

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR

OPTIMIZACIJA POSTOPKA MENJAVE NA 20 MN STISKALNI LINIJI

Kandidat: Matija Janžič

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Strojništvo

Mentor predavatelj: dr. Darko Friščič

Mentor v podjetju: Urban Polegek, dipl. ing. str.

Lektorica: Jasmina Vajda Vrhunec, prof. slov.

Maribor, 2019

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Matija Janžič sem avtor diplomskega dela z naslovom: Optimizacija postopka menjave na 20 MN stiskalni liniji, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Darka Friščića.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot moje lastne – kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Uradni list RS, št. 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/13, 56/15 in 63/16 – ZKUASP); prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Slovenska Bistrica, november 2019

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju na šoli dr. Darku Friščiću za suvereno podporo od trenutka, ko se je začela pripravljati dokumentacija za prijavo teme diplomskega dela, do konca izdelave diplomskega dela, ko so se usklajevale še zadnje podrobnosti.

Prav tako se zahvaljujem mentorju v podjetju Impol Urbanu Polegeku, dipl. ing. str., za vso pomoč pri izvedbi in razrešitvi problemov ter hitro odzivnost pri urejanju vse potrebne dokumentacije in gradiv v podjetju Impol.

Posebna zahvala velja staršem, ki so mi omogočili študij, me spodbujali, podpirali in mi v času študija stali ob strani.

POVZETEK

Za proizvodnjo po naročilu je značilno, da naročila podjetje dobiva naključno, odvisno od potreb naročnikov in trga. Za avtomobilsko industrijo je značilno, da deluje po sistemu »ravno pravšnji čas«, kar pomeni, da se polizdelki za vgradnjo pripeljejo do proizvodne linije za sestavo točno takrat, ko se potrebujejo, kar pa v osnovi pomeni zelo velik logistični zalogaj, pa tudi velik zalogaj za podjetja, ki polizdelke zagotavljajo. Na takšen način pridobijo prostor, ki bi ga sicer zasedlo veliko skladišče za skladiščenje polizdelkov pred vgradnjo. Velik delež proizvodnih izdelkov podjetje Impol izdeluje prav za avtomobilsko industrijo, zato je zelo tesno vpeto v to »časovno in logistično vojno«. S temi težavami se v podjetju ukvarjajo in jih poskušajo reševati na različne načine. Eden izmed možnih načinov izboljšanja proizvodnih rezultatov je združitev več podobnih naročil skupaj, da se ta aplicirajo v proizvodni proces zaporedoma in na tako prihranimo nekaj časa. Posledično smo tudi konkurenčnejši in prilagodljivejši. V literaturi obstaja mnogo pravil za razvrščanje delovnih nalogov, vendar vsa ne dajejo dobrih rezultatov, zato je pomembno izbrati pravila, ki ustrezajo tipu naročil, tipu stroja in strategiji podjetja. Ker pa tudi takšnih pravil ne moremo vedno uporabiti, je občasno treba narediti vse po vrsti, v odvisnosti od naročil. Zaradi tega se včasih zgodi, da v proizvodnem procesu prihaja do več zamenjav orodij in nastavitev strojev. Takšne zamenjave pa se zmeraj lahko optimizirajo, da se še nekoliko skrajša mrtvi čas ob zamenjavi orodja. V proizvodnem procesu Cevalna v podjetju Impol, ki predeluje aluminij in izdeluje aluminijaste polizdelke, se, kot že samo ime obrata razkriva, izdelujejo poleg vlečenih in stiskanih palic in profilov tudi brezšivne cevi. Ta proces poteka na posebej za ta namen narejeni stiskalnici, ki ima zmožnost stiskati polne palice ali profile in brezšivne cevi. Na tem stroju se ob zamenjavi programa iz stiskanja palic ali profilov na brezšivne cevi ali obratno morata izvesti postopek menjave stiskanja in ponovna nastavitve stroja, kar v povprečju pomeni tri do štiri ure zastoja na stroju. V diplomskem delu smo proučili tri različne možnosti optimizacije, na kakšen način bi postopek menjave optimizirali in s tem čas menjave postopka stiskanja skrajšali iz tri do štiri ure na dve do tri ure, kar časovno pomeni približno 50 % krajšo menjavo postopka stiskanja. Na podlagi analitičnih in ekonomskih izračunov smo dokazali, katera metoda se je izkazala za najprimernejšo.

Ključne besede: optimizacija menjave, skrajšanje mrtvega časa, metoda menjave, optimiranje, metode izboljšav.

ABSTRACT

OPTIMISATION OF THE EXCHANGE PROCESS 20 MN PRESS LINE

Custom production is characterized by the fact that orders come to the company at random, depending on the needs of clients and the orders of the customer that he receives himself. The automotive industry is characterized by the "just-in-time" system, which means that semi-finished installation products are produced to produce the assembly line exactly when they are needed, which basically means a very large logistics stock, as well as a big mouthful for semi-finished businesses. In this way, they gain space that would otherwise be occupied by a large warehouse to store semi-finished products before installation. Impol manufactures a large part of its manufacturing products precisely for the automotive industry, which is why the company is very closely involved in so called "time and logistics war". We deal with these problems in the company and try to solve such problems in various ways. One way to improve production results is to combine several similar orders to apply them to the production process in succession and thus save some time which make us more competitive and more flexible. There are many rules in the literature for sorting work orders, but not all of them produce good results, which is why it is important to choose rules that are appropriate for the type of orders, the type of machine and the strategy of the company. However, since such rules cannot always be applied, everything must be done depending on the order. This sometimes results in multiple tool changes and machine adjustments in the production process. Such replacements, however, can always be optimized to shorten the down time a little while changing gears. In the production process of Impol, a company that processes aluminum and manufactures aluminum semi-finished products, as the name of the plant reveals itself, is made in addition to drawn and pressed rods and profiles, and seamless pipes. This process is performed on a specially designed press that has the ability to squeeze full rods or profiles and seamless tubes. On this machine, when replacing the program from the compression of bars or profiles to seamless pipes or vice versa, the process of changing the compression and re-setting the machine must be carried out, which now means an average of three to four hours of downtime on the machine. In the thesis paper we examined three different optimization options for optimizing the process of changing, thus shortening the time of changing the compression process from three to four hours to two to three hours, which means about 50% shorter change of the compression process. On the basis of analytical and economic calculations, we proved which method was most appropriate.

