

AVTOMATIZACIJA PROIZVODNJE V LIVARNI TITAN

Oliver Topić, Darko Podržaj

Izvilleček:

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 monotonno delo opravlja robot, hkrati pa zagotovimo velike serije izdelkov z nemotenim delom in brez prekinitev. Velike serije izdelkov sedaj naredijo v precej krajšem času. V prispevku je opisan postopek načrtovanja takšnih robotskih celic.

Ključne besede:

razvoj, avtomatizacija, robotska celica, brušenje, mehanska obdelava, merilni sistem

1 Uvod

V današnjem času je avtomatizacija procesov nepogrešljiv del vsake serijske proizvodnje [1]. Glavni vzrok, zakaj se podjetja odločajo za avtomatizacijo, je razbremenitev delavca, povečanje dobička, zagotavljanje kakovosti proizvodnje in predvsem skrajšanje dobavnih rokov. Z optimizacijo proizvodnih procesov želimo povečati produktivnost, natančnost, ponovljivost in dvigniti nivo kakovosti izdelkov. Poleg tega želimo zaščititi delavca pred nevarnimi in težkimi pogoji dela. Roboti lahko opravljajo težka dela, ki so za ljudi zelo neprijazna in nevarna. V proizvodnji so ljudje v vročini in umazani. 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 lahko sedaj delavci, ki so prej ročno brusili ulitke, opravljajo mnogo enostavnejše in manj zahtevno delo.

Oliver Topić, univ. dipl. inž., Darko Podržaj, mag. inž.; oba PS, d. o. o., Logatec

3 Zahteve, ki smo jih dobili od Titana

Naročnik nam je predstavil in pokazal svojo proizvodnjo, kjer smo umestili robotske celice. Zahteve naročnika so bile naslednje:

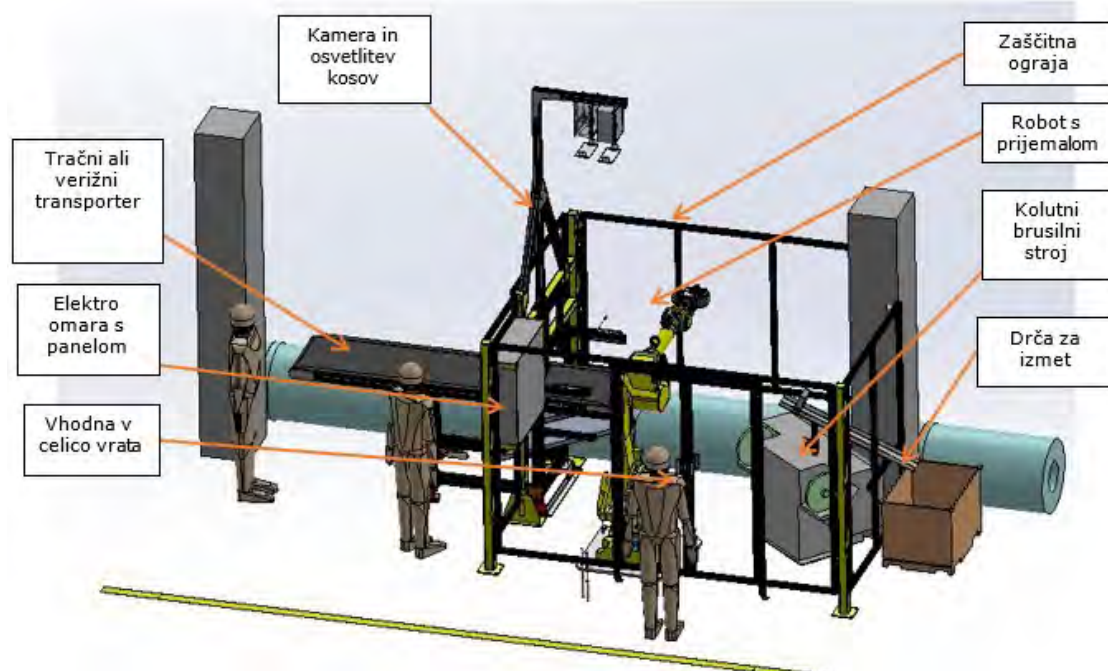
- ▶ postavitve robotske celice v brusilnico,
- ▶ postavitve robotske celice v proizvodnjo mehanske obdelave,
- ▶ v postavitvi predvideti nadgradnjo in povečanje števila robotskih celic,
- ▶ brusiti različne tipe izdelkov,
- ▶ narediti robotsko strego CNC-strojev za različne tipe izdelkov,
- ▶ katere 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 krajših dobavnih rokov.

