

Robotska celica za strego stiskalnice za izdelavo plošč in sestavljanje toplotnih izmenjevalnikov

Dr. Hubert Kosler^{a)}, Aljoša Zupanc^{a)}, Damian Širaj^{b)}, Erih Arko^{b)}, Matej Merkač^{a)}

^{a)}Yaskawa Slovenija d.o.o.

^{b)}Yaskawa Ristro d.o.o.

hubert.kosler@yaskawa.eu.com; aljosa.zupanc@yaskawa.eu.com,

damjan.siraj@yaskawa.eu.com, erih.arko@yaskawa.eu.com, matej.merkac@yaskawa.eu.com

Robot Cell for Tending of Hydraulic Press for Manufacturing Plates for Heat Exchangers

The use of industrial robots in machine tending applications show its full potential when robots are also engaged in performing assembly operations and preparation of products for the following manufacturing operations and transportation. Complete robotisation significantly relieves the operator and prevents the influence of the human factor on the quality of products. Advantages of automation with robots for large production and big daily quantities are known both to users of robotic cells, as well as to customers of products.

Kratek pregled prispevka

Uporaba industrijskih robotov v namen strege stroja pokaže svoj polni potencial, kadar roboti opravljajo operacije montaže in priprave izdelkov za naslednje operacije in za transport. Robotizacija bistveno razbremeni operaterja in onemogoči vpliv človeškega faktorja na kakovost izdelkov. Prednosti popolne avtomatizacije za izdelavo velike dnevne količine so poznane tako uporabnikom robotskih celic, kot tudi kupcem izdelkov.

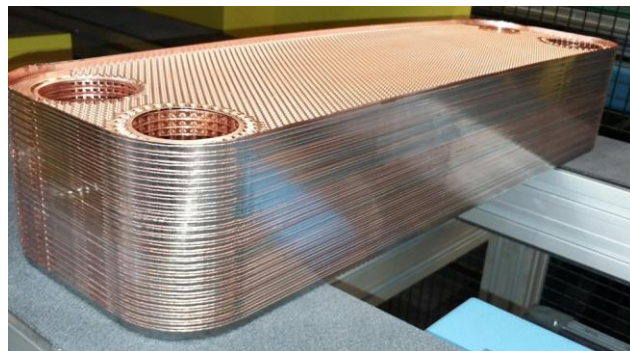
1 Uvod

Uporaba industrijskih robotov v namen streg stroja pokaže svoj polni potencial, kadar roboti poleg operacij manipulacije z izdelkom opravljajo še dodatne operacije montaže, operacije obdelave ali preoblikovanja izdelka. Enako pomembna je priprava izdelkov na izhodu iz robotske celice. Roboti odlagajo v namensko transportno embalažo, izdelki so ustrezno orientirani in sortirani glede na tip in glede na zahteve kupca. Robotska celica za strego stiskalnico za izdelavo plošč zajema robotizacijo operacij odvzema plošč iz orodja stiskalnice, ter montažnih procesov sestavljanje toplotnih izmenjevalnikov in transport le-teh iz robotske celice.

2 Tehnično tehnološke zahteve za robotizacijo

Cilj razvoja robotskega sistema je bila avtomatizacija procesa odvzema plošč iz orodja stiskalnice, ter sestavljanje odvzetih plošč v sveženj. Proces sestavljanja plošč se razlikuje glede na tip toplotnega izmenjevalnika. Toplotni izmenjevalniki, kjer je medij tekočina/tekočina (Stari tip) je sestavljen samo iz plošč, ki se izdelujejo na stiskalnici. Takoj po izdelavi se prične montaža toplotnega izmenjevalnika - plošče se odlagajo v sveženj.

Plošče za toplotni izmenjevalnik, kjer sta uporabljena medija tekočina/plin (Novi tip), pa je sestavljen iz plošč in dodatnega elementa imenovanega distributor. Distributor je distančna ploščica s kanali za medij, ki poskrbi za ustrezen pretok in distribucijo v posamezno rebro izmenjevalnika. Cilj razvoja robotskega sistema je bila robotizacija sestavljanja novega tipa toplotnega izmenjevalnika z distributorjem, ter hkrati robotizacija sestavljanja plošč brez distributorja.