Keywords: exchange optimization, dead time reduction, switching method, optimization, improvement methods.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	9
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	9
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	9
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	10
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	10
2	SPLOŠNO O PODJETJU IMPOL	11
2.1	TRGI PODJETJA IMPOL	12
2.1.1	<i>Avtomobilska industrija</i>	13
2.1.2	<i>Prehrambna industrija</i>	14
2.1.3	<i>Farmacevtska industrija</i>	14
2.1.4	<i>Transportna industrija</i>	15
2.1.5	<i>Elektroindustrija</i>	16
2.1.6	<i>Obnovljivi viri</i>	16
2.1.7	<i>Potrošniške dobrine</i>	17
2.1.8	<i>Gradbena industrija</i>	17
2.1.9	<i>Letalska in vesoljska industrija</i>	18
2.2	STANDARDI PODJETJA IMPOL	19
2.2.1	<i>Standard ISO 9001</i>	19
2.2.2	<i>Standard OHSAS 18001</i>	19
2.2.3	<i>Standard ISO 14001</i>	19
2.2.4	<i>Standard IATF 16949</i>	20
2.2.5	<i>Standard EN 15088</i>	20
2.2.6	<i>Standard EN 9100</i>	20
2.3	IZDELKI PODJETJA IMPOL	20
2.3.1	<i>Stiskani izdelki</i>	21
2.4	LITJE DROGOV	22
2.5	SPLOŠNO O EKSTRUDIRANJU ALUMINIJA	22
3	SPLOŠNO DELOVANJE 20 MN STISKALNE LINIJE	24
3.1	OBRAZLOŽITEV OSNOVNIH DELOV STISKALNICE	24
3.2	RAVNALNI STROJ TRUNINGER	33
3.3	STRUŽNICA PUMA	34
3.4	SPLOŠNO DELOVANJE 20 MN STISKALNICE	36
3.4.1	<i>Stiskanje palic/profilov</i>	38
3.4.2	<i>Stiskanje brezšivnih cevi</i>	40
4	MOŽNOSTI OPTIMIZACIJE MENJAVE NA 20 MN STISKALNI LINIJI	42

4.1	PRVA MOŽNOST OPTIMIZACIJE MENJAVE	42
4.1.1	<i>Risba</i>	42
4.1.2	<i>Analitični preračun</i>	43
4.1.3	<i>Predračun za izvedbo</i>	44
4.2	DRUGA MOŽNOST OPTIMIZACIJE MENJAVE.....	45
4.2.1	<i>Risba</i>	45
4.2.2	<i>Analitični preračun</i>	46
4.2.3	<i>Predračun za izvedbo</i>	48
4.3	TRETJA MOŽNOST OPTIMIZACIJE MENJAVE.....	49
4.3.1	<i>Risba</i>	49
4.3.2	<i>Analitični preračun</i>	49
4.3.3	<i>Predračun za izvedbo</i>	50
5	DISKUSIJA REZULTATOV	51
5.1	PRIMERJAVA LASTNEGA DELA S PODOBNIM, NA PODLAGI STROKOVNEGA ČLANKA	51
5.2	PREDSTAVITEV REZULTATOV OPTIMIZACIJ	52
6	SKLEP	53
7	BIBLIOGRAFIJA	55

KAZALO SLIK

SLIKA 1:	SLIKE RAZNIH INDUSTRIJ	13
SLIKA 2:	SLIKE IZDELKOV PODJETJA IMPOL.....	13
SLIKA 3:	IZDELKA PREHRAMBNE INDUSTRIJE	14
SLIKA 4:	IZDELEK FOLIJA ZA TABLETE	15
SLIKA 5:	PRIMER TRANSPORTNEGA VOZILA	15
SLIKA 6:	UPORABA ALUMINIJA V ŽICAH DALJNOVODA.....	16
SLIKA 7:	SONČNI PANELI	17
SLIKA 8:	SLIKA »RAJFNE«.....	17
SLIKA 9:	UPORABA ALUMINIJA V GRADBENIŠTVU	18
SLIKA 10:	UPORABA ALUMINIJA V VESOLJU	18
SLIKA 11:	SLIKA STISKALNEGA BATA ZA BREŽŠIVNE CEVI.....	24
SLIKA 12:	STISKALNI BAT ZA PALICE/PROFILE	24
SLIKA 26:	SHEMA 20 MN STISKALNICE	37
SLIKA 27:	KOLOBARJI, ZLOŽENI NA JEKLENO PALETO.....	38
SLIKA 28:	DELAVNIŠKA RISBA STISKALNEGA BATA ZA PALICE	39
SLIKA 29:	SKLOP FIKSNE STISKALNE PREDPLOŠČE IN STISKALNEGA BATA ZA PALICE.....	39
SLIKA 30:	NALAGANJE BREŽŠIVNIH CEVI V JEKLENE PALETE	40

SLIKA 31: DELAVNIŠKA RISBA STISKALNEGA BATA ZA BREZŠIVNE CEVI	41
SLIKA 32: DELAVNIŠKA RISBA PREDIRNEGA ČLENA	41
SLIKA 33: RISBA PREDELAVE STISKALNEGA BATA ZA PALICE	43
SLIKA 34: SLIKA GRAFA PRITISKA NA 20 MN STISKALNICI PRI STISKANJU BREZŠIVNIH CEVI ..	43
SLIKA 35: SLIKA GRAFA PRITISKA NA 20 MN STISKALNICI PRI STISKANJU PALIC	44
SLIKA 36: PREDRAČUN ZA PREDELAVO STISKALNEGA BATA ZA STISKANJE PALIC.....	44
SLIKA 37: SLIKA PREDELANE FIKSNE STISKALNE PREDPLOŠČE ZA STISKANJE PALIC	45
SLIKA 38: SLIKA PREDELANEGA STISKALNEGA BATA CEVI	45
SLIKA 39: RISBA PREDELANEGA STISKALNEGA BATA ZA CEVI.....	46
SLIKA 40: SLIKA NOVE PREDPLOŠČE ZA STISKANJE PALIC	49
SLIKA 41: SLIKA PREDRAČUNA TRETJE MOŽNOSTI	50

