



Robotizácia procesu povrchovej úpravy nábytkových hrán



Obr. 1 Sústava dopravníkov s naukladanými paletami dielcov

V nábytkárskom priemysle sa štandardne vykonávajú povrchové úpravy nábytkových hrán ručne striekaním a brúsením v kabínach. V súčasnosti sa začínajú tieto operácie u slovenských nábytkárov postupne automatizovať. Tento článok sa zameriava na opis vývoja a konštrukcie plne automatizovanej robotickej linky povrchovej úpravy nábytkových hrán u jedného slovenského výrobcu nábytku. Na chod linky dohliada jeden človek, ktorý zabezpečuje vstup a základnú identifikáciu vstupujúceho materiálu do linky.

Linka povrchovej úpravy nábytkových hrán

Povrchová úprava nábytkových hrán spočíva v tom, že po strojnom opracovaní (dielce má svoj definitívny rozmer s vykonanými vrtaniami, drážkovaním, všetkými konštrukčnými predprípravami a má vytvorené hrany) prichádza dielce na predposlednú operáciu, povrchovú úpravu. Tá sa delí na úpravu plôch a hrán. Povrchová úprava plôch prebieha vo veľkých linkách, ktoré majú dĺžku od 70 do 120 metrov s výkonom od 9 000 do 17 000 štvorcových metrov za jednu zmenu. Táto fáza povrchovej úpravy je tradične výborne zvládnutá a existuje veľa dodávateľov kompletnej technológie. Úplne z iného súdka je však povrchová úprava hrán, ktorá sa dnes vykonáva striekaním lakov na báze polyuretánov, či na báze nitrocelulózy. Najnovšie sa vzhľadom na vplyv na životné prostredie presadzujú laky riediteľné vodou.

Článok opisuje linku založenú na technológii striekania na báze lakov riediteľných vodou. Dielce sa v rámci rozpracovanej výroby pohybujú uložené na paletách do výšky maximálne 140 cm, na ktorej sa v závislosti od hrúbky nachádza do 68 dielcov. Bežné súčasné technológie úpravy hrán sú založené na manuálnom brúsení a striekaní. Istá nábytkárska spoločnosť sa však rozhodla navrhnuť a skonštruovať plne automatizovanú a robotizovanú linku povrchovej úpravy nábytkových hrán. Viedli ju k tomu štyri základné dôvody: zvýšenie kapacity výroby, environmentálne dôvody (prechod z nitrocelulóзовých lakov na vodu riediteľné), zlepšenie pracovného prostredia (pri ručnom striekaní sú pracovníci čiastočne vystavení výparom) a v neposlednom rade to boli požiadavky zákazníka na prechod na laky riediteľné vodou.

Postavili sa dva prototypy plne automatizovaných liniek povrchovej úpravy nábytkových hrán, ktoré sú navlas rovnaké. Jediný rozdiel medzi nimi je ten, že jedna z liniek disponuje jednou operáciou navyše, a to operáciou morenia. Ak teda v rozpracovanosti prichádza séria palet s nutnosťou morenia, automaticky prichádza na tú linku, kde sa táto operácia nachádza.

Spoločnosť na získanie prehľadu uskutočnila v Európe prieskum možných dodávateľov takýchto komplexných liniek. Napriek značnému úsiliu takého generálneho dodávateľa nenašla. Pri vývoji novej linky sa preto rozhodla osloviť niekoľko spoločností z Európy, pričom ťažisko dodávateľov pochádzalo zo Slovenska. Dovedna participovalo na dodávke kompletnej technológie šesť hlavných firiem (dve z Nemecka), ktorých súčinnosť koordinoval odberateľ technológií.

Veľkosť a rozľahlosť linky súvisí s jej kapacitou a charakterom samotných technologických procesov. Dosky prichádzajú z inej časti výroby haly naukladané na sebe do tzv. palet vo výške od 60 do 140 cm veľmi variabilných rozmerov od najmenších kusov v pôdoryse 5 x 40 cm až po veľkosti 220 x 60 cm.

Všetky motory na linke pochádzajú od spoločnosti Nord. Každý motor je vybavený meničom frekvencie od spoločnosti Siemens. Výnimkou sú robotické kabíny, kde sa presné polohovanie cez inkrementálny snímač realizuje meničmi frekvencie Nord.

Postup pracovných operácií na linke

Na vstup linky prichádzajú strojne opracované dielce pripravené na povrchovú úpravu. Dielce sú uložené na seba na podložke, vytvárajú tzv. paletu, ktorá je označená jedinečným čiarovým kódom, ktorý nesie všetky potrebné údaje pre operácie v linke. Úvodný dopravník je jediné miesto na celej linke, kde sa nachádza ľudská obsluha. V bezprostrednej blízkosti je umiestnený rozvádzač s vizualizačným počítačom a nasadeným vizualizačným softvérom WinCC Flexible od spoločnosti Siemens, pripojeným cez ethernet na hlavný riadiaci systém linky Simatic S7-315 2DP.

