

Inovácie v procese nastavovacích meraní a priebežnej kontroly výroby v nábytkárskom priemysle

TEXT: prof. Ing. Branislav Mičieta, PhD., Ing. Peter Macek, Strojnícka fakulta, Žilinská univerzita v Žiline

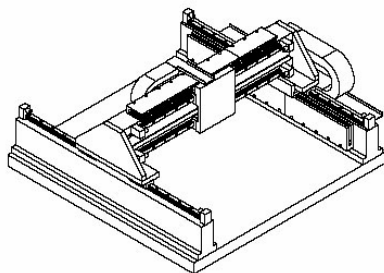
Tento článok opisuje hlavné princípy a dosiahnuté výsledky pri implementácii plne automatizovaného kontrolného zariadenia v závode na výrobu nábytku. Vývoj zariadenia ukázal, že iba vďaka integrácii najnovších technológií bolo možné splniť požadované počiatkové ciele.

V čase, kedy sa čoraz viac kladie dôraz na produktivitu, úsporu nákladov a efektivitu samotného výrobného procesu vzniká široký priestor na uplatňovanie najmodernejších technológií z oblasti strojárstva, elektrotechniky a informatiky. Aj z dôvodu stagnácie svetových trhov došlo k výraznému zníženiu cien poskytovaných technológií spomínaných odvetví. Z praxe vzišla požiadavka o aplikáciu vybraných technológií pre plne automatizovanú kontrolu vyrobených dielcov. Cieľom tohto projektu bolo v prvom rade urýchliť priamo vo výrobnéj hale nastavovaciu kontrolu deliacich a hláv vrtacích nástrojov. Kontrolované mali byť vonkajšie rozmery vyrobených dielcov, presná pozícia a hĺbka konštrukčných prvkov na dielcoch, kolmosť hrán a rozmery profilovej drážky, samozrejmosťou bolo zabezpečenie úplnej archivácie dosiahnutých dát. Všetky tieto podmienky muselo zariadenie splniť, aj s ohľadom na finančnú návratnosť celej investície, v stanovenom čase.

Manipulačná časť zariadenia – štvorosý manipulátor

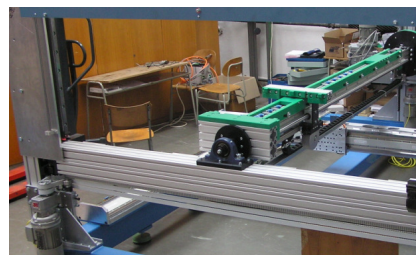
Pre polohovanie identifikačných a kontrolovaných prvkov bol použitý nadrozmerný štvorosý manipulátor XYZ + rotácia. Zariadenie je unikátne v tom zmysle, že pre rozpoznanie všetkých

požadovaných parametrov sme použili princíp kedy polohujeme snímacím zariadením a kontrolovaný objekt počas merania je pevne upnutý. Teória o metrológii hovorí [1], že polohovací systém musí byť minimálne o jeden rád presnejší ako je identifikačný člen, a ten minimálne o pol rádu presnejší ako je požadovaná výsledná presnosť. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli použiť technológiu vysoko presných a vysoko dynamických lineárnych motorov [2] (Obr. 1), oproti pôvodne plánovaným guľčikovým skrutkám s lineárnymi vedeniami, kde vznikla obava, že vlastné kmity otáčania tak veľkej skrutky by mohli mať nepríjemný dopad výsledný proces merania. Portálový manipulátor XY zložený z lineárnych motorov s rozmermi cca 2600 x 2200 mm (pracovný zdvih) tieto parametre v požadovanej kvalite bezproblémovo spĺňa.

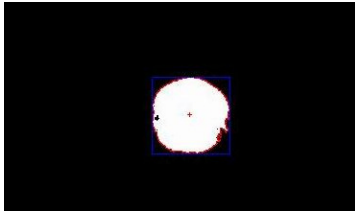


Obr. 1 Nadrozmerný portálový manipulátor zložený z lineárnych motorov

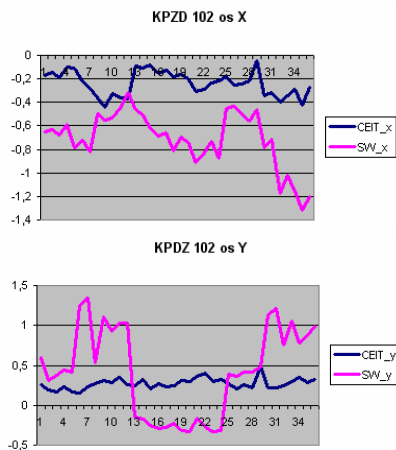
Druhú časť mechanickej polohovacej konštrukcie (manipulátor Z + rotácia) tvorí sústava troch asynchrónnych motorov s guľčikovými skrutkami a stôl (Obr. 2a), ktorý otáča dreveným dielcom okolo vlastnej osi s inkrementami po 90°, kvôli kontrole dier vyvrtaných aj z boku dosky. Presné a pevné uchoopenie dielca počas meracieho procesu zabezpečuje unikátny systém pneumatických valcov a podtlakových prísaviek s presnými vedeniami (Obr. 2b). Táto sústava je navrhnutá tak aby zariadenie nebolo, v prípade straty napájania alebo odpojenia zdroja tlakového média, samodeštruktívne.



