



ADAPTABILNÝ SYSTÉM S MODULOVOU ŠTRUKTÚROU PRE ZÁKAZNÍCKU VÝROBU

ADAPTABLE SYSTEM WITH MODULAR COMPOSITION TO CUSTOMIZED PRODUCTION

Vladimír RUDY – Andrea LEŠKOVÁ

Abstract: This article deals with characterization of specific principles, which should help to designing the flexible production systems, as are: integrability, convertibility, adjustability, adaptability to customization. The goal is to present the solution of modular workstation that correspond with reconfigurable designing approach to achieve the production structure appropriate for customized manufacturing. The modular structure of workstations allows an individual and flexible adaptation to varying requirements but also the realization of low-cost solutions of production basis. In the article is described the classification of basics types of flexibility that characterizes production system and the main influences emphasizing the need for application of design modifications in production structures.

Abstrakt: V príspevku sú charakterizované princípy, ktoré sú špecifické pre projektovanie pružných výrobných systémov: integrovateľnosť, vymeniteľnosť, nastaviteľnosť, prispôsobivosť zákaznickým požiadavkám. Cieľom príspevku je prezentovať koncepciu modulárnych pracovných staníc, ktorá korešponduje s potrebami rekonfigurácie. Modulová štruktúra umožňuje pružnú adaptáciu systému, variantne podľa individuálnych prevádzkových požiadaviek, a realizáciu nízko-nákladových riešení výrobnéj základne. V článku je uvedená klasifikácia základných typov pružnosti, ktoré charakterizujú výrobný systém, a hlavné impulzy vplývajúce na potrebu zakomponovania projekčných zmien do výrobných štruktúr.

Keywords: modular workstations, design principles, flexibility, reconfigurability, adaptability

Kľúčové slová: modulárne pracovné stanice, projekčné princípy, flexibilita, rekonfigurabilita, adaptabilita.

Úvod

Konkurencieschopnosť výrobného podniku z veľkej miery závisí od jeho schopnosti dokázať rýchlo prenastaviť výrobné a montážne stanice podľa trhových podnetov. Aby sa vo výrobe dosiahol vyvážený pomer náklady/ výnosy, výrobná štruktúra sa musí prispôbovať kontinuálnym zmenám množstva objednávok, potrebe modifikácií výrobkov a úrovni automatizácie. V súčasnosti je v prevádzke preferované dispozičné riešenie s kombináciou samostatných pracovných staníc a buniek, pretože ich miera flexibility zodpovedá režimu frekventovaného premiestňovania zariadení pri efektívnom riešení materiálových tokov. Modulárna štruktúra ručných aj automatizovaných pracovísk výrobných liniek môže byť jednoducho upravená pridaním alebo preusporiadaním prostriedkov, či zmenou výstavbových prvkov, a tak je možné pracovný priestor optimalizovať a zvyšovať produktivitu. Modulárne pracovné stanice sa vyznačujú ergonomicky vhodným dizajnom, umožňujú pracovníkom prispôbiť konštrukciu podľa individuálnych parametrov, potrieb a aplikácií.

Charakteristiky adaptívneho výrobného systému



Aktuálne v podmienkach výrazných výkyvov na trhoch sú faktory flexibility a adaptability vo výrobných prevádzkach považované za prioritu. Flexibilita je vnímaná cez využitie kapacít. Ak dopyt klesá, alebo je premenlivý z jedného segmentu na ďalší, najpružnejšie nastavené organizácie výrobcov dokážu nájsť spôsob reakcie na zmeny bez zatvorenia prevádzky. Pružné, agilné a prestaviteľné výrobné systémy sa koncentrujú na prispôsobenie produkčného systému podľa nových trhových podmienok. Zatiaľ čo pružné výrobné systémy zvládajú očakávané predpokladané zmeny, agilné výrobné systémy sa sústreďujú na adaptáciu na nepredvídateľné podnety zákazníkov a udalosti v podnikateľskom prostredí. Hlavné prekrytie medzi agilným a rekonfigurovateľným výrobným systémom je nasledovný: zatiaľ čo agilita sa týka zmien celého podniku, rekonfigurabilita odkazuje na citlivosť výrobnej prevádzky na dynamické zmeny. [4]

