

Avtomatizacija proizvodnje v livarni titan

**Oliver Topić, Darko Podržaj
PS, d.o.o., Logatec
Kalce 30b, 1370 Logatec
ps-log@ps-log.si**

Automation of foundry plant Livarna Titan

At the foundry plant Livarna Titan, which specialises in the production and treatment of castings, the manner of work prior to automation of the production was mostly manual grinding of the castings on disk grindstones and manual handling of CNC milling and turning machines. Due to the very hard work involved in the grinding of castings, the management of the foundry plant decided to implement robotic cells for grinding castings.

This contribution presents the development of robotic cells for grinding and the development of robotic cells for handling CNC machines, since in many industrial processes this type of development has become an indispensable part of the modern, economical and, most of all, user-friendly technology. The demand for the implementation of such robotic cells came from the contracting authority, since manual work is slow, hard and taxing on the workers, therefore we have developed robotic cells where the hard and monotonous work is performed by a robot, simultaneously ensuring the production of large product series with smooth work and without interruptions. Large product series are now produced in a much shorter time frame. This paper describes the process of planning such robotic cells.

Kratek pregled prispevka

V Livarni Titan, kjer so specializirani za proizvodnjo in obdelavo ulitkov, je bil način dela pred avtomatizacijo proizvodnje predvsem ročno brušenje ulitkov na kolutnih brusih in ročna strega CNC stružnic. Zaradi zelo težkega dela pri brušenju ulitkov so se v livarni odločili za uvedbo robotskih celic za brušenje ulitkov.

V prispevku je predstavljen razvoj robotskih celic za brušenje in razvoj robotskih celic za strego CNC strojev, ker je to v zadnjem času v številnih industrijskih procesih nepogrešljiv del moderne, ekonomične in predvsem človeku prijazne tehnologije. Zahteva za izdelavo takih robotskih celic je prišla od naročnika, ker je ročno delo zamudno, težko in človeku neprijazno, zato smo razvili robotske celice, kjer težko in monotono delo opravlja robot, hkrati pa zagotovimo velike serije izdelkov z nemotenim delom in brez prekinitev. Velike serije izdelkov sedaj naredijo v precej krajšem času. Skozi prispevek je opisan postopek načrtovanja takšnih robotskih celic.

1 Uvod

V današnjem času je avtomatizacija procesov nepogrešljiv del vsake serijske proizvodnje. Glavni vzrok zakaj se podjetja odločajo za avtomatizacijo, je razbremenitev delavca, povečanje dobička, zagotavljanje kakovosti proizvodnje in predvsem skrajšati dobavne roke. Z optimizacijo proizvodnih procesov želimo povečati produktivnost, natančnost, ponovljivost in dvigniti nivo kvalitete izdelkom. Poleg tega želimo zaščititi delavca pred nevarnimi in težkimi pogoji dela. Veliko robotov opravlja težka dela, ki so za ljudi zelo neprijazna in nevarna. V proizvodnji se ljudje nahajajo v okoljih, kjer so prisotni strupi, vročina in umazanija. V livarni smo zato uporabili robote za brušenje in strego CNC strojev.

2 Način dela v livarni pred avtomatizacijo

Pred avtomatizacijo so v brusilnici vse izdelke brusili ročno na kolutnih brusih. Na mehanski obdelavi pa so ročno vstavljali izdelke/ulitke na obdelavo v CNC stružnice.

Zaradi zelo težkega ročnega dela pri brušenju ulitkov so se v livarni odločili za uvedbo robotskih celic za brušenje. Z avtomatizacijo in robotizacijo v livarni lahko delavci, ki so prej ročno brusili ulitke, sedaj opravljajo mnogo enostavnejše in manj zahtevno delo.



Slika 1: Ročno delovno mesto za brušenje.

