

Manipuliranje z mehкими obdelovanci v proizvodnji – primer manipuliranja z gospodinjskimi spužvami

Tim VRBANČIČ
Inea RBT d.o.o.

POVZETEK

Vsaka avtomatizirana aplikacija ima zaradi specifičnosti procesa in obdelovancev svoje posebnosti. V temu prispevku bo opisan proces avtomatizirane priprave razrezanih gospodinjskih gobic v ustrezne kombinacije za nadaljnje pakiranje v procesu proizvodnje gobic. Avtomatizirano manipuliranje spužvami se izkaže za zahteven proces, saj se obdelovanec zaradi svojih lastnosti (majhna teža, hrapavost in prožnost materiala) izkaže za »zahteven« obdelovalni kos. Spužva se poleg majhnega trenja v nekaterih situacijah obnaša kot vzmet, kar od celotnega procesa zahteva mehansko izpopolnjenost stroja. Avtomatizacijo priprave spužv za pakiranje omogoča kompleksna linija, sestavljena iz transportnih trakov, vodil, senzorjev, pnevmatskih cilindrov, sinhrono gnanih pogonov ter drugih komponent. Dinamični pogoni proizvajalca Mitsubishi Electric ob mehanski izpopolnjenosti linij omogočajo kratke čase ciklov, velik razpon hitrosti linije in visoke proizvodne količine.

1. UVOD

Visoka pretočnost proizvodnih linij in kratki proizvodni cikli so brez dvoma cilj vsake proizvodnje (bodisi ročne ali avtomatizirane). Pri novo avtomatiziranih linijah je investicija upravičena z doseganjem (višjih) produktivnosti linij in z doseganjem čim krajših proizvodnih ciklov.

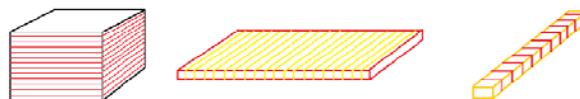
Tudi proizvodnja gospodinjskih gobic lahko predstavlja primer opisane problematike. V primeru rastočih naročil in potrebe po visokih proizvodnih količinah se pojavlja potreba po bolj učinkovitih metodah dela, novih strojih in seveda tudi avtomatizaciji procesov. V temu članku bo opisana avtomatizacija procesa priprave razrezanih spužv v ustrezne kombinacije za pakiranje. Z drugimi besedami, predstavljeni bosta dve avtomatizirani liniji, ki omogočata manipulacijo in sortiranje razrezanih spužv v ustrezne kombinacije za nadaljnje pakiranje.

2. IZZIV IN PROBLEMATIKA

Podjetje (naročnik), ki deluje kot proizvajalec gospodinjskih pripomočkov (tudi gospodinjskih gobic), se je v zadnjem času srečevalo z rastočimi naročili na segmentu gobic. Proizvodnja je potekala deloma ročno, deloma avtomatizirano. Za doseganje višjih proizvodnih količin je bilo

smiselno razmišljati o dodatni avtomatizaciji proizvodnih procesov.

Proizvodni proces spužv je v omenjeni proizvodnji sicer razdeljen na tri »proizvodne« korake. Pri prvem koraku se večja spužva v obliki kvadra s pomočjo žage prvo razreže v plasti. Nato je na spodnjo stran spužvastih plasti zalepljena še groba abrazivna plast. Kasneje se spužvasta plast po dolžini razreže v trakove, le te pa kasneje v gospodinjske gobice (slika 1).



Slika 1: prikaz načina razreza spužvastega kvadra v končni produkt.

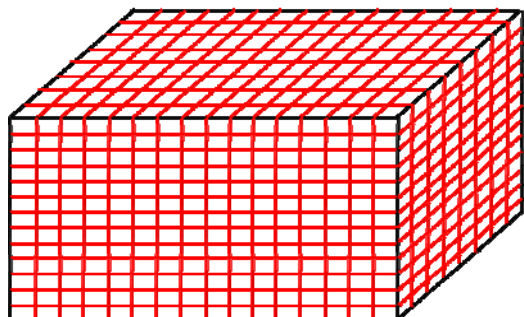
Ko so gobice razrezane, se v drugem koraku gobice sortirajo v ustrezne kombinacije gobic za pakiranje. Gobice se pakirajo v različnih količinah – po 1, 2, 3 ali po več gobic skupaj. Pred uvedbo avtomatizirane linije se je v konkretnem primeru drugi korak izvajal ročno – delavci so gobice v ustreznih kombinacijah odlagali v linijo za pakiranje. Tretji korak predstavlja avtomatizirano pakiranje v folijo na pakirni liniji. Končni produkt opisanega procesa so paketi spužv (pakirani v PVC folijo), kot jih najdemo na policah v trgovinah.