KAZALO TABEL

TABELA 1: TABELA PREDSTAVITVE REZULTATOV	52
--	----

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

V podjetju Impol, natančneje v proizvodnem procesu P. C. P. Cevalna, se v proizvodnem procesu na 20 MN stiskalni liniji po potrebah naročil kupcev ciklično izvajajo menjave stiskalnega postopka iz izdelave palic ali profilov na izdelavo brezšivnih cevi, in obratno, odvisno od potreb in naročil trga. Pri menjavi iz postopka stiskanja palic na brezšivne cevi je treba demontirati stiskalni bat, montirati prebijalni člen in nato votli bat ter vse skupaj segreti na delovno temperaturo in bat zategniti na primeren navor ter menjati stiskalno progo na koncu stiskalnice za navijanje palic v kolobarje s progo za stiskanje brezšivnih cevi. Ob takšni menjavi celotna stiskalna linija stoji približno tri do štiri ure. Pri menjavi iz brezšivnih cevi na palice ali profile pa je treba najprej demontirati orodje »prediralni trn«, nato odtegniti bat za brezšivne cevi in ga demontirati, potem demontiramo prebijalni člen in šele nato montirati polni stiskalni bat, ki se zapelje v recipient, da se vse skupaj segreje na delovno temperaturo in po segrevanju zateguje na potreben moment. Po menjavi stiskalnih batov, pa naj bo menjava postopka stiskanja iz brezšivnih cevi na polne palice ali obratno, je treba pripraviti še ustrezno progo, po kateri iztiskan material drsi po valjčkih, odpornih proti vročini, ali pa se navija. Takšen postopek traja približno dve do tri ure. Ker danes vsi proizvodni procesi zaradi kratkih dobavljivih rokov in posledično konkurenčnejše ponudbe stremijo k čim višji produktivnosti, se mi zdi smiselno, da se menjava postopka stiskanja optimizira na način, da se menjava samo stiskalni bat, ali pa na način, da se na obstoječem stiskalnem batu samo premontira kakšen del, prebijalni člen pa ostaja v stiskalnici, kar bo dokazano v diplomskem delu. V ta namen bo proučenih več možnih načinov, nakar bo izbran najboljši. Na podlagi analitičnega in ekonomskega preračuna se predvideva izbira najboljše možne rešitve. Predvideva se tudi, da se bo z izbranim načinom čas menjave skrajšal na dve do tri ure, kar odstotkovno predstavlja 50-odstotno izboljšanje po optimizaciji menjave postopka stiskanja.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen diplomskega dela je raziskati področje stiskanja aluminija, predvsem izdelovanje ekstrudiranih izdelkov in polizdelkov ter delovanja direktne stiskalnice za stiskanje brezšivnih cevi, poskusiti poiskati podoben stroj in njegovega izdelovalca ter na podlagi njegovega delovanja razbrati dobre prakse delovanja, poiskati vsaj tri različne načine, kako doseči optimiziranje postopka menjave na 20 MN stiskalni liniji, in na ta način skrajšati mrtvi čas ob

menjavi programa stiskanja iz stiskanja brezšivnih cevi na stiskanje palic ali profilov vsaj za polovico. Cilji diplomske naloge so na podlagi analitičnih in ekonomskih preračunov predlagati najboljši in najugodnejši način optimizacije menjave, skrajšati mrtvi čas menjave za polovico, raziskati literaturo, zmanjšati obrabo stiskalnice in izboljšati njeno natančnost ter posledično tudi natančnost izdelkov. Zadane hipoteze ob začetku projekta so: zmanjšanje neproduktivnega časa, zmanjšanje obrabe stiskalnice in zmanjšanje izmeta.

1.3 Predpostavke in omejitve

Zaradi varovanja tajnosti podatkov podjetja Impol in poslovnih skrivnosti v diplomskem delu ne bomo razkrivali natančnih tehnoloških parametrov stiskalnice in drugih delov stiskalne linije 20 MN, ki jih v proizvodnji uporabljamo ter so potrebni za učinkovito delovanje stroja in kakovost izdelkov, temveč samo približne in zaokrožene parametre, ki bodo dovolj za razumevanje diplomskega dela in njegove vsebine. V ta namen se tudi na uporabljenem slikovnem gradivu namenoma zakriva kakšen ključni del stiskalne linije, tako da se ta ne razbere ali pa se slabše razbere.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

V diplomskem delu bomo uporabili računalniški program za tehnično risanje, s katerim bomo slikoviteje prikazali naše ideje za možnost izboljšave menjave postopka stiskanja na 20 MN stiskalnici in hkrati izdelali načrt za možno takojšnjo izvedbo ob potrditvi hipotez in ciljev, ter analitično metodo za preračun na novo izdelanih delov, ki jih bomo konstruirali, s katero bomo s pomočjo strižnega preračuna določili, ali so novi konstrukcijski deli stiskalnice pravilno dimenzionirani za prenašanje potrebnih sil, ki nastanejo pri stiskanju cevi ali palic ob pomiku bata naprej in ob pomiku bata nazaj, ter pri uporabi stiskalnega bata za stiskanje brezšivnih cevi preverili možnost izvedbe.