3 Zahteve, ki smo jih dobili s strani Titana

Naročnik nam je predstavil in pokazal svojo proizvodnjo, kjer smo umestili robotske celice. Zahteve, ki smo jih dobili s strani naročnika so bile sledeče:

- postavitev robotske celice v brusilnico
- postavitev robotske celice v proizvodnjo mehanske obdelave
- v layout-u predvideti nadgradnjo in povečanje števila robotskih celic
- brusiti veliko različnih tipov izdelkov
- narediti robotsko strego CNC strojev za različne tipe izdelkov
- katere obstoječe brusilne stroje uporabiti
- predvideti uporabo obstoječega sistema za odsesavanje prahu
- minimalno število operaterjev za vse brusilne celice
- precej povečati število izdelanih izdelkov na izmeno zaradi vse krajših dobavnih rokov



Slika 2: Primer izdelkov za brušenje in obdelavo.

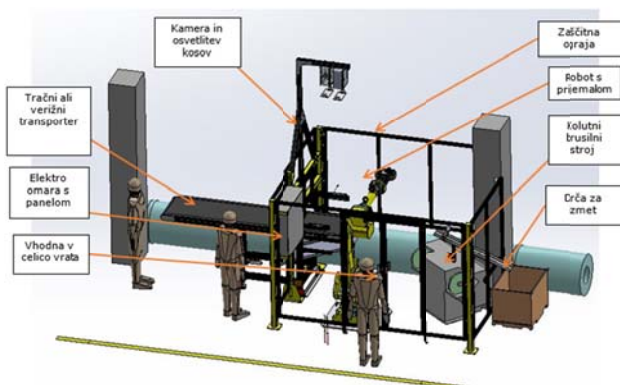
4. Izvedba robotskih celic

4.1 Robotska celica za brušenje ulitkov

Robotska celica je namenjena brušenju različnih ulitkov z robotom. S pomočjo kamere najdemo orientiranost izdelka na transportnem traku ali verižnem transporterju in ga z robotskim prijemalom primemo in odnesemo na pozicijo brušenja.

Robotska celica za brušenje je sestavljena iz naslednjih sklopov:

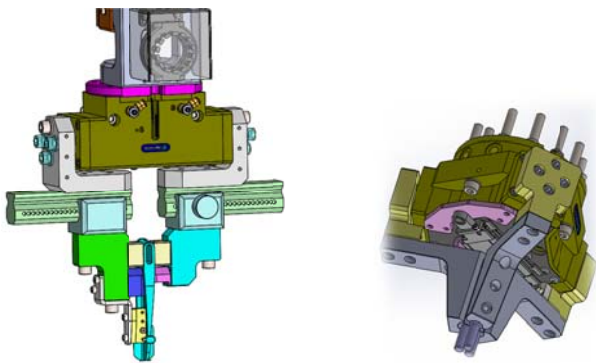
- robot z robotskim krmilnikom
- izmenljivo prijemalo za kose
- vhodni transportni trak ali verižni transporter z gnezdi
- zaščitna ograja z varnostnimi vrati
- elektro omara s panelom
- osvetlitev kosov z nastavljivimi lučmi
- drča za pobrušene kose



Slika 3: Robotska celica za brušenje.

4.1.1 Prijemalo za brušenje

Na robotu je možno uporabljati paralelno ali triprstno prijemalo Schunk, odvisno od tipa izdelka, ki ga brusimo. Prijemala so nastavljiva. Z zamenjavo prstov lahko pobiramo večino tipov izdelkov. Tip prijemala izbiramo tudi na panelu, ki služi kot opomnik operaterju ali tehnologu, katero prijemalo je v uporabi.



Slika 4: Paralelno in triprstno prijemalo za brušenje

4.1.2 Merilni sistem na prijemalu za brušenje

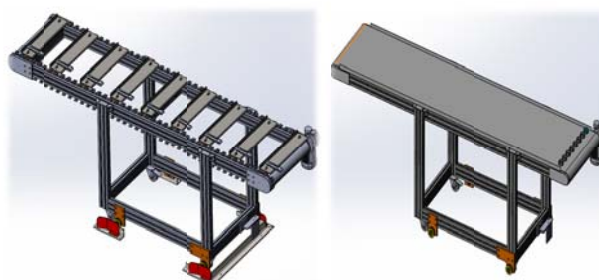
Za kontrolo pravilnega vpetja kosa so na prijemalu uporabljena mejna stikala. Stikala so nastavljena tako, da so aktivna v skrajnih legah prijemala. Za kontrolo pravilnega vpetja kosa je uporabljen zvezni merilec pomika Festo. Merilec pomika meri celotni hod prijemala z resolucijo desetinke milimetra. Pozicija se povečuje, ko gredo prsti narazen. Ker so ulitki med seboj različni, lahko s tolerančnim poljem vplivamo znotraj katerih mej je vpetje še dopustno.