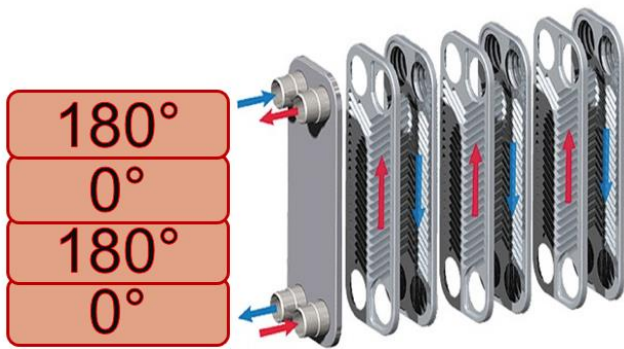


Slika 1: Sestavljene plošče toplotnega izmenjevalnika

Za izdelavo toplotnih izmenjevalnikov se uporablja različne tipe plošč. Robotizacija vključuje strego ene stiskalnice na kateri poteka izdelava izdelavo plošč novega tipa (118EZ) in 13 različnih tipov plošč (Stari tip); skupaj 14 tipov plošč. Robotizacija streg stiskalnice upošteva zahteve kupca: omogočena je ročna strega stiskalnice, kadar robotska celica ne obratuje. Robotska celica zajema vse varnostne elemente, ter komunikacijske in varnostne povezave robotskega krmilnika s stiskalnico, ki omogočajo varno ročno delo na stiskalnici in izdajo CE oznake ob zagonu robotske celice.

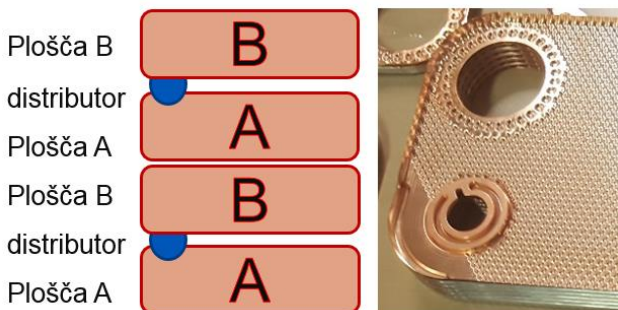
Za Toplotne izmenjevalnike za medij tekočina/tekočina se uporabljajo plošče izdelane iz enojne in dvojne pločevine. Plošče iz dvojne pločevine: osnovni plošči je dodana tanka pločevina iz Bakra. Obe pločevini se skupaj stisneta na istem orodju v stiskalnici. Vsa orodja za izdelavo plošč Stari tip imajo eno gnezdo, kar pomeni, da se pri enem stisku izdelava ena plošča. Plošče izdelane so iz enojne pločevine so brez robu, medtem kos so plošče iz dvojne pločevine izdelane z robom dolžine 6mm. Vpadni kot robu na plošči se glede na tip plošče razlikuje.

- Dimenzija plošč Stari tip
širina: 180 – 355mm, dolžina: 460 – 980mm
- Dimenzija plošče Novi tip 118EZ
širina: 180mm, dolžina: 607mm



Slika 2: Plošče Stari tip (medij tekočina/tekočina)

Plošče Novi tip so izdelane iz dvojne pločevine z robom, orodje za izdelavo plošč je zasnovano z dvema gnezdoma. Pri enem stisku se izdelata dve plošči, ki se med seboj po obliki razlikujeta. Zunanja oblika distributorja dimenzijsko ustreza izdelanemu ležišču na plošči z zračnostjo $\pm 0,3\text{mm}$. Zračnost v ležišču podaja zahteve za ponovljivo natančnost procesa montaže toplotnega izmenjevalnika oziroma celotne robotske aplikacije. Vhod v robotsko celico za distributor je zasnovan preko vibro dozirne enote s podajanjem distributorja s refuza stanju direktno v vibro lonec. Na robotskem odvzemnem mestu se pripravi vsakih 10s nov distributor.



Slika 3: Plošče Novi tip (medij tekočina/plin)

Večina toplotnih izmenjevalnikov je sestavljenih iz 30 ali 50 plošč izdelujejo se tudi izmenjevalniki s poljubnim številom plošč – na robotski celici se sestavljajo svežnji do 50 plošč. Število plošč v svežnju pa določi operater robotske celice.

Izmenjevalnike za medij tekočina/tekočina sestavljajo plošče enega tipa, na enoto za sestavljanje se odlagajo v zaporedju tako, da je vsaka druga plošča rotirana za 180° glede na Z os. Plošče se odlagajo v zaporedju (0° , 180° , 0° , 180° , ...). Plošče Novi tip pa se sestavljajo v zaporedju skupaj z distributorjem v zaporedju: A, B, distributor, A, B, distributor,... Pri odlaganju plošč Novi tipa robot po odlaganju plošče na le-to še pritisne v spodnjo ploščo.