2 SPLOŠNO O PODJETJU IMPOL

Impol je podjetje, ki je usmerjeno v razvoj, prav tako je fleksibilno in inovativno. Ukvarja se s predelavo aluminija in izdeluje polizdelke, ki na koncu predelave postanejo vrhunske kakovosti in mehanskih lastnosti. Izdeluje širok spekter polizdelkov in tako uspešno obvladuje trg ter potrebe različnih industrij in posamičnih kupcev za lastno rabo. Podjetje s svojimi najzahtevnejšimi kupci zelo dobro sodeluje in po potrebi tudi v sodelovanju z njimi skupaj pride do rešitve ter po potrebi do razvoja nove zlitine ali načina izdelave, ki je ugoden tako za podjetje kot za kupca. Glavne prednosti podjetja so prilagodljivost in vsestranskost, vsak trenutek se je pripravljeno prilagoditi naročniku, kolikor je to le mogoče. Zaradi vseh zgoraj naštetih dejavnosti je podjetje Impol zanesljiv poslovni partner. S skrbjo za družbeno odgovornost in predanost delavcem skrbi za svojo prihodnost in za boljšo prihodnost sveta, kar potrjuje s svojo ostro naravnano ekološko politiko. Razvoj in rast se dogajata skozi celotno zgodovino podjetja, ki šteje že skoraj dvesto let. Temeljne vrednote, na katerih temelji odnos podjetja do poslovnih partnerjev, zaposlenih in drugih deležnikov, so: inovativnost, marljivost, prilagodljivost, odličnost in lojalnost. (O nas - Impol, 2019)

Informacije o podjetju Impol:

- prodajni program na področju valjanih in stiskanih izdelkov so v podjetju razširili z nakupom Impol TLM – Hrvaška in Impol Seval – Srbija;
- v letu 2018 je obseg prodaje znašal 727,6 milijona evrov;
- v letu 2018 je čisti dobiček po obdavčenju znašal 36,7 milijona evrov;
- v letu 2018 je EBITDA znašal 59,4 milijona evrov;
- na slovenskih tleh je podjetje peti največji izvoznik;
- v zadnjih desetih letih se je v podjetje vložilo za 400 milijonov evrov naložb;
- v zadnjih desetih letih beležijo 126-odstotno rast proizvodnje;
- obvladujejo dvesto in več različnih zlitin aluminija;
- podjetje ima 106.500 različnih izdelkov;
- v podjetju je zaposlenih 2.348 oseb.

Vizija

Vizija podjetja Impol je nenehno povečevanje kapacitet proizvodnje polizdelkov iz aluminija in proizvodnje čim več dodane vrednosti na izdelek z dodelavo polizdelkov. (O nas - Impol, 2019)

Poslanstvo

Podjetje Impol si je zadalo, da s predelavo aluminija v polizdelke in tudi bolj dodelane polizdelke naročnikom zagotovi zadovoljstvo, zanesljivega dobavitelja in dobavitelja kakovostnih proizvodov. Prav tako je njegovo poslanstvo, da se zaposleni v podjetju, na delu, počutijo čim boljše, saj samo na takšen način lahko dosega vse navedeno. (Prav tam)

Vrednote

Vrednote podjetja Impol so:

- **inovativnost:** s skrbnim spremljanjem in spodbujanjem podjetje skrbi za vedno inovativno usmerjen tim delavcev. Prav tako skupaj z naročniki vedno najde najboljšo skupno rešitev z razvojem novih specialnih zlitin;
- **marljivost:** zaradi timskega sodelovanja vodij in delavcev lahko podjetje zagotavlja zanesljivost in zadovoljstvo naročnikov;
- **prilagodljivost:** stik s kupci je njihova najpomembnejša vrednota, saj brez stika in dogovora ni dobrega izdelka;
- **odličnost:** kakovosti ne jemljejo za samoumevno. Povezujejo jo z vrsto izpiljenih korakov v proizvodnih procesih in z izkušenimi delovnimi timi. Kakovost je odvisna tudi od urejenosti delovnih prostorov, ki jim namenjajo vedno več pozornosti;
- **lojalnost:** do lastnikov, sodelavcev, okolja in družbe so lojalni z upoštevanjem etičnih norm in zakonskih določil. (Prav tam)

2.1 Trgi podjetja Impol

Podjetje Impol ima raznovrstni program polizdelkov. Obsega valjane, stiskane in kovane polizdelke, ki so posebnost v svetovnem in prav tako v evropskem merilu. Je dovolj majhno podjetje, da lahko ohranja fleksibilnost in se prilagaja zahtevnim željam naročnikov, hkrati pa je dovolj veliko, da sprejme naročila večjega obsega in jih uspešno izvede. Zaradi nenehnega razvoja in inovativnega razmišljanja ter naravnosti podjetje obvladuje številne industrije:

avtomobilsko, obrambno, transportno, gradbeno, prehrambno, farmacevtsko, letalsko in vesoljsko. (Impol, 2019)



Slika 1: Slike raznih industrij

Vir: (<http://www.impol.si/trgi>)

2.1.1 Avtomobilska industrija

Zlitine podjetja Impol prisostvujejo pri proizvodnji varnejših, lažjih, bolj ekonomičnih in hitrejših avtomobilov z nižjo porabo goriva. Uporaba aluminija v avtomobilski industriji: avtomobilska industrija teži k vedno lažjim in cenejšim izdelkom v njihovih vozilih. Za avtomobilске koncerne je za zdaj najboljša rešitev v vgradnji lažjih aluminijastih izdelkov, ki so pred tem bili jekleni. Na takšen način so najlažje znižali maso vozil in posledično tudi porabo goriva ter povišali njihovo zmogljivost. Kakovost polizdelkov je v podjetju Impol zelo pomembna, za vsak korak v proizvodnem procesu se zaradi posebnega standarda, ki ga zahteva avtomobilska industrija, spremlja in beleži zgodovina predelovalnih parametrov. Le na takšen način se lahko zagotavlja 100-odсотna kakovost, ki jo zahteva naročnik. (Avtomobilska industrija, 2019)