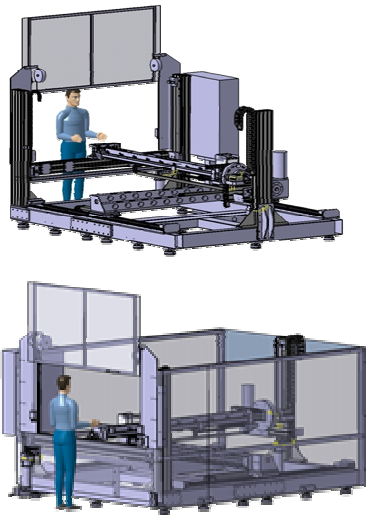
Obr. 2a,2b Systém manipulácie a uchopenia dreveného dielca



Obr. 3 Ukážka výrobnjej chyby



Obr. 4a, 4b Znáznornenie odchýlok od referenčných hodnôt



Obr. 5 3D model zariadenia

Riadiaci a identifikačný systém

Projektový tím ako základný riadiaci systém zvolil priemyselný počítač, ktorý plní aj funkciu HMI rozhrania a databázového systému. Výsledné hodnoty na meracom protokole sú porovnaním výkresových (teoretických) hodnôt so skutočnými (nameranými) hodnotami.

Pre kompletnú identifikáciu vyrobených konštrukčných prvkov kolektív riešiteľov skonštruoval meraciu hlavicu zloženú z kamerového systému doplneného o laserový triangulačný snímač. Priemyselná kamera s rozlíšením 1024 x 768 bodov v kombinácii s telecentrickým objektívom a špeciálnym osvetľovacím prstencom z vysoko svietivých bielych LED diód tvorí ideálnu kombináciu pre detekciu požadovaných prvkov v zadaní projektu. Celková dosiahnutá presnosť tohto systému je v konečnom dôsledku +/- 0,06 mm. Zvolením vhodnej konfigurácie parametrizačných nástrojov kamery sa dosiaholo potlačenie vplyvu výrobných chýb (Obr. 3) (napr. odštiepenie okrajových hrán) na celkový proces identifikácie prvkov.

Kalibrácia

Keďže jednou z hlavných podmienok bolo umiestnenie celého zariadenia priamo vo výrobnjej hale medzi strojnými linkami, vznikol problém ako dostatočne presne kalibrovať celý stroj aj pre široké pásmo teplotného intervalu, ktoré sa vo výrobnjej hale bežne vyskytuje. Meraniami v letnom a zimnom období bolo určené pásmo od 18°C do 37°C. Z princípov tepelnej rozťažnosti je zrejma značná rozmerová diferenciacia stroja medzi letnými a zimnými mesiacmi v roku. Simulačnými analýzami bolo zistené, že rozmery stroja sa vplyvom najvyššej teploty môžu zväčšiť až o 0,97 mm, čo je pre potreby meracieho procesu absolútne nevyhovujúce. V tomto prípade sme nemohli doceliť štandardné meracie podmienky klimatizovaním zariadenia. Za týmto účelom bol vyrobený etalón, ktorý bol zmeraný autorizovanou osobou pri viacerých teplotách. Na základe výstupov z týchto meraní vieme určiť príslušné korekčné parametre pre skupinu teplotných pásiem.

Validácia dosiahnutých výsledkov

Keď sa projekt automatizovaného kontrolného zariadenia dostal do finálnej fázy, bolo nutné porovnať výstupné protokoly zariadenia s protokolmi, ktoré vykonali na vybraných dielcoch

u objednávateľa. Výsledky porovnania vykazovali značné rozpory, v niektorých prípadoch to bolo na úrovni 1,8 mm. Obe strany sa dohodli na meraní týchto dielcov, u tretej nezávislej osoby, na presnom trojsúradnicovom stroji. Z grafov (Obr. 4a,4b) je zjavná hrubá nedokonalosť doterajšieho spôsobu kontroly, ktorú do tohto procesu vniesol ľudský faktor. Za referenčnú hodnotu sme v tomto prípade považovali meranie nezávislej osoby. Hodnoty boli dosiahnuté pred záverečnou kalibráciou.

Finálne zhodnotenie

Projekt automatizovaného kontrolného zariadenia (Obr. 5) je momentálne vo fáze skúšobných testov vo výrobnom závode. Z výsledkov dosiahnutých pred odovzdaním zariadenia objednávateľovi bola určená úspora nastavovacieho času linky na zhruba 60% až 70% (závisí to od konkrétneho typu dielca). Ak vezmeme v úvahu, že doterajší spôsob merania trval 20 min. a kadencia linky je 30 dielcov/min. efektívnosť nového procesu je značná. Po spustení výroby na konkrétnych linkách bude zariadenie slúžiť na priebežnú kontrolu nastavených parametrov. Vytvoreným riešením sme odstránili kompletne ľudský faktor a zabezpečili úplnú archiváciu meracích protokolov. Kompletný vývoj zariadenia od samotnej myšlienky až po odovzdanie trval zhruba 9 mesiacov.

Literatúra

1. CHRISTOPH, Ralf – NEUMAN, Hans Joachim: Měření rozměrů, tvaru, polohy a drsnosti – opticky, dotykově a rentgenovou tomografií. Múnchen, L.V. Print Uherské Hradiště, 2008. s. 6-13.
2. <http://www.hiwin.cz/en/>

This paper describes the main principles and achieved outputs of fully automated testing device implementation in furniture factory. Development shows, that satisfying demanded goals is possible only with integration of newest technologies.

RESUME