Vo všeobecnosti sa rozlišuje 11 prejavov a charakteristických znakov pružnosti výrobného systému [3]:

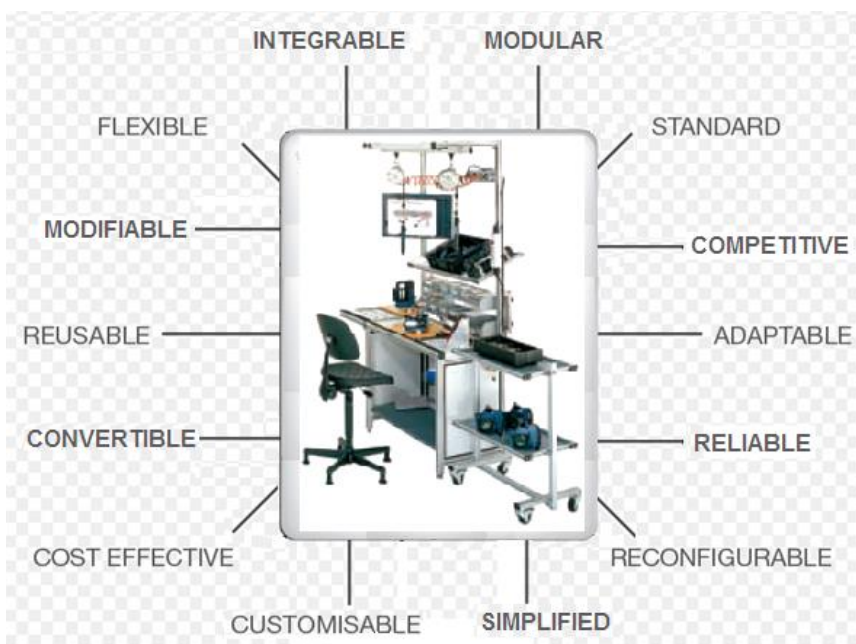
- *Flexibilita stroja*: rozličné typy operácií, ktoré stroj dokáže vykonať – počet funkcií a úkonov, ktoré stroj zrealizuje bez pretypovania alebo zmeny riadiacej jednotky.
- *Flexibilita procesu*: množina produktov, ktoré systém je schopný vyrobiť – skupina súčiastok, ktoré môžu byť spracované bez zásadného prestavenia pracovných staníc.
- *Flexibilita transportu*: schopnosť presúvať výrobky v rámci prostriedkov výrobnjej prevádzky – vzťahuje sa na zariadenia materiálového toku a transferu komponentov rôznych rozmerov, tvarov a typov.
- *Flexibilita smeru vedenia*: rozličné cesty (v zmysle prechodu cez stroje a pracovné stanice v dielni), ktoré možno použiť pri výrobe produktu v danom systéme – flexibilita vo výbere súčiastok a ich operačnej manipulácii z jedného pracoviska na ďalšie podľa postupnosti výrobného procesu.
- *Flexibilita operačná*: schopnosť vyrábať produkt rozličnými postupmi – odlišné spracovanie na súčiastke môže byť vykonávané výmenou stroja alebo riadiacej jednotky.
- *Flexibilita výrobková*: schopnosť pridať nový produkt do systému – jednoduché začlenenie do existujúceho portfólia a nové zoradenie.
- *Flexibilita reálna*: je to schopnosť aktuálne prekonať danú zmenu – vyjadruje napr. počet produktov, ktoré bežne systém môže vyrobiť.
- *Flexibilita potenciálna*: vzťahuje sa na teoreticky možnú spôsobilosť pokryť nedefinované univerzálne zmeny – schopnosť systému prispôbiť sa požiadavkám trhu.
- *Flexibilita množstevná*: jednoducho a výhodne zvyšovať alebo znižovať výstupy z existujúceho systému.
- *Flexibilita rozšírenia*: schopnosť vybudovať nové kapacity v systéme – jednoducho je umožnená, podľa potreby, fyzická zmena výrobného systému.
- *Flexibilita riadiacich programov*: schopnosť prechodu systému na automatický režim - možnosť vykonávať operácie nástrojmi inteligentných strojov a programami riadiacich systémov.