Izdelki za potrebe avtomobilске industrije

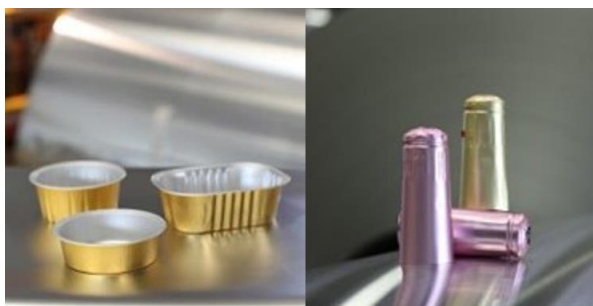


Slika 2: Slike izdelkov podjetja Impol

Vir: (<http://www.impol.si/trgi/avtomobilska-industrija>)

2.1.2 Prehrambna industrija

Predelovalne lastnosti aluminija so zelo primerne za uporabo v prehrambni industriji. Zaradi takšnih odzivnosti je aluminij kot material zelo primeren za uporabo v živilske namene. Odporen je proti koroziji, ne obremenjuje okolja in je lepega izgleda. Prav tako je UV-odporen in ne reagira na organske snovi. Uporablja se v gospodinjstvu, in sicer za: kavne aparate, posode, konzerve, tube, razne mlinčke in sekljalnike ter mesoreznice. V podjetju Impol izdelujejo velik asortima izdelkov iz aluminija, ki se uporabljajo v namene prehrambne industrije. Ker so v prehrambni industriji prisotni visoki standardi čistoče in potreba po sodobni tehnologiji, ki omogoča izdelavo brezhibnih izdelkov, podjetje Impol nenehno povečuje svoj delež na trgu na področju prehrambne industrije. (Prehrambna idustrija, 2019)



Slika 3: Izdelka prehrambne industrije

Vir: (<http://www.impol.si/trgi/prehrambna-industrija>)

2.1.3 Farmacevtska industrija

Podjetje Impol se prav tako vključuje v farmacevtsko industrijo. Z visokimi standardi čistosti proizvodnih prostorov je podjetje doseglo, da lahko prodira tudi na trge, kjer so enormne zahteve po čistoči in sterilnosti. Pri valjanju aluminijaste folije imajo veliko naprednih in inovativnih postopkov pridelave, ki zagotavljajo vse ostre standarde. Folija iz aluminija je ključni izdelek za pakiranje zdravil v farmacevtski industriji zaradi lastnosti, ki so odlične. Navedene odlične lastnosti aluminijaste folije so: gladkost in čistost površin, korozijska odpornost in odpornost proti kemičnim vplivom, ne prepušča svetlobe in je izredno tanka. Dodatni argumenti, zaradi katere je aluminijasta folija tako pogosto uporabljena pri pakiranju zdravil, so: trajnost, nizka cena in edinstvena kombinacija lastnosti. Aluminijasta folija je, ekološko gledano, prijazna okolju, saj se jo lahko reciklira in ponovno uporabi. S folijami podjetje Impol oskrbuje najzahtevnejše naročnike s področja farmacevtske industrije. Skupaj s kupci neprestano razvijajo nove izdelke in še izboljšujejo kakovost že serijskih. (Farmacevtska industrija, 2019)



Slika 4: Izdelek folija za tablete

Vir: (<http://www.impol.si/trgi/farmaceutvska-industrija>)

2.1.4 Transportna industrija

V transportni industriji je cilj zmanjšati maso vozil, pa naj si bodo to železniška, cestna ali pomorska, in z enako nosilnostjo tako prevažati večje mase tovorov. Aluminijske zlitine, ki jih je razvilo podjetje Impol, so odporne proti koroziji in imajo mehanske lastnosti zelo podobne jeklu, če ne kar iste. Z vrsto patentiranih zlitin podjetje prodira na trge, kjer se zahteva enaka mera kakovosti in sledljivosti kot za avtomobilsko industrijo. (Transportna industrija, 2019)



Slika 5: Primer transportnega vozila

Vir: (<http://www.impol.si/trgi/transportna-industrija>)

Tovornjaki

Podjetje izdeluje izdelke, ki so v obliki cevi, palic in profilov ter se uporabljajo za nadgradnjo tovornjakov s ciljem znižanja teže, kar omogoča večjo kapaciteto za tovor, daljšo življenjsko dobo vozil in izredno dobro reciklažo po koncu življenjske dobe. (Prav tam)

Navtika

Posebne zlitine za stik z morsko vodo in odpornejše proti koroziji, ki jih v podjetju izdelujejo, se uporabljajo v namene okrasnih zaključnih letev, za jambore jadrnic in bume. Izdelujejo tudi lestve in stopnice iz aluminija za vstop in sestop s plovil. (Prav tam)

2.1.5 Elektroindustrija

Zaradi velike pomembnosti teže električnih vodov bakrene vodnike vse bolj zamenjujejo aluminijasti. Posledično se zaradi tega lahko uporabljajo lažje in cenejše podporne strukture. Prav tako je treba omeniti, da je aluminij odporen proti koroziji in se s tem zmanjšujejo stroški vzdrževanja in prenove daljnovodnih linij. Ker je aluminij material z odličnimi lastnostmi, se njegova uporaba širi tudi na izdelavo različnih električnih orodij. (Elektroindustrija, 2019)



Slika 6: Uporaba aluminija v žicah daljnovoda

Vir: (<http://www.impol.si/trgi/elektroindustrij>)

2.1.6 Obnovljivi viri

Zaradi zavedanja, da živimo v sožitju z naravo in okoljem, ter potrebe po razvoju montažnih sistemov za solarne panele so v skupini Impol razvili posebne profile, ki omogočajo enostavno montažo na ravnih in tudi poševnih površinah streh. Prav tako so razvili sisteme za montažo na zemljino ali nadstrešnice. Prednost njihove konstrukcije je lahkost, enostavnost, cenovna ugodnost in praktičnost. (Obnovljivi viri, 2019)