4 Izvedba robotskih celic

4.1 Robotska celica za brušenje ulitkov

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

Robotska celica (*slika 1*) za brušenje je sestavljena iz naslednjih sklopov:

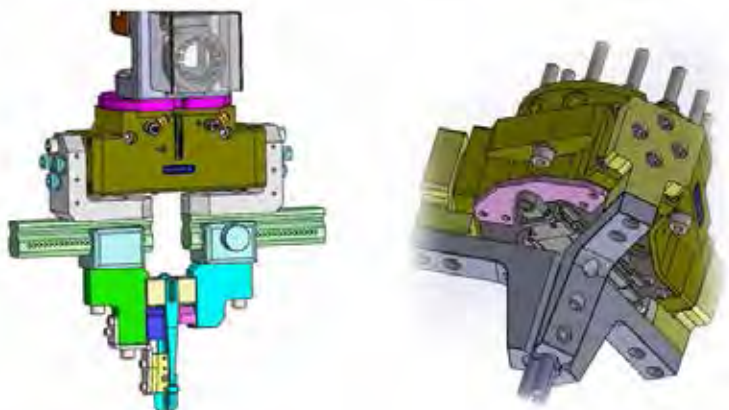


Slika 1 : Robotska celica za brušenje

- ▶ 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.

4.1.1 Prijemalo za brušenje

Na robotu je možno uporabljati paralelno ali triprstno prijemalo Schunk (*slika 2*), 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 2 : 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 merilnik pomika Festo. Merilnik 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.

4.1.3 Dodajalni sistem za brušenje izdelkov

Za dodajalni sistem smo uporabili transportni trak ali verižni transporter, ki omogoča veliko avtonomijo robotske celice (*slika 3*). Na transporterju se nahajata dve fotocelici. Fotocelica za detekcijo praznega transporterja skrbi za detekcijo praznega transportnega traku. Ta nam sporoča, da zmanjkuje kosov za

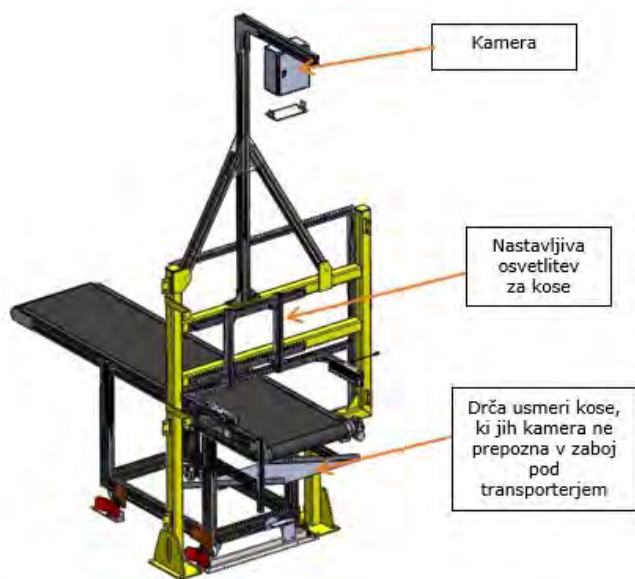


Slika 3 : Verižni in tračni transporter

obdelavo. Fotocelica na koncu transporterja služi za detekcijo kosov na koncu transporterja.