Flexibilita je schopnosť systému jednoduchými spôsobmi sa prispôbiť zmenám. Je možné ju aplikovať na samostatných pracovných staniciach ako aj na postupnosť procesov alebo dispozičné rozmiestnenie zariadení. Modulárne výrobné systémy sú, z tohto hľadiska, neodmysliteľne flexibilnejšie ako samostatné výrobné jednotky, pretože sú charakteristické



možnosťou „zdieľania“ výstavbových komponentov a modifikovateľnosťou štruktúry usporiadania. [1]

Modulová koncepcia predstavuje architektúru výrobného systému, ktorá je jednoducho rozšíriteľná a upravená. Modulárna štruktúra umožňuje individuálne a pružné prispôsobenie pracovných staníc na rôzne podmienky a výrobné úlohy, a tak spĺňa základné predpoklady rekonfigurovateľnej konštrukcie. Definícia prispôsobiteľného výrobného systému môže byť vysvetlená nasledovne [2]: štruktúra navrhnutá pre rýchle prestavenie výrobnéj kapacity a funkčnosti ako odpoveď v reakcii na nové okolnosti preusporiadaním a zmenou výstavbových konštrukčných komponentov – modulov (napr. sa jedná o stroje, dopravníky, mechanizmy, pracovné stoly, monitorizačné prvky atď.). V tejto súvislosti sa za nové okolnosti považujú zmeny dopytu na trhu, výrobné a výrobkové inovácie súvisiace s existujúcim výrobným systémom alebo integráciou nových technologických procesov do existujúceho systému (linky, bunky, pracovné stanice). Výber zo stavebnice konštrukčných modulov do základnej štruktúry a spôsob, akým sú pospájané dovoľuje, aby vytváraný systém bol nenáročne integrovateľný do rozhraní, diagnostikovateľný, zákaznícky optimalizovateľný a prestaviteľný. Obr. 1 schematicky prezentuje tieto najdôležitejšie atribúty, ktoré sú zohľadňované pri projektovaní štruktúr adaptívneho výrobného systému.



Obr. 1 Projektčné princípy pružných výrobných systémov [6]

Kľúčové vlastnosti prispôsobiteľných výrobných štruktúr sú [2]:

- **Integrovaťnosť**: schopnosť integrovať moduly rýchlo a presne prostredníctvom mechanických, informačných a kontrolno – riadiacich interfejsov, ktoré zabezpečujú funkčnú integráciu a komunikáciu počas výrobného procesu. Modulové pracovné stanice môžu byť integrované systémom materiálového toku, napr. dopravníkovým, do formy prispôsobiteľného systému vo výrobnéj linke.
- **Prispôsobenie požiadavkám zákazníkov**: predstavuje schopnosť naprojektovať pružnosť systému najmä na podmienky produktových radov.
- **Premenlivosť** je definovaná ako schopnosť jednoduchšej transformácie funkcionality existujúceho systému, strojov a riadiacich zariadení tak, aby vyhovovali novým



výrobným požiadavkám. Konverzia systému na dennej báze musí byť vykonávaná rýchlo a efektívne.

- **Rozšíriteľnosť** znamená jednoduchú zmenu vo výrobnnej kapacite cez preusporiadanie existujúceho výrobného systému alebo zmenu parametrov výrobnnej kapacity prispôbením výrobných staníc.
- **Diagnostikovateľnosť**: je schopnosť automaticky snímať bežný stav a priebeh systému pre detekovanie a diagnostikovanie príčin problému s kvalitou produktov na výstupe a následne upravovať veľmi rýchlo poruchy pri spracovateľskom procese.