Slika 5: Zvezni merilnik pomika prstov.

4.1.3 Dodajalni sistem za brušenje izdelkov

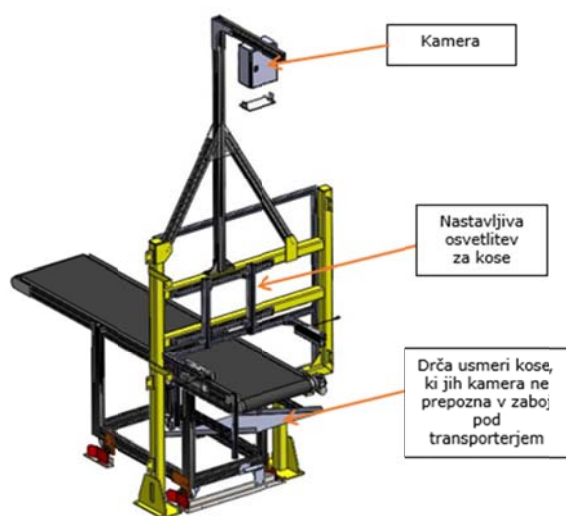
Za dodajalni sistem smo uporabili transportni trak ali verižni transporter, ki omogoča veliko avtonomijo robotske celice. Na transporterju se nahajata dve fotocelici. Prva skrbi za opozarjanje operaterja na majhno količino kosov, ki so še na transporterju. Druga je namenjena ustavljanju transporterja, ko kosi prispejo do pozicije pobiranja kosov.



Slika 6: Verižni in tračni transporter.

4.1.4 Prepoznavanje izdelkov za brušenje

Ko kos prispe do končne fotocelice, se transporter ustavi in glavni krmilnik robotskemu krmilniku sporoči, naj sproži proces detekcije s kamero. V kolikor kamera kos pravilno prepozna, sporoči robotu njegovo pozicijo in orientacijo, nato ga robot pobere. Ko robot pobere kos, to sporoči krmilniku, ki ponovno sproži detekcijo s kamero. Ko kamera več ne zazna prisotnosti kosov, sproži pomik transporterja in cikel se ponovi.



Slika 7: Kamera in osvetlitev traku.

Za prepoznavanje položaja in orientacije smo vgradili Fanuc iRVision sistem. Na koncu transportnega traku imamo posebno osvetlitev za kose, da kamera lažje prepozna obliko in orientacijo kosa.



Slika 8: Prepoznavanje kosov s kamero.

4.1.5 Delovanje robotske celice za brušenje

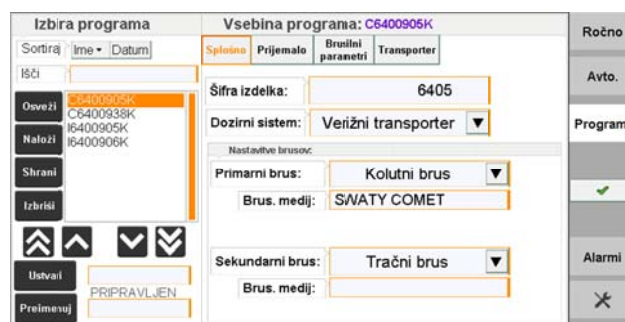
OPIS DELOVANJA:

- operater naloži oziroma sproti nalaga kose na tračni ali verižni transporter

- na koncu transporterja osvetlimo kose in preverimo pozicijo s kamero
- primemo kos z robotskim prijematlom
- odnesemo na pozicijo brušenja
- pobrusimo kos
- odložimo pobrušen kos na izhodno drčo

Robotska celica lahko deluje v ročnem ali avtomatskem režimu. Ročni režim je namenjen testiranju posameznih komponent celice in upravljanju robota s teach pendantom. Ročni režim npr. uporabljamo pri programiranju robota za brušenje novih kosov. Pri avtomatskem režimu operater naloži kose na transportni trak, nato se cikel avtomatsko izvede dokler obdelan izdelek ne pade v zaboj.