Paleta dielcov prichádza na prvý otočný stôl. Za tým nasleduje dopravník a vzápätí prvé robotické pracovisko, kde prebieha morenie. Robot dosiahne so svojím ramenom dve strany palety. Po nástreku moridla sa paleta dosiek na otočnom stole otočí a namoria sa zvyšné dve strany. Robot je spojený s riadiacim PLC cez priemyselnú sieť Profibus. Prostredníctvom zosnímaného čiarového kódu z palety vizualizačný systém pre PLC poskytne informácie o palety, ktoré sa ďalej posielajú na robotické pracoviská. Po ukončení morenia paleta odchádza z pracoviska a uvoľňuje miesto ďalšej.

Po nástreku moridla na bočné strany sa palety vysušujú v teplovzdušnom tuneli. Po vysušení prichádza paleta na ďalší dopravník, po ktorom vchádza na robotické pracovisko lakovania. Tu prebiehajú zhodné operácie ako na prvom pracovisku s rovnakým typom robota. Na rozdiel



Obr.2 Robot striekania

od prvého pracoviska sa na tomto nanáša základný lak. Dopravníky potom transportujú nalakovanú paletu do druhého sušiaceho tunela.

Brúsenie

Predposledný segment linky sa začína dopravníkom a pokračuje brúsiacou kabínou. V tejto kabíne je pomerne náročná úloha polohovania palety. Využíva sa pri tom odmeriavanie optickými laserovými snímačmi a asynchrónny motor s asynchrónnym meničom s funkciou polohovania, ktorou disponujú pohony od spoločnosti Nord. Úlohu napolohovania treba riešiť aj na robotických pracoviskách striekania, presnosť však v ich prípade nie je mimoriadne vysoká a samotná úloha nie je kritická, pretože rozdiel niekoľkých centimetrov nepredstavuje zásadný problém. Iná situácia je práve na pracovisku brúsenia. Výsledkom merania palety sú dva kľúčové údaje – uhol natočenia a posun priečne na smer linky, na základe ktorých sa paleta polohuje. Brúsenie vykonáva robot, ktorého koncový manipulátor je tvorený brúsiacim agregátom.

Na zabezpečenie automatizovaných procesov bolo potrebné určiť presnú polohu palety dielcov. Relatívne presná poloha je nevyhnutná na následné bezchybné vykonanie operácie obrúsenia robotom, ktorý ma pevne naprogramovanú dráhu brúsenia.

Prvotná predstava zadávateľa sa spájala s využitím priemyselného spracovania obrazu prostredníctvom jednej kamery umiestnenej v rohu kabíny. Vzhľadom na vysoké náklady tohto riešenia spojené navyše s technicky mimoriadne zložitou realizáciou sa však rozhodli pre riešenie na báze sústavy snímačov merania vzdialenosti. Riadiaci softvér polohuje paletu dielcov.

Sústava snímačov typu ODSL30 od spoločnosti Leuze Electronic je umiestnená na vstupe kabíny brúsenia tak, aby v pravidelných rozstupoch pokryla celú výšku palety. Na vstupnom dopravníku do kabíny sa nachádza aj inkrementálny snímač polohy, merajúci dĺžku palety. Spolu so snímačmi vzdialenosti ODSL30 tvoria celok, vďaka ktorému možno vypočítať všetky spomínané dôležité parametre posunutia a pootočenia palety.

Všetky merania prebiehajú kontinuálne počas plnej prevádzky výroby a pohybu dopravníkov spolu s paletami dielcov. Snímače disponujú dvoma typmi výstupov, a to na sériovú linku a do prúdovej slučky. Najvýhodnejším riešením by bolo mať výstupný údaj priamo v digitálnej forme, vzhľadom na vyššiu finančnú náročnosť takehoto riešenia sa napokon pristúpilo k analógovým výstupom. Snímače sú voľne



kalibrovateľné s meracím rozsahom od 20 do 3 000 cm. Predmetom záujmu bola vzdialenosť od snímačov po dopravník s paletami. Údaje zo snímačov spracúva prostredníctvom analógovej karty osobitné PLC Siemens Simatic S7-313 C 2DP. Jeden zo vstupov PLC na spracovanie signálov zo snímačov je kanál na inkrementálny snímač, čiže v štandardnej výbave tohto PLC je integrované vyhodnocovacie počítadlo. Ďalej je tam inštalovaná 8-kanálová analógová karta, čo predstavuje pri súčasnej konfigurácii rezervu troch kanálov pre prípad núdze alebo rozšírenia o ďalšie signály. Snímacia frekvencia tejto karty je 50 Hz, z čoho vyplýva, že zo snímačov spracúvajú iba každú štvrtú hodnotu, čo bohato stačí na operácie vyhodnotenia.

PLC vyhodnocujúce aplikácie merania vzdialenosti pracuje v režime slave pod nadradeným PLC Simatic S7-300, ktoré má na starosti riadenie celej linky. Komunikácia medzi oboma riadiacimi systémami prebieha po zbernici Profibus. Rovnaká komunikačná platforma je nasadená aj medzi riadiacim PLC linky a obrusovacím robotom ABB.

