



NÁVRH AUTOMATICKEJ MONTÁŽE ELEKTRICKÝCH SVORIEK

THE PROPOSAL AUTOMATED ASSEMBLY ELECTRICAL CLAMPS

Ján SEMJON – Marek VAGAŠ – Vladimír BALÁŽ

Abstract: The article deals with the solution of assembly workplace for two types of electric clamps used in the components deployed in the electronics industry. The clamps are primarily used for connecting different kinds of cables carrying currents to a maximum of 63 A. The proposed solution automates the entire process of installation of clamps by a robot with four degrees of freedom. The workplace is made up of a pneumatic rotary table, screwdrivers, vibratory trays and conveyors.

Abstrakt: Článok sa zaoberá riešením montážneho pracoviska určeného pre dva typy elektrických svoriek využívaných v komponentoch nasadzovaných v elektrotechnickom priemysle. Svorky sa využívajú predovšetkým na pripájanie rôznych druhov káblov prenášajúcich prúdy do maximálnej hodnoty 63 A. Navrhované riešenie automatizuje celý proces montáže svoriek s využitím robota so štyrmi stupňami voľnosti. Pracovisko je zložené z pneumatického otočného stola, skrutkovacích jednotiek, vibračných zásobníkov a dopravníkov.

Keywords: Electrical clamps, assembly workplace, rotary table, robot

Kľúčové slová: Elektrické svorky, montážne pracovisko, otočný stôl, robot

Úvod

V súčasnosti pri rôznych montážnych operáciách je trendom odbremeniť človeka od monotónnej práce, pri ktorých v priebehu montáže nedochádza k častým modifikáciám. Automatizovaná montáž oproti ručnej dosahuje najmä vyššiu výrobnosť a stabilitu kvality. Možno povedať, že automatizácia takýchto pracovísk je založená na vývoji jednoúčelových zariadení na báze pneumatických pohonov doplneného o automatické podávanie vstupných objektov. Pre vstup presne polohovaných a orientovaných objektov sa využívajú vibračné zásobníky. V prípade dosiahnutia vyšších montážnych časov sa využívajú na podávanie zložitejších súčiastok rôzne robotické zariadenia. Tieto pracoviská majú opakované montážne cykly a pre riadenie takéhoto pracoviska postačuje účelové riadiace PLC alebo priemyselne počítače.

Zostava svoriek a určujúce podmienky montáže

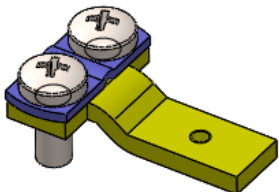
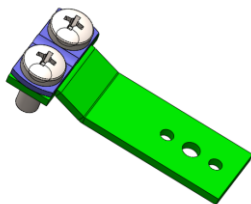
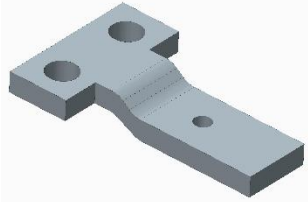
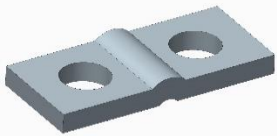
Kompletná svorka (TS1, TS2) sa skladá z troch komponentov, tab. 1, pričom príložka a spájací materiál je pre obidve svorky rovnaký. Rozdiel je iba v rozmeroch komponentu N - nosník.

Požiadavky na riešenie montáže elektrickej svorky:

- požadované množstvo za jednu smenu (7,5 hod.) – 7000 ks,
- montáž dvoch typov svoriek (TS1, TS2) na jednom pracovisku, po potrebných úpravách.



Tab. 1 Zostava svorky TS1 a TS2

Typ svorky	TS1	TS2
Komponenty	N1 - Nosník 1	G2 - Nosník 2
	P - Príložka	
	S – Spájací materiál M5-12 DIN 7985	
Zostava svorky		
N - Nosník	 Rozmery: 5x21-34 mm	 Rozmery: 5,5x21-45 mm
P - Príložka	 Rozmery: 2,7x10-23 mm	

Zjednodušený prepočet výrobnosti vychádza z potreby výroby na pracovisku počas jednej pracovnej zmeny:

1. Počet vyrobených svoriek (PVS) za 7,5 hod. (27 000 sekúnd):

PVS = čas za zmenu/čas montáže jednej svorky

$$PVS = \frac{27000s}{3,7s} = 7297ks \quad (1)$$

Celková teoretická výrobnosť za jednu pracovnú zmenu (7,5 hod) bude mať hodnotu 7297 ks.