Tehnolog ima na voljo veliko število parametrov povezanih s prijematlom, transporterjem ter brušenjem kosa. Da bi tehnologu čim bolj olajšali delo z robotom, smo mu pripravili enostaven vmesnik preko zaslona občutljivega na dotik. Tehnologu ni potrebno pri korekciji programov za brušenje posegati v program in parametre robota, ampak enostavno spremeni ustrezne parametre na zaslonu krmilnika robotske celice. Vsi ti parametri so potem shranjeni pod kodo izdelka, za kasnejšo ponovno uporabo.



Slika 9: Stran za izbiro in nastavitve programa.

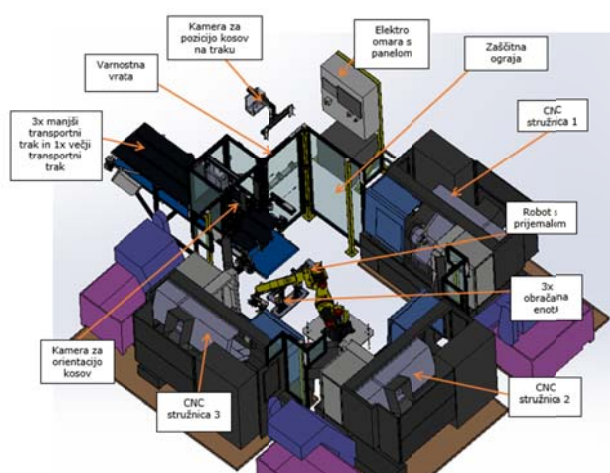
4.2 Robotska celica za strego CNC stružnic

Robotska celica je namenjena stregi treh enakih CNC stružnic. Za strego skrbi robot. Surovci v celico prihajajo po treh podajalnih transporterjih. Na vsakem transporterju so lahko različni tipi izdelka. Vsaki CNC stružnici je določen svoj transporter. Za izhod obdelovancev služi skupen izhodni transporter.

Surovce na trakove polaga operater, s traku pa jih s pomočjo kamere robot jemlje sam. S pomočjo kamere robot tudi poskrbi za pravilen zasuk kosa, kar je pomembno pri vstavljanju kosa v vpenjalno glavo CNC stružnic. Za določen tip izdelka so dodane obračalne naprave, ki pravilno obrnejo kos za strego v stružnice.

Robotska celica za strego CNC stružnic je sestavljena iz naslednjih sklopov:

- robot z robotskim krmilnikom
- prijemalo s trojno glavo za manipulacijo izdelkov med tremi stružnicami
- 3x manjši vhodni transportni trak in en večji izhodni trak
- zaščitna ograja z varnostnimi vrati
- elektro omara z glavnim panelom
- osvetlitev kosov z nastavljivimi lučmi
- 2x kamera za pobiranje in orientiranje kosov
- 3x obračalna postaja
-

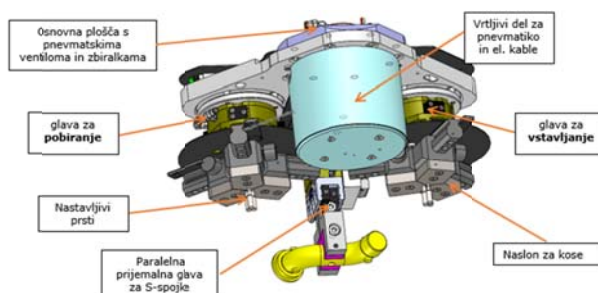


Slika 10: Robotska celica za strego CNC strojev.