Zgoraj opisani proces je pred samo avtomatizacijo torej potekal deloma ročno (priprava večje spužve za žaganje in priprava gobic za pakiranje) in avtomatizirano (razrez na žagi in ovijanje v folijo). Pri naročniku sta v proizvodnji bili dve proizvodni liniji z žago in pakirno linijo, vmesna manipulacija razrezanih gobic pa se je opravljala ročno. Pri podjetju Inea RBT smo za potrebe sortiranja gobic na omenjenih dveh proizvodnih procesih izdelali dve liniji – M1 in M2. Način razreza spužve v kvadru se na obeh omenjenih žagah razlikuje, zato se razlikujeta tudi načina dovajanja razrezanih gobic na vhodni strani obeh sortirnih linij (glej sliki 2 in 4).

3. LINIJI ZA SORTIRANJE SPUŽV M1 IN M2

Liniji M1 in M2 sta sortirna stroja, postavljena med žago in pakirni stroj. Sestavljena sta iz transportnih trakov, vodil in lopatic/glavnikov za (pre)usmerjanje gobic, induktivnih in optičnih senzorjev, servo pogonov in pogonov gnanih s frekvenčnimi pretvorniki ter krmilnega PLC sistema. Spužve torej od točke dovajanja potujejo skozi linijo M1 ali M2, se združujejo in razdružujejo, spreminjajo pozicijo/usmerjenost ter na koncu vstopajo ustrezno razporejene na linijo za pakiranje. Ob temu mora proces dosegati zahtevane časovne cikle sortiranja.

Na linijo M1 so gobice ročno dovajane kot veliki kvader, sestavljen iz večjega števila gobic (kot je to prikazano na sliki 2). V nadaljevanju so gobice razdružene in preko transportnega traku dovajane v podajalno »glavo«, element linije, ki s pomočjo metlic poriva ustrezno združene gobice na linijo za pakiranje.



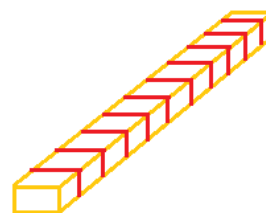
Slika 2: na vhodni strani linije M1 so razrezane gobice dovajane v obliki večjega kvadra.

Transportni trakovi so pri liniji M1 gnani s pomočjo frekvenčnih pretvornikov serije FR-E700 proizvajalca Mitsubishi Electric. Ostale premikajoče se komponente (vodila in metlice) so gnane s pomočjo 7 pnevmatskih cilindrov Festo in 12 servo motorjev Mitsubishi Electric. Ponekod servo motorji poganjajo krogelna vretena proizvajalca Unimotion.



Slika 3: linija M1 omogoča sortiranje 3 različnih dimenzij gobic za pakete s 5, 6 in 10 spužvami.

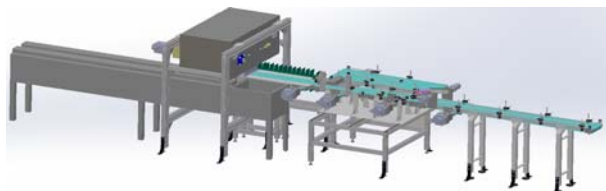
Na linijo M2 so gobice vrstno dovajane iz žage preko transportnega traku (kot je to prikazano na sliki 4). Ko žaga opravi razrez, trak porine vrsto gobic v sortirni proces na liniji M2. S pomočjo loput, valjčkov, transportnih trakov in usmerjevalnih vodil so gobice prvo razdružene in kasneje ponovno združene v ustrezno kombinacijo. Tudi v temu primeru so združene gobice preko transportnega traku dovajane v »glavo«, ki z metlicami vse skupaj potiska na linijo za pakiranje.