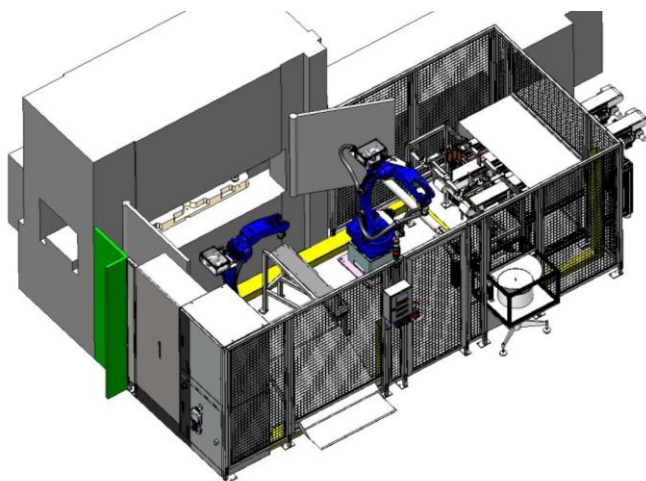
Sestavljene svežnje plošč operater ročno odvzame iz izhodnega traku robotske celice. Za ročni prevzem je dovoljeno prenašati 15kg. Avtonomija delovanje robotske celice je povezana tudi s tipom izdelka, ki se izdeluje na robotski celici. Izhodni trak ima največjo nosilnost 120kg, kar pa zadostuje za 5 kupov s 50 ploščami izdelka tip 118EZ. V primeru izdelave drugega tipa, pa se skladno s težo izdelka spremeni število kupov na izhodu.

3 Zasnova delovanja robotske celice

Robotsko celico smo zasnovali z dvema 6-osnima industrijskima robotoma Motoman tip MH24 nosilnosti 24kg in ustreznega dosega ($R=1730\text{mm}$) ter ponovljive natančnosti $\pm 0,06\text{mm}$. Robota sta povezana v Master+Slave kombinaciji robotskega krmilnika DX200. Konfiguracija z dvema robotoma nudi najhitrejše taktne čase cikla delovanja robotske celice. Za ponujeno konfiguracijo robotske celice smo izdelali tudi časovno analizo, ki smo jo izdelali v Offline simulacijskem programu MotosimEG.

Prvi robot odvzema ploščo iz stiskalnice in jo odloži na pozicionirno postajo (v primeru dvo-gnezdnega orodja ponovi operacije odvzema in odlaganja pločevine)

Drugi robot opravi naslednje robotske operacije: odvzem distributorja iz vhodne vibro dozirne enote, odvzem ene pločevine iz odlagalne postaje, odlaganje pločevine na enoto za sestavljanje skupaj z distributorjem (v primeru dvo-gnezdnega orodja ponovi operacije odvzema in odlaganja pločevine)



Slika 4: Zasnova robotske celice

Groba časovna analiza je podala taktni čas robotske celice cca 16s za orodja z dvemi gnezdi in z distributorjem in cca 10s za orodja z enim gnezdom. Taktni časi robotske celice po zagonu so enaki kot časi simulacije delovanja.

Prvi robot odvzame pločevino iz stiskalnice in jo odloži na pozicionirno postajo, ki je zasnovana kot gravitacijska pozicionirna enota. Drugi robot odvzame pločevino iz pozicionirne postaje in jo odloži na enoto za sestavljanje toplotnega izmenjevalnika.

Odlagalna postaja za pozicioniranje pločevin je zasnovan tako, da pločevina zdrsi po naklonu in se nasloni na dve sosednji zunanji stranici izdelka. Na odvzemnem mestu so izdelane izpraznitve za prijemalne prste robotskih prijemal. Robovi plošč toplotnih izmenjevalnikov so ponovljivi in pozicioniranje plošče z naslanjanjem na rob zagotavlja natančnost, ki je potrebna za sestavljanje plošč..

Enota za sestavljanje je zasnovana za vseh 14 tipov plošč. Odlagalno mesto je opremljeno z

ročno nastavljivimi uvodnicami za prilagoditev na različne širine in dolžine izdelka. Za pozicioniranje izdelkov iz spodnje strani je predvideno pozicioniranje na osnovno ploščo. Ko robot odloži ustrezno število plošč, se celoten sveženj plošč spusti in odloži na izhodni trak. Zaradi avtomatskega odlaganja sestavljenega kupa je zasnovana menjava osnovne plošče glede na različne dimenzije izdelka – za vse dimenzije plošč je predvideno skupaj 5 osnovnih plošč.