4.2.1 Prijemalo za manipulacijo kosov

Robot je opremljen s prijemalom s trojno glavo. Glava, poimenovana »pobiranje«, služi za pobiranje obdelanih kosov iz CNC strojev. Glava, poimenovana »vstavljanje«, služi za vstavljanje surovcev v CNC stroj. Obe glavi imata mehansko nastavljiv odmik prstov, kar

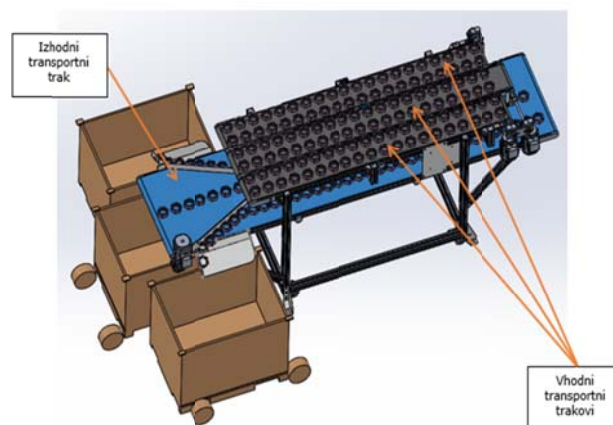
omogoča obdelavo večjega nabora surovcev z različnimi premeri. Tretja vpenjalna glava pa služi za pobiranje izdelkov, ki jih moramo pripravljati s transportnega traka in vstavljanje v obračalne postaje.



Slika 11: Trojno prijemalo na robotu.

4.2.2 Vhodni in izhodni transportni trakovi za strego stružnic

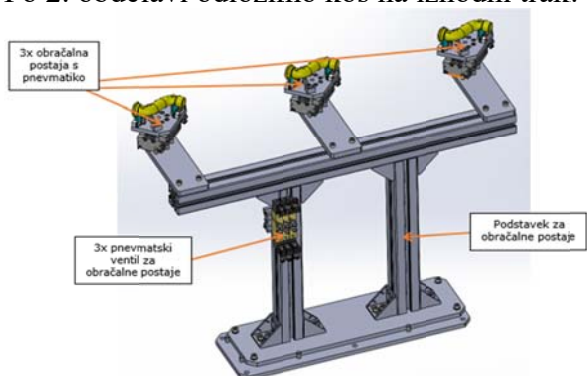
Vse tipe kosov, ki se obdelujejo na stružnicah operater zloži na 3 trakove. Vsak vhodni trak je namenjen svoji stružnici in na vsakem traku je lahko različen tip izdelka.



Slika 12: Vhodni transportni trakovi in izhodni transportni trak.

Kadar obdelujemo kose, ki jih moramo med prvo in drugo obdelavo obračati, s paralelno prijemalno glavo primemo kos s transportnega traku in nesemo na obračalno postajo. Na obračalni postaji preprimemo kos in ga nesemo na prvo obdelavo v stružnico. Po 1. obdelavi nesemo kos nazaj na obračalno postajo in ga obrnemo ter primemo z drugo prijemalno glavo ter nesemo na 2. obdelavo.

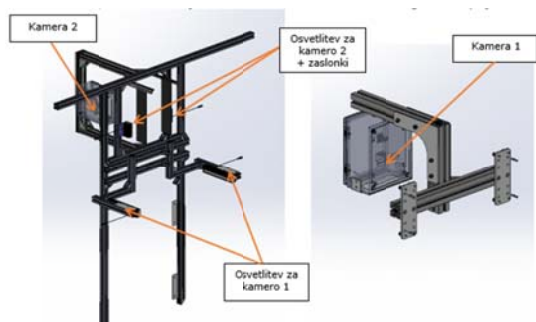
Po 2. obdelavi odložimo kos na izhodni trak.



Slika 13: Obrabalne naprave.

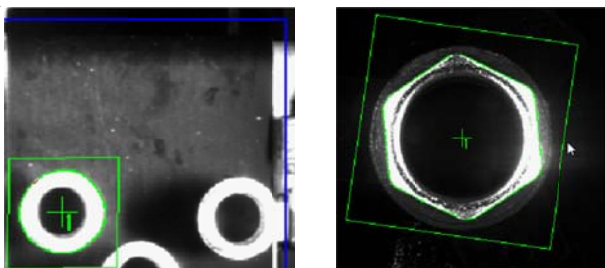
4.2.3 Prepoznavanje izdelkov za strego stružnic

S kamero 1 prepoznamo pozicijo kosa na vhodnih trakovih. Kamero 2 rabimo za določene tipe izdelkov, da jim lahko določimo še orientiranost glede na prijemalo.