Značilnosti sistemov podjetja Impol

Značilnosti sistemov podjetja Impol so hitra in enostavna postavitve, hiter in lahek transport, lažja konstrukcija, majhno število delov, enostavnejše pritrjevanje. (Prav tam)



Slika 7: Sončni paneli

Vir: (<http://www.impol.si/trgi/obnovljivi-viri>)

2.1.7 Potrošniške dobrine

Ob sodelovanju kupcev v podjetju Impol razvijajo obširno paleto več kot 8000 različnih profilov, ki se uporabljajo za športne aktivnosti na profesionalni, tekmovalni ravni, pa tudi za občasne uporabnike v prostem času. Izdelke lahko najdemo na skoraj vseh športnih področjih, med katerimi lahko omenimo kolesarstvo – pri tej panogi se za potrebe izdelave koles izdeluje poseben profil »rajfna«, ki se uporablja za izdelavo obročev pri kolesu, ob tem pa tudi najrazličnejše cevi za ogrodje kolesa. Najdemo ga tudi pri plavanju, za konstrukcije bazenov in nadstreškov bazenov, pri golfu za palice, pri tenisu za izdelavo loparjev in še pri marsikateri športni dejavnosti. (Petrošniške dobrine, 2019)



Slika 8: Slika »rajfne«

Vir: (<http://www.impol.si/trgi/sport-in-prosti-cas>)

2.1.8 Gradbena industrija

V arhitekturi in gradbeništvi se uporablja vedno več aluminija, saj je ta lahek, enostaven za reciklažo, enostaven za predelavo, ima dobre mehanske lastnosti, ga je možno barvati v zeleno barvo in lepo izgleda ter doda stavbi vrhunski in luksuzni izgled. Uporaba aluminija se v gradbeništvi kaže pri porabi stiskanih in valjanih polizdelkov – v prvi fazi pri kritini in fasadnih

panelih, kjer se uporabljajo valjani izdelki, in v drugi fazi pri oknih, kjer se uporabljajo stiskani izdelki. V tretji fazi se uporablja za zaključke, ki so narejeni iz valjane pločevine, po potrebi barvane zaradi estetike. (Potrošniške dobrine, 2019)

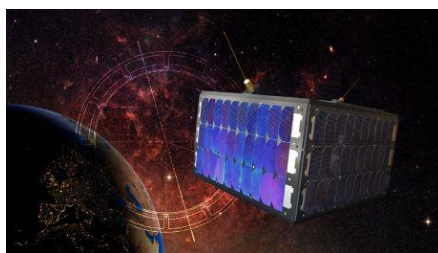


Slika 9: Uporaba aluminija v gradbeništvu

Vir: (<http://www.impol.si/trgi/gradbena-industrija>)

2.1.9 Letalska in vesoljska industrija

Impol je dolgoleten in uveljavljen dobavitelj aluminijastih zlitin za potrebe letalske industrije. Ponujajo zlitine, ki zadostujejo najvišjim kakovostnim zahtevam za letalsko panogo. Zaradi tega so razvili potrebne kakovostne in nadzorne postopke za sledenje kakovosti in sledljivosti predelave materiala na vsakem koraku proizvodnega procesa. Zraven zlitin iz skupin 2xxx in 6xxx ponujajo tudi zlitine skupine 7xxx – z mehanskimi lastnostmi za potrebe letalske industrije. Material izdelajo po posebnih postopkih, da se doseže zahtevana trdota. Iz posebnih zlitin se izdelujejo različni deli civilnih letal. Impolove zlitine so kakovostne in tehnološko napredne. To lahko potrdijo z uporabo njihovega aluminija v najrazličnejših mikro- in nanosatelitih ter posameznih komponentah satelitov. Impol odlično sodeluje s partnerji Centra odličnosti (CO). Treba je poudariti, da je ravno Impol tisti, ki je bil pobudnik za ustanovitev Centra odličnosti in z njim sodeluje na način, da jih oskrbuje z aluminijem, ki mora vzdržati visoke temperaturne in tlačne obremenitve, ki se pojavljajo v vesoljskem prostoru in ob lansiranju satelitov. (Vesoljska industrija, 2019)



Slika 10: Uporaba aluminija v vesolju

Vir: (<http://www.impol.si/trgi/letalska-in-vesoljska-industrija>)

2.2 Standardi podjetja Impol

Impol mora imeti za svoje delovanje in dokazovanje kompetenc vrsto standardov, ki potrjujejo kakovost in stanje podjetja, ki ga določen standard predpisuje. Standardi se vsako leto enkrat ali na vsakega pol leta presojujejo, kar je odvisno od zahtev posameznega standarda. Standardi se presojujejo s strani zunanjih institucij, ki imajo zaposlene usposobljene certificirane presojevalce. Najprej mora podjetje pokazati vso potrebno dokumentacijo, in če ta dokumentacija ustreza vsem navodilom standarda, se naredi še presoja po proizvodnem obratu, kjer se pregleda praktična uporaba pravil standarda. (Standardi in politika, 2019)

2.2.1 Standard ISO 9001

V podjetju Impol so leta 1992 pridobili standard ISO 9001 in bili med prvimi v Sloveniji s tem pridobljenim standardom. Skladnost je potrdila certifikacijska hiša BVQI po standardih najvišjih zahtev mednarodnega okolja. Standard zahteva urejenost proizvodnje do te mere, da izdelki, izdelani v takšni proizvodnji, dosegajo zahtevano kakovost. Kakovost Impol nadgrajuje z nenehnim uvajanjem izboljšav merilnih postopkov in strojnih delov, s čimer omogoča nenehno rast in izboljšanje poslovnih rezultatov. Z letnimi kontrolami in presojami potrjujejo, da delujejo skladno s standardom, ki so ga pridobili, in da vzdržujejo stanje na nivoju, kot ga zahteva standard. (Standard iso9001, 2019)

