

Robotsko brušenje aluminija

Hubert Kosler, univ. dipl. ing., Aljoša Zupanc, univ. dipl. ing. el.
Motoman robotec d.o.o.
Lepovče 23, 1310 Ribnica
hubert.kosler@motomanrobotec.si, aljosa.zupanc@motomanrobotec.si

Abstract

In recent years we have witnessed exceptional quick development in the field of industrial automation and robotization. Today robots as well as industrial controllers are distinguished for their reliability and for their exceptional efficiency. The market offers wide range of robots with different capacity and different field of activity. In this way optimal choice for each concrete application is made possible.

In Motoman Robotec d.o.o. we realize that the quality and integrity of the offer does not include only the sale of robots but also advise, development of whole application and reliable service activity. One of the numerous examples of whole robotic solution in the field of process automation, which were applied by Motoman Robotec d.o.o., is a cell for aluminium grinding in Gabrijel AS d.o.o from Grosuplje. This project is described below.

1. Uvod

V Sloveniji smo v zadnjih letih priča izjemnega porasta avtomatizacij procesov na vse mogočih industrijskih vejah. Prav roboti pa omogočajo relativno enostavno izvedbo avtomatizacijo procesa in jih lahko zaradi svoje fleksibilnosti uporabljamo za izvedbo tehnoloških procesov. Podjetje MOTOMAN ima na tržišču široko paleto robotov, ki z ustrežno nosilnostjo, dostopnostjo ter hitrostjo omogoča najbolj optimalen izbor za posamezno aplikacijo. Naj omenimo nekatere aplikacije, kjer so se roboti že izkazali kot idealna rešitev.

- obločno varjenje
- uporovno varjenje
- strega strojev
- brušenje
- poliranje
- paletiranje
- montaža
- lasersko in plazemsko rezanje
- kontrola kakovosti
- meritve

Vse več podjetij, predvsem v avtomobilski industriji pa uporabijo robote kot manipulatorje za logistiko med posameznimi stroji. Tako je potrebno skrbeti samo še za nemoteno dobavo vhodnega materiala in odvoz izdelka. Pri tem pa je celovit sistem relativno enostavno prilagoditi za različne tipe izdelkov.

V podjetju Motoman Robotec d.o.o. že dolgoletno sodelujemo pri razvoju avtomatizacije, prav zaradi tega smo lahko vedno korak pred željami kupcev. Prav tako tudi uspešno sodelujemo s podjetjem Motoman robotec GmbH s katerim uspešno izvažamo robotske celice po evropskem trgu.

V letu 2004 smo kot izziv sprejeli izvedbo robotskega brušenja aluminija v podjetju Gabrijel AS in projekt tudi uspešno zaključili.

2. Namen in izvedba robotske celice

Osnovni namen robotske celice je brušenje in rezkanje aluminijastih ohišij malih gospodinjkih aparatov BOSCH&SIEMENS, ki z novim dizajnom izdelkov iz eloksiranega aluminija posega v zgornji razred izdelkov na tem področju.



Slika 1: Končni izdelek

Prav zaradi poudarka na ponovljivem estetskem izgledu, je bila rešitev z robotskim brušenjem najbolj optimalna. Zasnova robotske celice je temeljila na dveh robotih, ki naj bi imela poleg brušenja tudi naslednje funkcije:

- paletiranje kosov v celici
- manipulacija kosov med robotom in zasučno mizo med obema deloma celice
- strega stroja za rezkanje
- raziglevanje pobrušenih ter rezkanih kosov

3. Zasnova rešitve in delovanje celice

Zaradi zahtevane kadence je bilo potrebno izdelati dve enaki robotski celici.

Posamezna robotska celica je razdeljena na dva dela:

- sklop, v katerem se opravlja brušenje

V tem sklopu robot MOTOMAN UP50 odvzema kose iz vhodnega predala s prijemali, ki smo jih razvili v našem pojetju, ter začne s procesom obdelave na brusilnem stroju Löser. Tu smo se spoprijeli s problemom zagotavljanja enake pritisne sile kontaktnega kolesa brusa na obdelovanec. S pravilno kombinacijo sile, hitrostjo brusa ter kota brušenja, smo empirično definirali vse parametre, ki zagotavljajo konstantno kvaliteto izdelka. Parametre nastavljamo preko kartice z analognimi izhodi, z katerimi definiramo hitrost brusnega traku ter nastavitve tlaka pritisnega cilindra. Ker je število ciklov zaradi obrabe na določenem traku omejeno, imamo možnost nastavitve opozorila po menjavi traku za določen izdelek posebej. To storimo na posluževalnem pultu operaterja.

Pri ciklu brušenja nam je bila v veliko pomoč funkcija »T-axis endless rotation«, s katero lahko robot 6-os (os prijemala) neskončno vrti v isti smeri pri tem pa se robot kljub temu premika v linearni smeri.