Slika 14: Kameri in osvetlitev

Nastavljen tip izdelka robotskemu krmilniku poda informacijo, naj po končanem pobiranju surovca s transporterja tega pokaže stranski kameri. To je potrebno storiti za kose, ki so na transporterju obrnjeni tako, da stropna kamera ne more prepoznati rotacije šest kotnika. Za kose, kjer je rotacijo šest kotnika mogoče prepoznati že s stropno kamero, ta opcija ni potrebna.



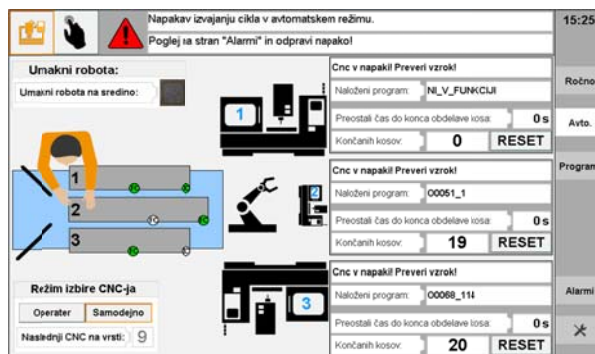
Slika 15: Prepoznavanje kosa.

4.2.4 Delovanje robotske celice za strego stružnic

OPIS DELOVANJA:

- operater naloži kose na transporterje
- na koncu transportnega traku osvetlimo kose in preverimo pozicijo s kamero
- kos primemo z robotskim prijemalom 1
- če s prvo kamero nismo mogli določiti orientiranosti kosa, ga nesemo na pozicijo druge kamere, ki potem določi orientiranost kosa v prijemalu
- s kosom gremo na pozicijo vpenjalne glave v stružnici
- s prijemalom 2 prvo vzamemo že obdelan kos v stružnici
- s prijemalom 1 vstavimo nov kos v vpenjalno glavo
- s prijemalom 2 odnesemo končni izdelek na transportni trak
- kadar obdelujemo kose z dvema različnima obdelavama, si pomagamo s tretjim prijemalom in obrabalno napravo
- po drugi obdelavi odložimo kos na izhodni transportni trak

Robotska celica za strego CNC stružnic omogoča delo z robotom ali ročno posluževanje. Ročno posluževanje pride v poštev v primeru, da za določen tip izdelka robot nima pravega prijemala ali v primeru, da bi prišlo do okvare robota. Operater lahko še vedno uporablja transportne trakove, na katere zloži surovce. Transporterji pomaknejo surovce do končnih fotocelic, nato se zaustavijo. Operater lahko tako ročno vzame kose s traku in jih ročno vloži v CNC stružnico.



Slika 16: Izbira komand na panelu

5 Sklep

Z uvedbo robotskega brušenja so v livarni pridobili lažje delo za zaposlene delavce in delo brez prekinitev, saj robot lahko dela 24 ur na dan, vse dni v tednu, brez prekinitev.

V proizvodnji imajo trenutno 4 robotske celice za brušenje in 2 robotski celici za strego CNC stružnic.

Vse štiri robotske celice za brušenje lahko poslužuje en operater.



Slika 17: Robotska celice za brušenje.

Dve robotski celici za strego CNC, kjer je skupaj 6 stružnic lahko poslužuje en operater.



Slika 18: Robotska celica za strego CNC stružnic.

6 Načrti v prihodnje

Cilj v Livarni Titan je do leta 2020 postaviti vsaj 20 robotov oziroma robotskih celic v mehansko proizvodnjo za brušenje in obdelavo ulitkov. S to avtomatizacijo so, in bodo pridobili na mnogo področjih, predvsem na področju kvalitete, ker je kvaliteta različnih brušenih izdelkov konstantna in neodvisna od časa oziroma v kateri izmeni so izdelki narejeni.

Pridobili so tudi na produktivnosti. S produktivnostjo so znižali stroške in kar je danes najbolj pomembno skrajšali čas od naročila do dobave. S krajšimi dobavnimi roki pa pridobivajo tudi več naročil.



Slika 19: Robotske celice za brušenje.

7 Literatura

- [1] Robotska celica za strego obdelovalnega centra, Boštjan Perovšek, Fakulteta za elektrotehniko v Ljubljani, Ljubljana 2014