Adaptabilný výrobný systém (príklad uvedený na obr. 2) musí byť projekčne navrhnutý rýchlo a po implementácii v prevádzke byť schopný flexibilnej premeny výrobných základní na produkciu nových modelov výrobkov, byť schopný meniť kapacity a disponovať možnosťou integrovania technológií, prvkov automatizácie a produkcie viac variantov výrobkov v podmienkach nepredvídateľných objemov odbytú. Takýto systém je otvorený a môže byť [4]:

- Kontinuálne vylepšovaný integrovaním nových technológií a doladovaný.
- Rýchlo prenastaviteľný, aby zabezpečil realizáciu budúcich produktov a zmien v požiadavkách na výrobok, ak dôjde k jeho vyradeniu z výrobného programu a nahradeniu novým /inovovaným produktom.



Obr. 2 Ilustračný príklad adaptívneho výrobného systému [FESTO]

Ak je výrobný systém zostavený ako prispôsobiteľný, jeho dispozičné usporiadanie je modifikovateľné v častých intervaloch a stáva sa nevyhnutne základom pre rýchlu optimalizáciu na novší upravený systém v rámci zásad kontinuálneho zlepšovania a modernizácie. [1]

Záver

Agilné výrobné prevádzky reprezentujú pre budúcnosť výrobné strediská pre produkciu širokého spektra sofistikovaných výrobkov, ktoré ponúkajú pružnosť, kratší cyklový čas a kontrolované premenlivé výrobné kapacity. Modulová architektúra výrobných základní sa ľahko prispôsobuje zmenám. Pružný a spoľahlivý spôsob realizácie produkčného systému, navyše vhodný aj z ekonomickej stránky, je koncept stavebnicovej výstavby konštrukcie z



modulov a rámov na báze hliníkových profilov a príslušenstva. S týmto riešením je možné objektívne dosiahnuť: úsporu priestoru, energie, materiálu a najmä získať environmentálne priaznivý, agilný výrobný systém na mieste prevádzkovej potreby.

V tomto článku boli zhrnuté kľúčové atribúty príznačné pre rekonfigurovateľnú výrobnú základňu.

Použitá literatúra

- [1] RÖSIÖ, C.: Supporting the Design of Reconfigurable Production Systems. [on-line] Mälardalen University Press Dissertations No. 130. 2012. ISBN 978-91-7485-079-6. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:545368/FULLTEXT01.pdf>
- [2] KOREN, Y., SHPITALNI, M.: Design of reconfigurable manufacturing systems. [on-line]. In.: Journal of Manufacturing system. 2011. http://www-personal.umich.edu/~ykoren/uploads/Design_of_Reconfigurable_Manufacturing_Systems.pdf
- [3] SHEWCHUK, J., P.; MOODIE, C., L.: Definition and Classification of Manufacturing Flexibility Types and Measures. [on-line]. In.: The International Journal of Flexible Manufacturing Systems, 10 (1998): 325–349. Kluwer Academic Publishers, Boston. <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1008062220281#page-1>
- [4] MEHRABI, M., G. et al.: Reconfigurable manufacturing systems: Key to future manufacturing. [on-line]. In.: Journal of Intelligent Manufacturing (2000) No. 11, p. 403-419. http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/46513/10845_2004_Article_268791.pdf
- [5] Bosch Rexroth: Aluminium Structural Framing System. [on-line]. http://www13.boschrexrothus.com/catalogs/mge70/MGE_7-0_Catalog-2011_10.pdf
- [6]

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia projektu 079TUKE-4/2013: Inovácia laboratórnych výučbových technológií v študijnom programe Priemyselné inžinierstvo a projektu VEGA č. 1/0879/13: Agilné, trhu sa prispôsobujúce podnikové systémy s vysokoflexibilnou podnikovou štruktúrou.

Kontakt

doc. Ing. Vladimír Rudy, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra priemyselného inžinierstva a manažmentu, B. Němcovej 32, 040 01 Košice, Slovensko

e-mail: vladimir.rudy@tuke.sk

Ing. Andrea Lešková, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra automobilovej výroby,

Mäsiarska 74, 040 01 Košice, Slovensko

e-mail: andrea.leskova@tuke.sk

Strana: 5

Strana: 5

Strana: 5

Strana: 5