Po končanem brušenju nato robot odloži kos na vmesno odlagalno mesto dvopoložajne vrtljive mize, ki nato prenese kose v drugi del celice za nadaljnjo obdelavo.

- Sklop, v katerem se opravlja rezkanje ter raziglevanje.

V drugem delu celice, ki ravno tako omogoča avtonomno delovanje, robot MOTOMAN UP20 odvzema kose iz dvopoložajne mize, ter po predhodni komunikaciji odloži kos v odlagalno mesto CNC stroja za rezkanje. CNC stroj, ki je opremljen z dvopoložajno mizo, obrne mizo ter začne z ciklom rezkanja, na strani robota pa je pripravljen obdelan kos za raziglevanje. Postopek raziglevanja se vrši na kolutnem brusu ter vrtljivem čepu. Raziglevanje je potrebno zaradi nastajanja igle pri rezkanju na robovih rezkane površine, ki lahko pozročijo poškodbe delavca med nadaljnjo motažo. Tako robot s kosom razigluje površino po že v naprej sprogramirani trajektoriji. Tudi pri raziglevanju sta zelo pomembna parametra sila brusa, ki

mora biti konstantna, ter kot obdelovanca. Konstanten kot obdelovanca nam omogoča funkcija »External TCP« na krmilju XRC. Funkcija nam omogoča orientacijo robota glede na poljubno točko v prostoru. Na brusu zaradi dostopnosti ter prihranka na času uporabljamo obe brusni strani in tako moramo imeti za obe strani definiran svoj »External TCP«. Po končanem raziglevanju robot odloži kos na izhodni predal ali pa v kontrolni predal, če je bila podana zahteva po kontroli kosa s strani operaterja.

3.1 Definicija naloge – zahteve kupca

Glavna zahteva kupca je bila zagotavljanje konstantne kvalitete brušenih kosov. Oba sklopa robotske celice morata prav tako omogočati samostojno delovanje, kar pomeni, da lahko na stroju samo brusimo kose, pri čemer se uporabi en vhodni predal kot izhodni. Pri rezkanju/raziglevanju je postopek enak. Režim delovanja enostavno izberemo na posluževalnem pultu.

3.3 Robni pogoji robotske celice

- izgled brušene površine je moral ustrezati vizuelnim zahtevam, podan pa je bil tudi parameter $Rz \approx 10 \mu m$ ter dolžina rež cca 10mm. Prav tako pa je moral biti kos po končani obdelavi brez poškodb na materialu, ki bi lahko nastale pri prijemanju s prijemali.
- čas cikla naj bi zadostoval letni količini izdelkov, se pa pri različnih izdelkih giblje med 80 ter 140sek
- Samostojno delovanje obeh delov celice je bila zahtevana zaradi fleksibilnosti tehnološkega postopka. Tako je možno na celici izvrševati samo fazo brušenja ali pa fazo rezkanja ter raziglevanja

3.4 Opis posluževanja z robotsko celico



Slika 2: Vhodno/izhodni predali

Na strani brušenja operater izdelke nalaga na vhodni paleti, ki se na mesto odvzema zapeljejo s pnevmatskim pomikom. Ležišče vsakega izdelka je izdelano tako, da izdelek ponovljivo - enolično leži v ležišču.

Operater nato na posluževalnem pultu izbere tip izdelka, ki naj bi se brusil.

Paleta v robotski celici, v kateri se bo izvajala tudi obdelava polizdelkov za toaster so kodirane tako, da robotsko krmilje prek senzorjev prepozna kodo katera paleta je v uporabi. Koda palete mora biti skladna s kodo prijemala, ki ga robot preveri ob vsakem avtomatskem zagonu robotske celice.

Ker je paleta za valjaste izdelke (cevi in cevi s konusom) ista za vse tipe, se izdelke prepoznava s pomočjo senzorirnega sistema, ki je prigraden na vhodni predal.

Ko robot konča z brušenjem izdelkov na enem pladnju, se predal avtomatsko odpre in operater lahko vlaga surove izdelke. Zapiranje predala izvede z dvoročnim pultom, ki je v bližini.

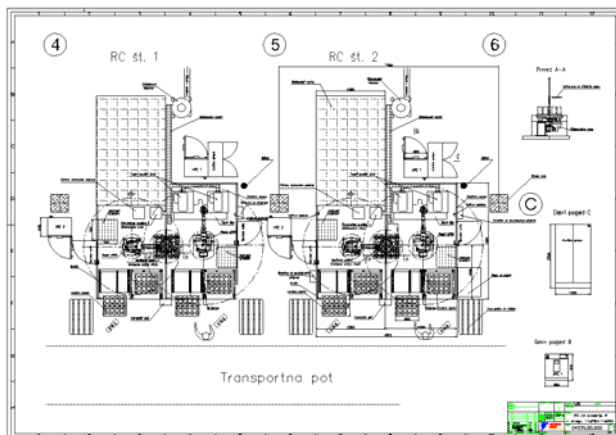
Predalnik na robotski celici za strego (izhodna stran) je identičen vhodnemu predalu.