Po opustení brúsiacej kabíny sa paleta vyrovnáva na ďalšom dopravníku a prichádza do poslednej robotickéj kabíny, kde prebieha záverečné lakovanie. Po tejto operácii nasleduje sušiaci tunel a zásobník pozostávajúci z niekoľkých dopravníkov.

Na vstupe liniek sa pohybujú dopravné vozíky po koľajovej dráhe priečne na smer liniek. Tie slúžia na prísun materiálu na linku a naopak na jeho odber z výstupu linky. Na ich riadenie boli použité PLC Simatic S7-200.

Riadenie

Základnou vstupnou informáciou pri tvorbe riadiacej štruktúry bolo stanovenie reakčných časov na linke, na základe čoho sa určilo, ktoré časti môžu komunikovať cez AS-i zbernicu, resp. ktoré musia byť pripojené priamo k riadiacemu systému (napr. polohovacie snímače).

Riadiaca štruktúra linky je postavená na báze platformy Simatic S7-300 so zvoleným procesorom S7-315 2DP. Údaje sa zbierajú decentrálne vo dvoch sieťach – Profibus a AS-i bus. Samotný riadiaci systém každej linky sa skladá z dvoch rozvádzačových skriň. Jedna je umiestnená v strede prvého segmentu. Je vybavená riadiacim procesorom, komunikačným procesorom pre ethernet, komunikačným rozhraním z Profibus-DP na AS-i zbernicu, vstupno-výstupnými kartami, ako aj frekvenčnými meničmi Sinamics G110 a NORD. Na opačnej strane, v strede tretieho segmentu linky je umiestnený druhý rozvádzač osadený decentrálnym vstupno-výstupným systémom ET-200 M vo formáte kariet typu S7-300 spolu s komunikačným rozhraním Profibus DP na AS-i. Na komunikačný systém Profibus je pripojený aj riadiaci systém Simatic S7-313 C - 2DP v režime slave, určený na riadenie aplikácie polohovania a tiež roboty ABB.

Obsluha linky

Centrálna obsluha linky prebieha z rozvádzača, kde je umiestnený PC, na ktorom je vizualizovaná v nástroji WinCC Flexible celá linka. PC je vybavený dvoma ethernetovými kartami. Jedna slúži na komunikáciu so Simatic-om a druhá na komunikáciu s informačným systémom celého závodu. Vo výrobnjej databáze informačného systému závodu sa na základe čiarového kódu palety vyhledá konkrétny typ tovaru a z internej databázy vo WinCC Flexible sa priradia palety všetky podstatné parametre. Úlohou obsluhy je tiež skontrolovať, či prichádzajúca paleta skutočne zodpovedá parametrom vyhledaným v databáze. Informácie prečítané na vstupe linky sú kľúčové pre zvyšok výroby a musia sa spoľahlivo a korektne prenášať medzi jednotlivými dopravníkmi (aj v prípade výpadku napájania, núdzového zastavenia linky či neočakávaných situácií na linke). Obsluha má možnosť meniť prostredníctvom vizualizačného počítača režimy (automatický, manuálny) jednotlivých pohonov, zadávať časové údaje, monitorovať a nastavovať parametre pohonov a v neposlednom rade prezerat a kvitovať poruchové hlásenia. V riadiacom Simatic-u je vyhradený dátový blok s pamäťovými miestami reprezentujúcimi všetky dopravníky. Do jednotlivých pamäťových miest v dátovom bloku sa postupne zapisujú údaje o palety, ktoré sú pre ňu príznačné. Na základe nich sa potom robotom na pracoviskách zadávajú adekvátne parametre činnosti vrátane trajektórie (dovedna je cca 360 typov výrobkov s viac



Obr.3 Sušiaci tunel

ako 100 trajektóriami). V prípade zlyhania presunu dát má obsluha možnosť editovať a opravovať údaje o paletách v dátovom bloku prostredníctvom špeciálneho menu.

Linka je vybavená 50 motormi a vyše stovkou snímačov rôznych princípov. Použité sú optické a indukčné snímače od spoločnosti Siemens, laserové snímače od ifm electronic a optické snímače vzdialenosti od Leuze electronic.

Bezpečnostné prvky

Priestor robotických pracovísk je uzavretý mechanickými zábrami, pričom vstupe do prvej kabíny robota oboch liniek je stráženy trojlúčovými optickými závorami Siemens s funkciou muting realizovanou cez štyri optické snímače. V prípade narušenia stráženeho priestoru sa hardvérovo vypína napájanie linky v danom segmente. Rovnakým spôsobom je riešené aj odpojenie segmentu prostredníctvom tlačidiel núdzového zastavenia rozmiestnených pozdĺž linky.

Budúcnosť

V najbližšom období sa bude implementovať technické riešenie diaľkového servisu na linke cez internet prostredníctvom VPN tunela. Servisná spoločnosť bude mať prístup k hlavnému riadiacemu systému linky a k obslužno-vizualizačnému počítaču.

Branislav Bložon