Slika 4: na vhodni strani linije M2 so gobice dovajane vrstno.

Transportni trakovi linije M2 so gnani s pomočjo sinhrono usklajenih servo pogonov proizvajalca Mitsubishi. Linija vključuje 12 servo pogonov, zaradi dveh načinov postavljanja gobic

jih sinhrono istočasno deluje 10. Linija omogoča tudi pokončno postavljanje gobic s pomočjo posebnega vrtečega se glavnika. V procesu razvrščanja gobic se uporabljata dve loputi, premikani s pomočjo pnevmatskih cilindrov.



Slika 5: linija M2 omogoča sortiranje 5 različnih dimenzij gobic za pakete od 1 do 5 spužv.

Doseganje kratkih in hitrih proizvodnih ciklov omogočajo servo pogoni Mitsubishi Electric serije MR-J4. Pogoni z 22-bitnim enkoderjem omogočajo 4.194.304 pulzov na obrat motorja, kar omogoča visoko preciznost pozicije pogonov ter ustrezne pospeške, pojemke in hitrost. Sama hitrost in visoka zmogljivost servo pogonov pa še nista pogoj za tekoče sortiranje spužv. Drugi pogoj je mehanska izpopolnjenost vseh komponent (usmerjevalna vodila, metlice, trakovi in podobno), ki se dotikajo spužve med sortiranjem. Zaradi zahtevnosti obdelovanca (sestava, teža in mehkoča) je nujno potrebna usklajenost delovanja servo pogonov in mehanska izpopolnjenost komponent. Spužva zaradi majhne teže nima ustreznega trenja, zaradi mehke sestave pa deluje kot vzmet. Ob previsokih hitrostih pogonov lahko pride do odbijanja gobic ter tudi visoke obremenitve komponent (npr. ležajev). Z ustrezno kombinacijo mehanske zasnove linij in hitrosti pogonov je pot spužve skozi linijo mogoče optimizirati tako, da omenjene lastnosti obdelovanca ne pridejo do izraza.

Pri obeh linijah sta za krmiljenje procesa uporabljena visoko zmogljiva modularna krmilnika serije iQ-R proizvajalca Mitsubishi Electric, preko katerih je sinhrono mogoče krmiliti do 192 osi. Na PLK krmilnik pri obeh linijah je vgrajen tudi eWON Flexy modem proizvajalca HMS Networks. Gre za IIoT gradnik, ki ob potrebi po oddaljenem pristopu

omogoča tudi daljinsko parametrisiranje stroja in SCADA rešitve.

5. ZAKLJUČEK

Projekt avtomatiziranega sortiranja spužv za potrebe pakiranja se je izkazal za zahtevnega zaradi nestabilnih obdelovancev. Abrazivnost, majhna teža, prožnost in mehkoča spužve so lastnosti, ki se pri vseh manipulativnih premikih izkažejo za velik izziv. Abrazivnost gobice deluje negativno iz vidika obrabljanja transportnih trakov. Karakteristike in kombinacija prožnosti, mehkoče in majhne teže spužve pride do izraza na mestih, kjer gobica spreminja smer – pri dotiku z metlicami in usmerjevalnimi vodili. Ob neustrezni sili delovanja na gobico in smeri premikanja gobice lahko pride do neželenih odbojev, zasukov ter tudi zatikanja, kar privede do motenj v procesu sortiranja gobic. Ključna je mehanska izpopolnjenost in ustrezna nastavitve praktično vseh elementov, ki se v procesu usmerjanja dotikajo gobic(e). Izjemnega pomena pri doseganju kratkih ciklov imajo servo pogoni, katerih hitrost, pospeški in pojemki morajo biti usklajeni z zmožnostmi mehanskih komponent.

Za uspešno delovanje stroja je potrebno veliko testiranja v fazi zagona stroja, kar na koncu pripelje do usklajenega delovanja vseh premikajočih se komponent. Verjetno so servo pogoni ena od redkih možnosti, ki omogočajo tako kratke čase cikla in visoko pretočnost linije. Pričakovanja o težavnosti samega projekta so vsekakor bila upravičena, za izdelavo končne rešitve pa je bilo potrebno uporabiti širok nabor inženirskih znanj.