V paletu na izhodni predal pa izdelke odlaga robot, ki opravlja strego CNC stroja.

Ko se paleta napolni, se predal avtomatsko odpre in operater lahko obdelane izdelke zloži iz predala.

Zapiranje predala izvede z dvoročnim pultom, ki je v bližini.

4. Opis posameznih komponent robotske celice



- postavitev; vse možne
- ponovljiva natančnost: ± 0.06 mm
- teža: 280 kg
- priklop zraka: 6 bar
- delovna temperatura: 0 do 45 °C
- vlažnost: 20 do 80 % (ne kondenzirana)
- dovoljene vibracije: do 0.5 G
- priključna moč: 2,8 kVA

4.1 Robot Motoman UP50

Industrijski robot Motoman UP50 z nosilnostjo 50Kg odlikuje lita aluminijasta konstrukcija, izmenični pogoni vseh robotskih osi, izredna hitrost ter dinamika podajalnih gibov. Zaradi svoje kinematike ima odlično fleksibilnost. Glede na konstrukcijo je robot 6-členkasti, kar mu omogoča velik delovni prostor in veliko statično in dinamično reprodukcijo.

Osnovni tehnični podatki:

- število osi: 6
- max. polmer dosega: 2046 mm
- nosilnost: 50 kg
- postavitev; stoječa
- ponovljiva natančnost: ± 0.07 mm
- teža: 550 kg
- priklop zraka: 6 bar
- delovna temperatura: 0 do 45 °C
- vlažnost: 20 do 80 %
- dovoljene vibracije: do 0.5 G
- priključna moč: 5.0 kVA

4.2 Robot UP20

Osnovni tehnični podatki robota UP20:

- število osi: 6
- max. polmer dosega: 1658 mm
- nosilnost: 20kg

4.2 Robotski krmilnik Yasnac XRC

Krmilnik podpira uporabo absolutnih dajalnikov pozicije. Tako ni potrebno iskanje referenčne lege pri vklopu robota ali pri izpadu električne energije. Krmilnik zagotavlja enostavno uporabo v celotnem spektru možnih industrijskih aplikacij. Vsebuje standardna pomagala kot so: linearna in krožna interpolacija in različni vzorci pendlanja. Pri pendlanju se predpiše amplitudo, čas, frekvenco. Programiramo lahko do 16 različnih vzorcev. Robota programiramo s pomočjo programskega jezika Imform II, ki je lahek za razumevanje. Obvestila na zaslonu pa nas vodijo pri uporabi robota. Krmilnik in robot zadovoljujeta v celoti vedno ostrejša varnostna pogoje kot so: varnostna nižja hitrost pri programiranju, pomiki osi s pomočjo tipk, zavore na robotskih oseh. Pomik izbrane osi se ustavi takoj, ko tipko spustimo. Krmilnik Yasnac XRC omogoča povezavo s celo vrsto standardnih komunikacij kot je na primer RS 232C, Ethernet, Profibus, Interbus, omogoča sensoriranje preko varilnega obloka, priklop tiskalnika, senzorja sile, robotskega vida ali povezavo z nadrejenim računalnikom.

4.3 Brusilni stroj Löser KS100

Tračni brusilni stroj Löser KS100 je prilagojen za brušenje z vodno meglo. Opremljen je s pnevmatsko podprto nihajno roko, amortizerjem za preprečevanje vibracij

med brušenjem ter proporcionalnim pnevmatskim ventilom za avtomatsko regulacijo pritiskne sile na brusni trak. Hitrost traku (vrtljaji motorja) se nastavlja s pomočjo frekvenčnega regulatorja.

4.4 Frezalni stroj

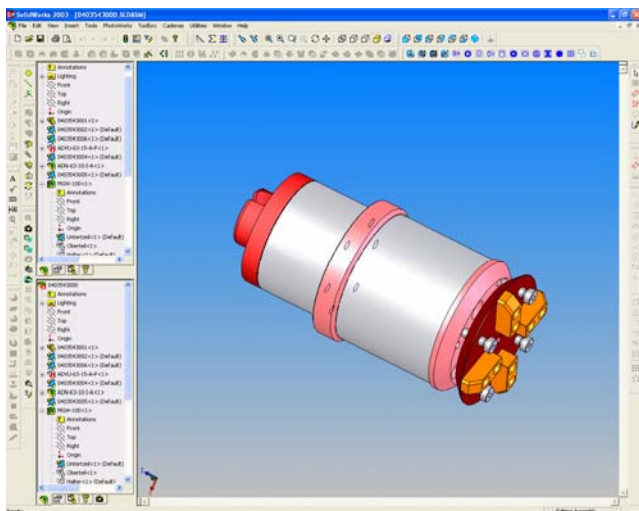
Uporabljen je paletni CNC rezkalni stroj proizvajalca MORI-SEIKI. Vpenjanje je izvedeno z hidravličnimi vpenjali. CNC krmilje omogoča komunikacijo z robotskim krmiljem preko vhodno/izhodnih signalov.