2.2.2 Standard OHSAS 18001

Decembra leta 2000 je Impol prejel certifikat OHSAS 18001. S tem certifikatom potrjujejo, da sistemsko skrbijo za varnost in zdravje zaposlenih, ter to vedno izboljšujejo. Certifikat za standard je mednarodno veljaven dokument. Podjetje Impol ga je pridobilo od akreditirane certifikacijske hiše BVQI. Z rednimi kontrolami in pregledi, ki jih izvajajo zunanji presojevalci in pa tudi sami zaposleni v podjetju, potrjujejo, da je sistem poklicne varnosti in zdravja primeren. Z rednimi kontrolami in kazalci zmanjšanja delovnih nesreč ter z zmanjšanjem odstotka bolniškega staleža se prav tako dokazuje, da se v tej smeri dela dobro in odgovorno do vseh zaposlenih. (Standard ohsas 18001, 2019)

2.2.3 Standard ISO 14001

Maja 2000 so v Impolu prejeli certifikat ISO 14001, iz katerega izhajajo smernice delovanja njihovega sistema za ravnanje z okoljem. Certifikat jim je dodelila certifikacijska hiša BVQI, z

njim pa dokazujejo, da učinkovito obvladujejo morebitne nevarnosti za okolje in se nenehno prilagajajo zahtevam kupcev, trga in zakonodaje. Sistem redno nadzorujejo in ga z dodatnimi aktivnostmi nadgrajujejo. (Standard iatf 16949, 2019)

2.2.4 Standard IATF 16949

Avgusta leta 2004 je Impol prejel certifikat vodenja kakovosti za avtomobilsko industrijo. Certifikacijska hiša BVQI jim je podelila standard ISO/TS 16949. Ta standard dopolnjuje standard ISO 9001 z zahtevami avtomobilske industrije. Impol procese nenehno izboljšuje in poskuša motivirati zaposlene, da stremijo k izboljšavam ter da izvajajo korektivne in preventivne ukrepe. Njihovo uspešnost potrjujejo z rednimi kontrolami in pregledi. (Standard iatf 16949, 2019)

2.2.5 Standard EN 15088

Podjetje Impol je julija 2012 prejelo certifikat EN 15088. S prejemom tega certifikata lahko izdelujejo in jamčijo za kakovost polizdelkov, ki so namenjeni gradbeništvu in so skladni z Uredbo EU 305/2011, ki določa pogoje za apliciranje izdelkov za gradbeno industrijo na trg. Navaja pravila o načinu navajanja vseh lastnosti gradbenih izdelkov in uporabi oznake CE na izdelkih. Seznam takšnih proizvodov, skladnih s tem certifikatom, se glede na razvoj nenehno daljša. (Standard en15088, 2019)

2.2.6 Standard EN 9100

Marca 2019 je podjetje Impol pridobilo certifikat EN 9100. S tem mednarodno priznanim certifikatom je vstopilo na trg letalske industrije. Standard je podjetju podelila certifikacijska hiša DQS. Pri pregledu so zajeli vse točke standarda, razen razvoja končnih izdelkov, saj teh izdelkov ne izdelujejo. Pridobljen certifikat omogoča izdelovanje izdelkov visoke kakovosti in posledično prodor na letalski trg. Podjetje je s pridobitvijo certifikata tudi na seznamu v sistemu OASIS, kjer potencialni kupci vidijo vsa podjetja, ki imajo ta certifikat, in njihov proizvodni asortima. (Standard en 9100, 2019)

2.3 Izdelki podjetja Impol

Asortima izdelkov podjetja Impol je zelo obširen, saj se trudijo z aluminijem prisostvovati na čim širšem delu trga. Le na takšen način, da imajo širok spekter ponudbe, so lahko konkurenčnejši od drugih podobnih podjetij. Kupci tudi vedno pogosteje postavljajo pogoje in

zahteve, da mora biti njihov izdelek v celoti izdelan pri istem podjetju brez posrednikov. Podjetje Impol brez težav sprejme tudi takšna naročila. V diplomskem delu bodo zaradi zelo obširne ponudbe izdelkov podrobneje opisani samo stiskani izdelki, ki se tudi nanašajo na glavni del diplomskega dela.

2.3.1 Stiskani izdelki

Stiskani izdelki podjetju Impol predstavljajo približno 35-odstotni delež vseh izdelkov, ki jih izdelujejo. Izdeluje se jih na osmih različnih stiskalnih linijah. V proizvodnem obratu Cevalna imajo tri: indirektno stiskalnico nazivne moči 35 MN, direktno stiskalnico nazivne moči 20 MN, ki stiska tudi brezšivne cevi, in direktno stiskalnico 55 MN. V glavnem se na teh stiskalnicah, predvsem na 35 MN in 55 MN, stiskajo polne palice in enostavnejši profili. V proizvodnem procesu Profilarna imajo štiri direktne stiskalnice, in sicer nazivnih moči 18 MN, 20 MN, 35 MN in 25 MN. V tem proizvodnem procesu izdelujejo več kot 8000 najrazličnejših profilov. V proizvodnem procesu Alumobil pa imajo ena stiskalnica nazivne moči 35 MN, ki stiska pretežno palice za kovanje.

2.3.1.1 Palice in cevi

Palice se stiskajo v proizvodnih procesih Cevalna in Alumobil. Proizvajajo se raznih nazivnih mer, od premera Φ 6 mm do Φ 180 mm, pri ceveh do Φ 380 mm. Izdelujejo se iz drogov, ki jih sami lijejo in homogenizirajo, nato pa se vse droge po litju 100-odstotno ultrazvočno pregleda, kar zagotavlja najvišjo kakovost njihovih izdelkov za potrebe avtomobilske, letalske in vesoljske industrije. Sposobni so izdelati cevi in palice iz več kot 100 različnih kemičnih sestav. V podjetju Impol obvladujejo tudi zahtevne procese nadaljnjih obdelav palic in cevi, kot je hladno vlečenje. Izdelujejo palice in cevi vseh standardnih dimenzij v skladu s svetovnimi standardi in tudi palice in cevi nestandardnih dimenzij po potrebi kupca. Posebna pozornost se namenja tršim zlitinam, breznapetostnim stanjem, zlitinam za obdelavo na avtomatih in palicam za kovanje.