2. Čas potrebný na výrobu 7000 ks svoriek:

$C_{7000} = 7000 \text{ ks} * \text{čas montáže jednej svorky}$

$$C_{7000} = 7000 * 3,7s = 25900s \Rightarrow 7,2 \text{ hod} \quad (2)$$

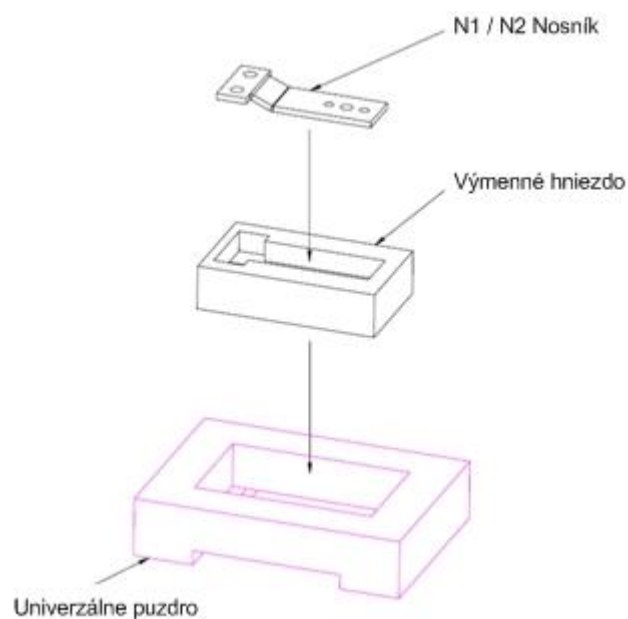
Požadovaný počet 7000 ks zmontovaných svoriek je možné dosiahnuť za 7,2 hod. To znamená, že na prestoj je vytvorená rezerva 0,3 hod. (1080 sekúnd) na zmenu.



Návrh procesu montáže

Proces montáže vychádza z využitia sústavy výmenných hniezd pre súčiastky Nosník - N1/N2, obr. 1. Pri potrebe zmeny výroby svorky z TS1 na TS2 alebo naopak, obsluha postupuje nasledovne: [1]

- Vyprázdni jednotlivé hniezda naplnené svorkami,
- Vyprázdni zberne nádoby naplnené svorkami,
- Vymení jednotlivé hniezda na zariadení, pomocou rýchchloupínacieho systému (celkový počet hniezd 6 ks),
- Dosype súčiastky do príslušného vibračného zásobníka (pomocou dosypávača (vibračného dopravníka) naplní aj jeho násypku),
- Prepne na riadiacom paneli realizovanú zmenu výroby – montáže,
- Na ovládacom paneli robota SCARA vyberie príslušný program,
- Spusti montáž.



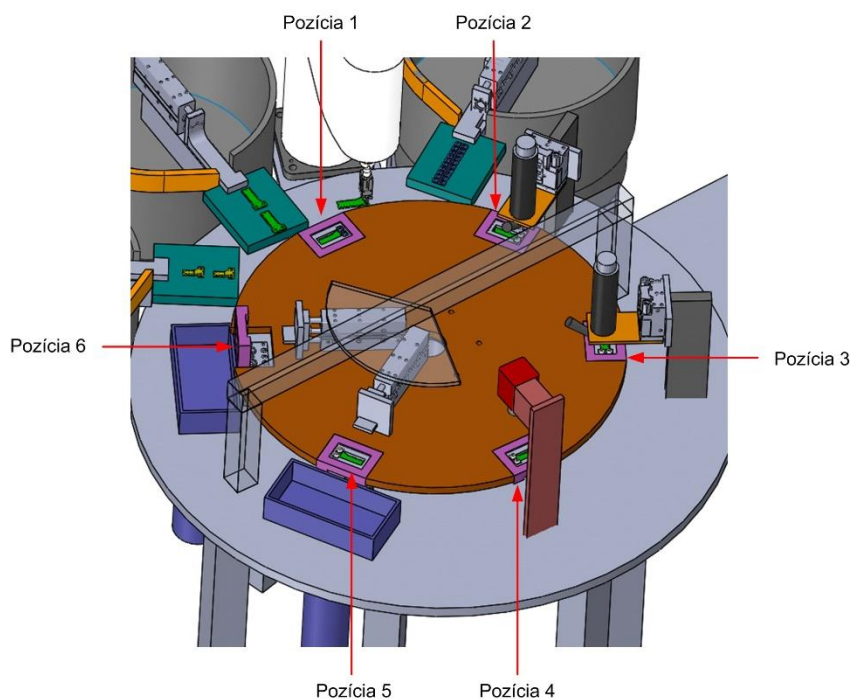
Obr. 1 Výmenné hniezda

Návrh pracovných pozícií na otočnom stole - riešenie pozostáva z otočného stola (karusela), ktorý obsahuje 6 pozícií, obr. 2. [2]

Popis činnosti:

- Na prvej pozícii sa vkladá súčiastka N1 a súčiastka N2 pomocou robota SCARA. Vkládanie 1 ks súčiastky N1 a 1 ks súčiastky N2 trvá celkovo 3,05 sekúnd.
- Na druhej a tretej pozícii dochádza k prísunu skrutiek a ich zaskrutkovaniu. Na druhej pozícii dochádza k zaskrutkovaniu 1 ks skrutky. K zaskrutkovaniu druhého kusu skrutky dochádza na tretej pozícii.
- Na štvrtej pozícii sa nachádza kamerový systém vyhodnocujúci správne umiestnenie skrutiek a súčiastky TS1/TS2. Informácia zistená kamerovým systémom slúži na vyhodnotenie stavu kompletizácie jednotlivých svoriek. [3]

- Na piatej pozícii dochádza v prípade zle zmontovanej súčiastky k vyhodneniu z hniezda. Informácia je získaná na základe kamerového systému umiestneného v pozícii štyri.
- Na šiestej (poslednej) pozícii dochádza k vyhadzovaniu dobre zmontovaných svoriek.



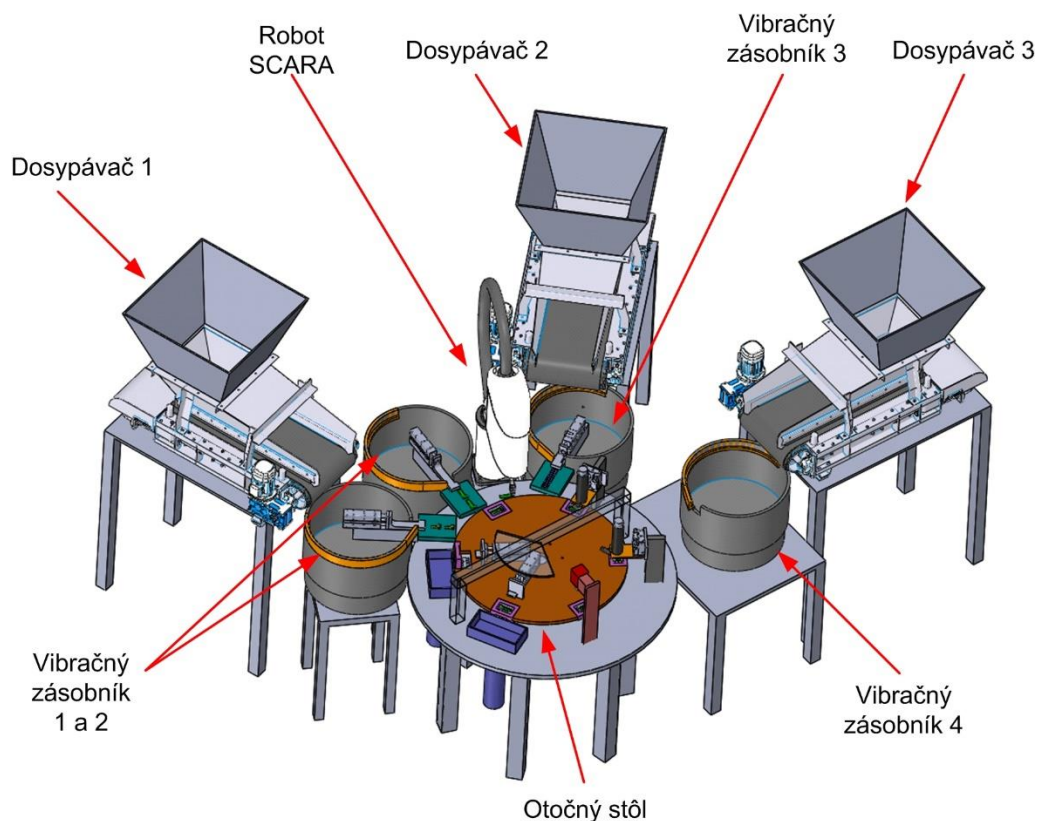
Obr. 2 Umiestnenie jednotlivých pozícií

Návrh automatizovaného pracoviska

Navrhované pracovisko pozostáva z jedného robota typu SCARA, štyroch vibračných zásobníkov, troch dosypávačov, šesťpolohového otočného stola, dvoch skrutkovacích jednotiek a príslušenstva, obr. 3. Pre manipuláciu z súčiastkami N1 a N2 bol vybraný priemyselný robot typu SCARA od firmy Yamaha (YK250XG-150-FS-5L) s riadiacim systémom RCX240S. Chápadlo robota pre manipuláciu využíva závitové otvory v súčiastkach N1 a N2, ktoré majú na oboch súčiastkach rovnaký priemer a rozstup. Pootáčanie súčiastok do jednotlivých pozícií je riešene pomocou pneumatického stola DHTG-90-6-A od firmy Festo.