4.5 Postaja za raziglevanje

Za raziglevanje je uporabljen elektromotor s podaljšano gredjo, s tem je omogočen dostop do vseh robov, ki se razigljejejo. Elektromotor je zaradi prilagajanja brusca vpet med gumijaste blažilce.

4.6 Robotska prijemala

Za prijemanje vseh 8 različnih tipov polizdelkov v robotski celici za brušenje (robot UP20) in v robotski celici za strego (robot UP50) smo izdelali 9 različnih tipov prijemal.



Slika 3: D risba pnevmatskega prijemala

Vsa prijemala so opremljena z Gripp ročno sklopko, ki omogoča hitro, enostavno in ponovljivo menjavo prijemala in s tem hiter prehod iz obdelave enega na drugi tip izdelka. Robotska prijemala, ki se uporabljajo v RC za brušenje pa so opremljena tudi z obračalno enoto (vmesnikom), ki omogoča dovod zraka do prijemala pri neskončnem vrtenju T-osi robota. Vsa prijemala so tudi kodirana. (slika 3)

4.7 Zaščitna kabina robotske celice

Kabina robotske celice za brušenje se nahaja na samoosni nosilni platformi, ter je izdelana iz polne pločevine. Kabina je opremljena s streho. V kabino je vgrajen priključek za odsesovalni sistem. Prav tako pa je v čelno steno vgrajeno prozorno okno. Vstop v kabino omogočajo servisna vrata, ki so nadzorovana z varnostnim stikalom.

Kabina robotske celice za strego pa je mrežasta. Kabina se prav tako nahaja na samoosni nosilni platformi. Vstop v kabino omogočajo servisna vrata, ki so nadzorovana z varnostnim stikalom.

Pred kabinama se nahajajo dvoročni pulti z komandami za odpiranje in zapiranje predalov ter komandni pult z displejem.

4.8 Odsesovanje aluminijastega prahu

Robotska celica je opremljena z odsesovalnim sistemom, ki ustreza zahtevam za odsesovanje Al prahu. Za to skrbi odsesovalna naprava proizvajalca Kravanja d.o.o., ki deluje po principu vodne prhe.

5. Rezultati

Naš cilj je bil doseči popolnoma avtomatizirano serijsko produkcijo kosov s ponovljivo kakovostjo. Ker je bila tehnologija na tem področju še dokaj neosvojena, je bilo potrebno kar nekaj časa, da smo prišli do optimalnih rezultatov. Glede na produkcijo v proizvodnji pa lahko zaključimo, da smo z znanjem, ki smo ga

vložili, dosegli popolno obvladovanje brušenja aluminija z robotom.

7. Projektni team

Pri projektu so sodelovali:

- Hubert Kosler univ.dipl.ing.
- Aljoša Zupanc univ. dipl.ing.
- Iztok Češarek univ. dipl. ing.
- Robert Bolha ing.
- Peter Levstik ing.
- Erih Arko ing.

8. Zaključek

V članku je predstavljena robotska celica za brušenje aluminija, ki jo je podjetje Motoman Robotec d.o.o. izdelalo za podjetje GABRIJEL AS d.o.o. v Grosuplju, ki je dobavitelj

polizdelkov končnemu kupcu BSH d.o.o. Nazarje. Celica je le eden od številnih primerov izdelave celovite rešitve na področju robotizacije proizvodnih procesov. O tem pričajo številne reference, ki jih ima podjetje doma in v tujini.

Kakovost svojih storitev podjetje Motoman Robotec d.o.o. zagotavlja s stalnim izobraževanjem ter zaposlovanjem ustrezno usposobljenih kadrov kakor tudi z ustrezno opremljenostjo svojih proizvodnih in razvojnih enot. Osnovna filozofija podjetja pa je usmerjenost h kupcu.

Odraž stalnih prizadevanj za zagotavljanje celovite kakovosti pa je poslovanje po sistemu ISO 9001. Certifikat ISO 9001 ima podjetje že od leta 1999, v letu 2003 pa je bilo podjetje certificirano po standardih ISO 9001: 2000.