienkou sú technologické väzby medzi hlavnými výrobnými zariadeniami.

Pružné výrobné bunky integráciou niekoľkých technologických, resp. aj iných funkcií (napr. meranie) realizujú aj komplexnejšie technologické postupy. Ich výhodnou je úplná integrácia medzioperačnej a operačnej manipulácie a riadenia v rámci bunky. Typickým príkladom pružnej výrobnéj bunky je obrábacie centrum, pričom materiálový tok zabezpečuje okružný výmenník paliet (obr.2).



Obr.2 Príklad riešenia pružnej výrobnéj bunky

Pokrok vo vývoji vytvoril predpoklady na realizáciu bezobslužných buniek, ktoré sú základnými prvkami plnoautomatizovaných závodov. Vývojové znaky sú odvodené od zvyšovania stupňa automatizácie so zreteľom na vzťah k obsluhu. Sú to:

- Automatický výrobný cyklus počas výrobnéj dávky pod dohľadom operátora. Zmena výrobnéj dávky vyžaduje aktívnu účasť obsluhy (výmena nástrojov a programov, korekcia nastavenia a pod.). Počas výrobnéj dávky operátor v základnom režime nevykonáva žiadnu činnosť. Zasahuje pri vzniku odchýlok od regulárneho stavu a pri haváriách.
- Automatický výrobný cyklus vrátane zmeny výrobnéj dávky pod dohľadom operátora. Treba pritom zabezpečiť automatickú výmenu nástrojov, meranie, diaľkový prenos programov a pod. Dohliadanie sa sústreďuje na zmeny výrobnéj dávky a kritické fázy výrobného procesu.

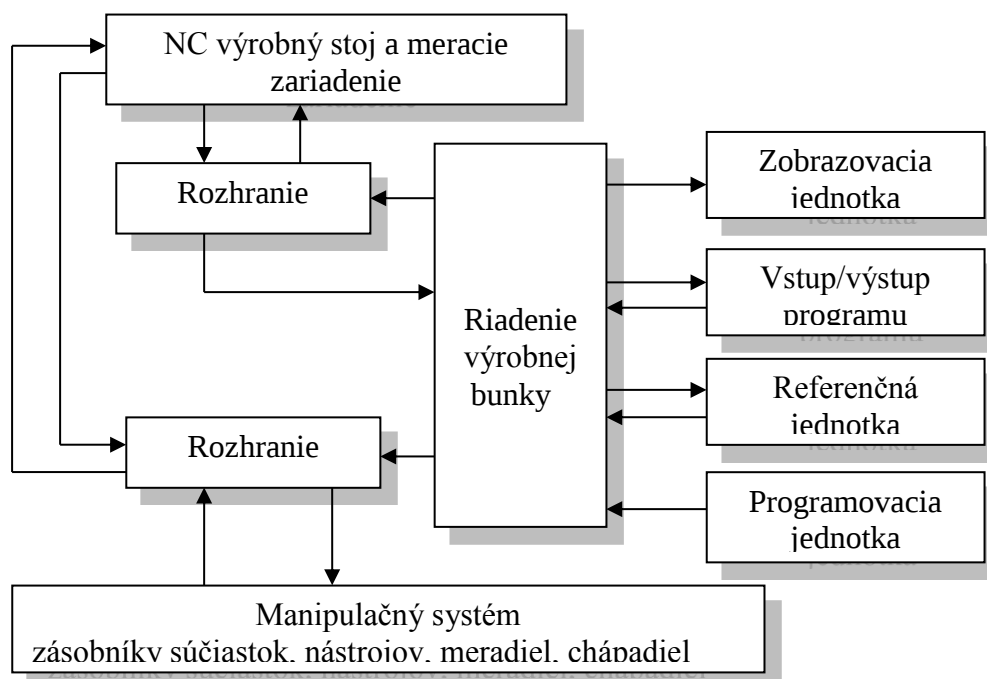


- Úplne bezobslužná prevádzka. Počas určeného času (zvyčajne v 2. a 3. smene) pracuje bunka bez ľudskej obsluhy. Dohliadačí pracovník je na dislokovanom pracovisku v centre riadenia celého výrobného systému. Automatické zariadenia bunky sú schopné odstraňovať bežné poruchy (identifikovať zlomený nástroj a pod.).