4.1.4 Prepoznavanje izdelkov za brušenje

Ko prispe kos do končne fotocelice, se transporter ustavi in glavni krmilnik sporoči robotskemu krmilniku, naj sproži proces detekcije s kamero (slika 4). Če kamera kos pravilno prepozna, sporoči robotu njegovo pozicijo, nato ga robot pobere. Ko robot pobere kos, to sporoči krmilniku, ki ponovno sproži detekcijo s kamero. Ko kamera ne zazna več kosov, sproži pomik transporterja in cikel se ponovi.



Slika 4 : Kamera in osvetlitev traku

Za prepoznavanje položaja in orientacije smo vgradili sistem Fanuc iRVision (slika 5). Na koncu transportnega traku imamo posebno osvetlitev za kose, da kamera lažje prepozna obliko in orientacijo kosa.



Slika 5 : 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 prijemalom,
- ▶ odnesemo na pozicijo brušenja,
- ▶ pobrusimo kos,
- ▶ odložimo pobrušeni 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 komandno konzolo. 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 obdelani izdelek ne pade v zaboj.

Pri parametrih programa vsebuje zavihek (slika 6) splošne parametre in parametre, povezane s prijemalom, transporterjem ter brušenjem kosa. Zavihek vsebuje 30 parametrov, ki se ciklično prenašajo na robotski krmilnik in so lahko uporabljeni v robotskem programu za brušenje. Vrednosti in vrste parametrov so lahko različne in se lahko poljubno določijo med pisanjem programa na robotskem krmilniku. Vrednosti se kopirajo v robotske podatkovne registre tipa R.

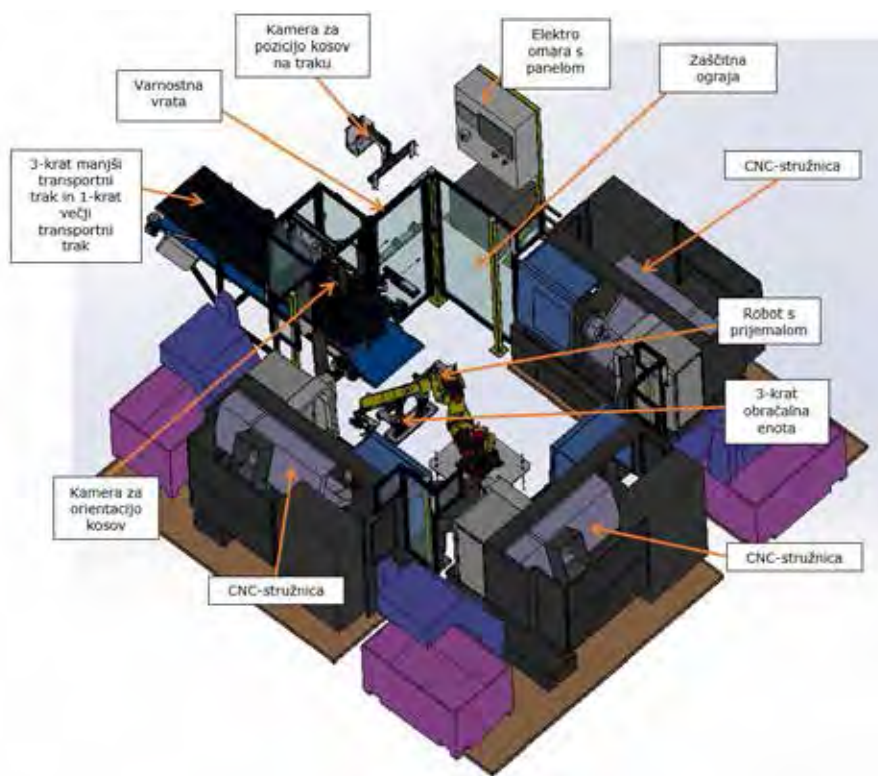


Slika 6 : Stran za izbiro in nastavev programa

4.2 Robotska celica za strego CNC-stružnic

Robotska celica je namenjena stregi treh enakih CNC-stružnic. Za strego skrbi robot. Surovci prihajajo v celico po treh podajalnih transporterjih. Na vsakem transporterju so lahko različni tipi izdelka. Vsaki CNC-stružnici je določen poseben transporter. Za izhod obdelovancev služi skupen izhodni transporter. Surovce polaga na trak 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 kosov v vpenjalne glave CNC-stružnic. Za določen tip izdelka so dodane obračalne naprave, ki kos pravilno obrnejo za strego v stružnice.