Izhodni trak je prilagodljiv na različne dolžine izdelkov in je sestavljen iz dveh ožjih transportnih trakov. Razdalja med trakovima je ročno nastavljiva in prilagodljiva različnim dolžinam plošč, ki se sestavljajo na enoti. Trak je opremljen s senzorji za polnosti na robotskem odlagalnem mestu in na koncu traku.

Robotska celica je obdana z zaščitno ograjo v kateri se nahajajo servisna vrata z varnostnim stikalom in komandni pult s tipkami, stikalom za izklop v sili in ključavnico. Robotska celica je opremljena s svetlobnimi semaforji, ki so vidni na daljavo in sporočajo režim delovanja robotske celice, motnje oz. zastoje delovanja celice. Pri izdelavi robotske celice smo skladno z evropskim normam upoštevali vse varnostne elemente in zaščito delovnega mesta, ki so obvezni sestavni del vsake robotske aplikacije.



Slika 7: Robotska celica za strego

4 Robotska prijemala

Robotska prijemala so zasnovana za prijemanje ene plošče ene dimenzije hkrati. Spodnji prijemalni del prijemal je ročno

izmenljiv in ročno prilagodljiv na različne dimenzije plošč. Oblika nosilne prirobnice je za prvega robota prilagojena dosegu v stiskalnico in za drugega robota za odlaganje na enoto za sestavljanje.

Robota sta opremljena s poveznim paketom in ventilskim otokom za dovod medijev do zadnje-šeste robotske osi. Robotska prijemala so sestavljena iz glavne nosilne prirobnice in hitro menjalne sklopke (zgornji del) za ročno menjavo robotskih prijemal.

Za plošče, ki se stiskajo skupaj z bakreno folijo, smo predvideli dva ročno nastavljiva pnevmatska prijemala s katerimi je mogoče prijemati vse zahtevane tipe oziroma dimenzije plošč. Eno prijemalo je zasnovano za plošče manjših dimenzij in drugo za večje. Za prijetanje plošč brez robu in brez bakrene folije se uporabi vakuum prijemalo s prijemalno površino iz gobe, primerno za vpenjanje elementov z neravnimi površinami.

- Pnevmatiki prijemali za plošče z dvojno pločevino z robom

Za odvzem izdelkov z robom in z bakreno folijo smo zasnovali dve prijemali: eno za prijetanje izdelkov manjših dimenzij in eno za izdelke večjih dimenzij. Zasnova prijemal omogoča prijetanje pločevine skupaj z bakreno folijo s štirimi dvoprstnimi paralelnimi prijemali, ki vpenjo izdelek na rob višine 6mm. Prijemalni prsti so ročno nastavljivi. Z dvema prijemaloma z ročnim nastavljanjem so prijemala pripravljena za odvzem pločevin širine od 180 do 355mm in dolžine od 460 do 980mm

- Vakuum prijemalo za pločevine brez bakrene folije in brez robu

Robotsko prijemalo je opremljeno z nosilno konzolo in vakuumskim prijemalom z gobico za prijetanje neravnih površin. Na prijemalu je tudi generator podtlaka z ventilom. Prijemalo je namenjeno prijetanju pločevin brez bakrene folije in brez robu na izdelku

- Pnevmatiko prijemalo za distributor

Prijemanje distributorja temelji na dvoprstnem paralelnem prijemalu s prijemalnimi delov prsta za štiri točkovno vpetje distributorja. Prijemalo je prigrájeno na pomični linearni element, ob uporabi se podaljša in omogoča neoviran odvzem distributorja in odlaganje na ploščo na enoti za sestavljanje. Po operaciji odlaganja pa se prijemalo spet umakne. Ta zasnova omogoča ločen odvzem distributorja in pločevine ter hkratno odlaganje na enoto za sestavljanje.



Slika 8: Robotsko prijemalo za plošče

5 Zaključek

Z našimi rešitvami smo uspeli zadovoljiti visoke zahteve kupca. Robotizacija bistveno razbremeni operaterja in onemogoči vpliv človeškega faktorja na kakovost izdelkov. Prednosti popolne avtomatizacije za izdelavo velike dnevne količine so poznane tako uporabnikom robotskih celic, kot tudi kupcem izdelkov, ki povezujejo pojem robotizacija s pojmom kvaliteta izdelave.

Literatura

[1] <http://yaskawa.eu.com/>