Bezobslužná prevádzka predpokladá, že pružná výrobná bunka má rad automatických zariadení:

- stroje na automatický cyklus technologického spracovania,
- zásobník zoradených nástrojov a automatickú jednotku výmeny nástrojov,
- zásobník súčiastok a manipulačný systém na výmenu súčiastok alebo technologických paliet so súčiastkami vrátane bunkovej medzioperačnej dopravy,
- zásobník meradiel a systém ich nasadzovania počas operácií,
- zásobník chápadiel alebo ich automatické zoradovanie pre manipulátory so súčiastkami,
- zásobník upínacích prvkov alebo ich automatické zoradovanie,
- zariadenia na identifikáciu súčiastok, nástrojov, prípravkov a pod.,
- automatické manipulačné a upínacie zariadenia na vkladanie a odoberanie súčiastok zo stroja,
- zariadenia na čistenie a odstraňovanie triesok z nástrojov, súčiastok a upínacích prípravkov,
- zariadenia na meranie polohy nástrojov vrátane zavádzania korekcie,
- zariadenia na meranie polohy upnutej súčiastky vrátane automatického nastavovania začiatku súradnicového systému stroja,
- zariadenia na sledovanie stavu nástrojov v spojení s automatickou výmenou nástrojov,
- meracie pracoviská na pooperačnú kontrolu hotových súčiastok so spätnou väzbou na korekciu nástrojov,
- diagnostické zariadenie na sledovanie stavu výrobných zariadení a systému riadenia,
- riadiaci systém na riadenie uvedených zariadení a vyspelé programové vybavenie.

Štruktúrna schéma bezobslužnej bunky je na obr.3.





Obr.2 Štruktúrálna schéma pružnej bezobslužnej automatizovanej bunky

Záver

Inovácie zamerané na vysokopružné automatizované výrobné bunky sú oblasťou permanentného záujmu v oblasti ich vývoja a nasadzovania v čoraz inteligentnejších a sofistikovanejších integrovaných výrobných systémoch. Ich vysoká pružnosť a systémová integrovateľnosť významne aj v budúcnosti môže ovplyvňovať úroveň agility štruktúr podnikových systémov.

Kľúčové slová

Výrobné moduly, výrobné bunky, pružné automatizované výrobné bunky, agilná výroba

Príspevok je súčasťou riešenia projektu VEGA 1/0879/13 Agilné, trhu sa prispôsobujúce podnikové systémy s vysokoflexibilnou podnikovou štruktúrou.

Použitá literatúra

- [1] BUDA, J., KOVÁČ, M.: Projektovanie a prevádzka robotizovaných systémov. Edícia technickej a ekonomickej literatúry. Alfa Bratislava, 1990
- [2] BRACHT, U., GECKLER, D., WENZEL, S.: Digitale Fabrik. Methoden und Praxisbeispiele. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011, ISBN 978-3-540-89038-6 e-ISBN 978-3-540-88973-1
- [3] HAJDUK, M.: Pružné výrobné bunky. Edícia vedeckej a odbornej literatúry – SJF TU v Košiciach. Vienaľa Košice. 1988. ISBN 80-7099-387-1
- [4] GAUSEMEIER, J.: WIENDAHL, H., P.: Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland, Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2011, München, www.acatech.de
- [5] KOVÁČ, M., BUDA, J., ŠIMŠÍK, D.: Projektovanie výrobných systémov. Edícia technickej a ekonomickej literatúry. Alfa Bratislava, 1990
- [6] KOVÁČ, M., KOVÁČ, J.: Inovačné projektovanie výrobných procesov a systémov. Edícia vedeckej a odbornej literatúry, SJF TU v Košiciach, 2011, ISBN 978-80-553-0805-0
- [7] KOVÁČ, J. MIHOK, J.: Priemyselné inžinierstvo. Edícia vedeckej a odbornej literatúry, SJF TU v Košiciach, 2013, ISBN 978-80-553-0806-7

Kontaktná adresa

prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.
TU, Strojnícka fakulta
Katedra priemyselného inžinierstva a manažmentu
Němcovej 32, 040 01 Košice
e-mail: jozef.kovac@tuke.sk