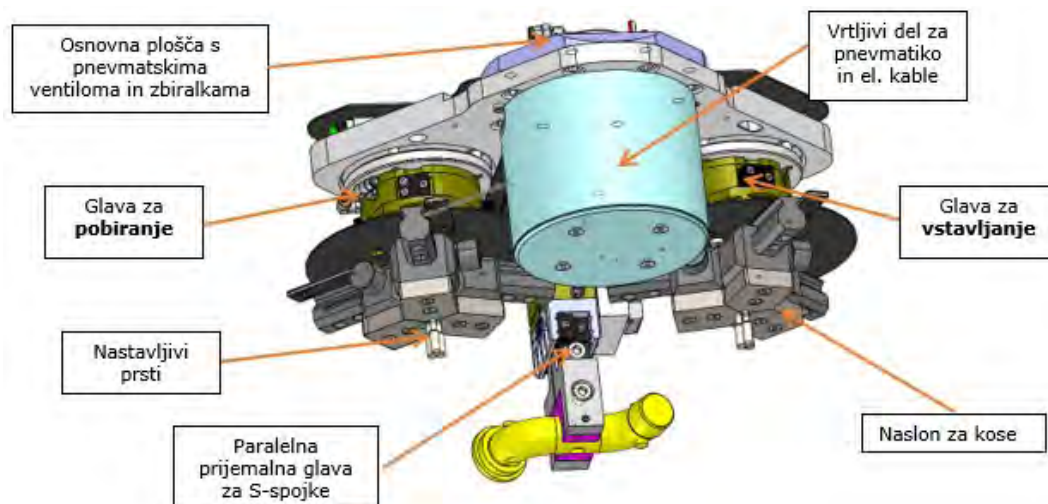
Slika 7 : Robotska celica za strego CNC-strojev

Robotska celica za strego CNC-stružnic (slika 7) je sestavljena iz naslednjih sklopov:

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

4.2.1 Prijemalo za manipulacijo kosov

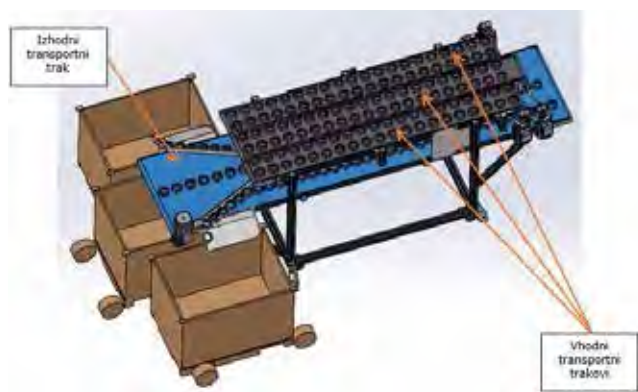
Robot je opremljen s prijemalom s trojno glavo (slika 8). Glava, poimenovana »POBIRANJE«, služi za pobiranje obdelanih kosov iz CNC-strojev. Glava, poimenovana »VSTAVLJANJE«, služi za vstavljanje surovcev v CNC-stroj. Obe glavi imata mehansko nastavljiv odmik prstov, kar omogoča obdelavo večjega nabora surovcev z različnimi premeri. Tretja vpenjalna glava pa služi za pobiranje izdelkov, ki jih moramo preprijeti s transportnega traka, in vstavljanje v obračalne postaje.



Slika 8 : 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 (slika 9). Vsak vhodni trak je namenjen svoji stružnici in na vsakem traku je lahko različen tip izdelka.