Automatizované pracovisko v pozícii 1 je vybavené dvoma vibračnými zásobníkmi, ktoré sú určené k dodávke súčiastok N1 a N2. Pri montáži môže byť spustený iba jeden vibračný zásobník podľa druhu výroby, čo je zabezpečené v riadiacom systéme pracoviska. Pri montáži svoriek TS1 je spustený zásobník zo súčiastkami N1 a pri montáži svoriek TS2 je spustený zásobník zo súčiastkami N2. Dosypávanie súčiastok N1/N2 do vibračných zásobníkov počas prevádzky je realizované pomocou dosypávača na báze vibračného dopravníka. Použitým dosypávača je možné zvýšiť čas chodu pracoviska bez obsluhy na hodnotu max. 4 hodín. Pred uplynutím 4 hodín svetelná signalizácia upozorní obsluhu na nutnosť doplnenia súčiastok. V prípade, že sa nebudú nachádzať súčiastky na výstupnej dráhe vibračného zásobníka, dôjde k zastaveniu prác na zariadení. Na pozícií 2 a 3 sa nachádzajú skrutkovacie zariadenia od firmy

Deprag. Na každej z uvedených pozícií dochádza k zaskrutkovaniu jednej skrutky, ktorá je z vibračného zásobníka dopravovaná k hlave skrutkovačky príslušným potrubím. Dopĺňovanie skrutiek do vibračných zásobníkov počas prevádzky zariadenia je riešenie obdobné, ako v pozícií 1 pomocou dosypávačov. Pozícia 4 slúži na kontrolu správnosti montáže pomocou kamery. Kamera dokáže detegovať správne umiestnenie príložky a spojovacieho materiálu. V prípade, že sa na montovanej zostave nenachádza skrutka, prípadne je skrutka umiestnená pod väčším uhlom, ako je odporúčaný, kamera zašle riadiacemu systému informáciu o vyhodnení zmontovanej zostavy na pozíciu 5. V prípade, že kamera vyhodnotí montáž ako správnu, pošle riadiacemu systému informáciu o vyhodnení zmontovanej zostavy na pozíciu 6. Na základe zasielaných informácií z kamery do riadiaceho systému je možné presne určiť počty dobré a zle zmontovaných svoriek TS1 a TS2. Pozície 5 a 6 slúžia na vyhadzovanie zmontovaných svoriek. Vyhadzovanie je riešené pomocou pneumatických valcov, pričom natočenie svoriek do vhodnej pozície na vyhodnenie je realizované pootočením hniezda z horizontálnej do vertikálnej polohy o hodnotu 90° . Po vyhodnení svorky sa hniezdo vradí do vychodzej polohy a je pripravené sa presunúť na 1 pozíciu pracoviska. [4, 5]



Obr. 3 Automatizované pracovisko

Záver

V článku je uvedený postup návrhu automatizovanej montáže svoriek pre elektrotechnický priemysel. S ohľadom na kladené vstupné požiadavky od zadavateľa je v článku navrhnutý



schematický postup automatizovanej montáže a samotný návrh tak automatizovaného zariadenia ako celku ako aj konštrukčné riešenie jednotlivých komponentov pracoviska. Projekt je rozpracovaný do štádia realizácie, navrhované riešenie spĺňa zadané požiadavky. Predpokladaná denná výrobnosť pracoviska v jednozmennej prevádzke bez prestojov je 7297 kusov.

Použitá literatúra

- [1] VAGÁŠ, M., BALÁŽ, V., SEMJON, J.: Návrh zariadenia pre automatizovanú montáž zhášacej komory ističov. In: Strojárstvo Extra. Roč. 17, č. 4 (2013), s. 104-105. - ISSN 1335-2938.
- [2] HAJDUK, M., et al.: Robotické bunky, 1. vyd - Košice : TU, Sjf, 2008, 84 s., ISBN 978-553-0034-4.
- [3] VAGÁŠ, M., et al.: The calibration issues of 3D vision system by using two 2D camera sensors, In: International Scientific Herald. Vol. 3, no. 2 (2012), p. 234-237. - ISSN 2218-5348.
- [4] SUKOP, M., et al.: Increasing degree of automation of production systems based on intelligent manipulation, In: Acta Mechanica Slovaca. Roč. 15, č. 4 (2011), s. 58-63. - ISSN 1335-2393.
- [5] VAGÁŠ, M., BALÁŽ, V., SEMJON, J.: Zostavenie technického scenára montáže prepojovacej svorky pre istiace prvky, In: ATP Journal Plus. Č. 1 (2013), s. 83-85. - ISSN 1336-5010.

Kontakt

doc. Ing. Jan Semjon, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra robotiky, Park Komenského
8, 040 01 Košice, Slovensko

e-mail: jan.semjon@tuke.sk