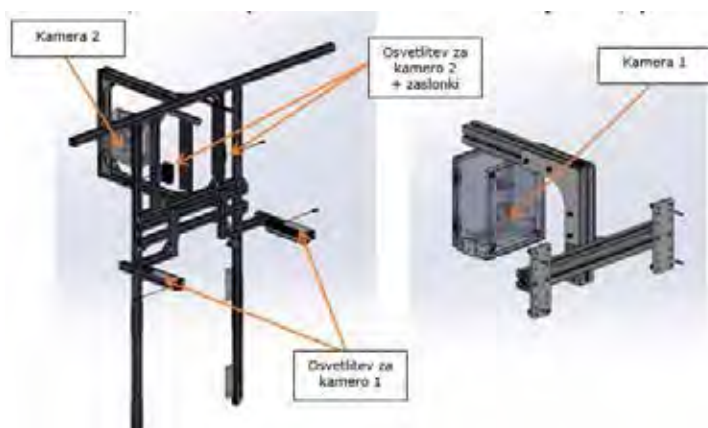
Slika 9 : Vhodni transportni trakovi in izhodni transportni trak

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

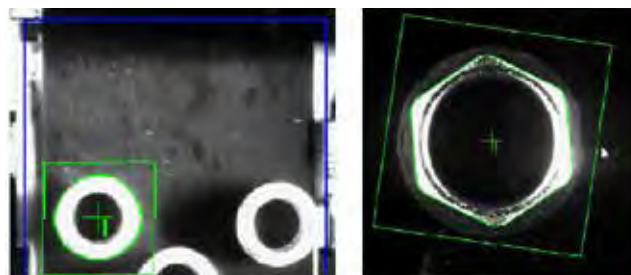
Po 2. obdelavi odložimo kos na izhodni transportni trak.

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 10).



Slika 10 : Kamere in osvetlitev



Slika 11 : Prepoznavanje kosa

Parameter poda robotskemu krmilniku 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 šestkotnika (slika 11). Za kose, kjer je rotacijo šestkotnika mogoča že s stropno kamero, ta opcija ni potrebna.

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 nimamo določene orientiranosti kosa, ga nesemo na pozicijo druge kamere in ga s pomočjo te kamere in osvetlitve orientiramo z robotom na prijemalu 1,
- ▶ gremo na pozicijo vpenjalne glave v stružnici,
- ▶ s prijemalom 2 najprej 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, s tretjo prijemalno glavo primemo kos s transportnega traka in ga nesemo med 1. in 2. fazo obdelave na obračalno postajo,
- ▶ po drugi obdelavi odložimo kos na izhodni transportni trak.



Slika 12 : Izbira komand na panelu

Robotska celica za strego CNC-stružnic lahko ravno tako deluje v ročnem ali avtomatskem režimu (slika 12). Na strani ročnega režima naložimo surovce na transportni trak in ga poženemo. Transporterji pomaknejo surovce do končnih fotocelic, nato se zaustavijo. Operater lahko tako ročno vzame kose s traku in jih ročno vloži v CNC-stružnico.

5 Sklep

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

V proizvodnji imajo trenutno 4 robotske celice za brušenje (slika 13) in 2 robotski celici za strego CNC-stružnic (slika 14).

Vse štiri robotske celice za brušenje lahko oskrbuje en operater.

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

6 Načrti v prihodnje

Cilj Livarne 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 mnogih področjih, predvsem na področju kakovosti, ker je kakovost različnih brušenih izdelkov konstantna in neodvisna od časa oziroma od tega, 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. To pomeni, da so se dobavni roki bistveno skrajšali. S krajšimi dobavnimi roki pa pridobivajo tudi več naročil.



Slika 13 : Robotske celice za brušenje



Slika 14 : Robotska celica za strego CNC-stružnic

Literatura

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

Automation of Foundry Plant Livarna Titan

Abstract:

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.

Keywords:

development, automation, robot cell, grinding, mechanical treatment, measuring system