2.3.1.2 Profili

Podjetje Impol izdeluje različne profile, število katerih je že preseglo 8000, uporabni pa so za različne panoge: v procesni, transportni, gradbeni in pohištveni industriji, pri izdelavi motornih vozil, notranjem in zunanjem oblikovanju stavb, toplotni tehniki itd. Njihova glavna vrlina pri izdelovanju je sposobnost prilagajanja in zadovoljevanja specifičnih želja kupcev, hkrati pa omogočajo izdelavo izdelkov za nadaljnjo obdelavo. S proizvodnimi kapacitetami spadajo med

srednje velike evropske proizvajalce profilov. Dokaz njihove velikosti je, da se večina konkurentov pojavlja v domačem okolju na domačem trgu, medtem ko sami večino proizvodnje izvozijo na najzahtevnejša evropska tržišča.

2.3.1.3 Varilni material

Podjetje Impol v proizvodnem obratu Alumat proizvaja tudi najrazličnejši material za varjenje. Izdelujejo ga s postopki vlečenja in skalpiranja, kar zagotavlja čisto svetlo površino in najvišjo kakovost zvara. Kakovost izdelkov dnevno nadzorujejo v svojih laboratorijih, kjer se izvaja pregled mehanskih in kemičnih lastnosti. Izdelujejo žice za trdo spajkanje, žice za varjenje, palice za varjenje, metalizacijsko žico in različne izdelke zmožnih kapacitet, ki jih po dogovoru s kupcem obvladajo.

2.4 Litje drogov

Ker so drogovci osnovni polizdelek oziroma surovec za stiskalnico morajo biti vsaj na kratko opisani. Za proizvodnjo drogov se uporablja najmodernejša tehnologija, s katero se zagotovi primerna metalografska struktura, ki je ugodna za preoblikovanje in ima nizko vsebnost vodika. Postopek litja poteka na vertikalnem livnem stroju, kjer litina teče v kokile in se hladi z vodo iz zaprtega sistema. Livni čep se pomika navzdol 8 metrov v globino in ob dotoku litine nastane do 7,5 metra dolg drog. Naenkrat se izdelujejo 4 drogovci, ki se ob zaključku procesa transportirajo vertikalno iz livne jame v skladišče, od koder nadaljujejo pot na stiskalnico. (Talum, 2019)

2.5 Splošno o ekstrudiranju aluminija

Aluminija v izobilju najdemo v zemljini skorji v obliki rude, imenovane »boksit«. Iz te rude se ga rafinira tako, da se jo pomeša z drugimi elementi in nato z elektrolizo nastane aluminij. Ko nastane aluminij, se ga pretali in lije v hlode ali pa brame. Aluminijaste zlitine se razlikujejo glede na vrsto in količino dodatkov. Liti aluminij v obliki drogov je surovina, ki se uporablja za proces ekstrudiranja aluminija. Orodja, ki se uporabljajo, da dobimo zahtevani profil, so običajno zelo zahtevna za izdelavo. Je pa spet odvisno od oblike končnega izdelka, ki ga želimo. Orodje je običajno iz jekla, ki je poboljšano z nitriranjem, ima odprtino (ali morda več) v obliki zelenega profila. Vsak edinstveni profil zahteva lastno edinstveno orodje. Ekstrudiranje aluminija je proces, ki je zelo odvisen od toplote. Spremljanje temperature od začetka do konca je ključnega pomena za zagotavljanje dobrih mehanskih lastnosti aluminijeve zlitine, kot sta

natezna trdnost in trdota. Postopek ekstrudiranja aluminija se začne s segrevanjem okroglic ali drogov približno na 400–480 °C (750–900 °F). Aluminijasta zlitina je tako še vedno trdna, vendar voljna. Pri segrevanju aluminij izgleda enako, ne spremeni barve, ko je vroč. Segreta aluminijasta okroglica se prenese v recipient, kjer stiskalni bat pritiska segreto okroglico proti orodju. Ko se dvigne tlak v recipientu, material začne siliti skozi orodje in prevzemati obliko orodja. Rezultat je dolga dolžina preoblikovanega aluminija v profil. S pomočjo izvlačevalca se iztiskani profil raztegne po stiskalni progi, vse dokler se proces stiskanja ne zaključi. Po končanem stiskanju se hladni profili ravnaajo na ravnalnem stroju, kjer jih raztegnejo približno do 2 %. Na koncu se opravijo še obrez in razrez ter pakiranje. Tako je izdelek pripravljen na odpremo in prevoz do končnega naročnika. (Basics of Extrusion, 2019)

3 SPLOŠNO DELOVANJE 20 MN STISKALNE LINIJE

3.1 *Obrazložitev osnovnih delov stiskalnice*

Stiskalni bat za cevi

Stiskalni bat za cevi je del stiskalnice, ki je pritrjen na konec hidravličnega bata na stiskalnici in se vertikalno pomika levo in desno v recipient ter na takšen način stiska aluminij. Po celotni dolžini je votel, to pa zato, da prebijalni člen in prebijalni trn gresta skozi njega. Na koncu ima narejen konus, na katerega pride pritrdjevalni prstan, ki je viden na desni strani slike. S tem prstanom se stiskalni bat centrira in pritrdi na stiskalnico. Na drugi konec bata pa med procesom stiskanja pred bat pride stiskalna predplošča za stiskanje brezšivnih cevi, ki ima vlogo tesnjenja pred zalivanjem aluminija nazaj proti batu.



Slika 11: Slika stiskalnega bata za brezšivne cevi

Vir: (Lastni vir)

Stiskalni bat za palice/profile

Stiskalni bat za palice/profile je del stiskalnice, ki je pritrjen na konec hidravličnega bata na stiskalnici in je poln po celotni dolžini, na koncu pa ima prirejen sistem za pritrditev fiksne stiskalne predplošče, ki preprečuje zalivanje materiala nazaj proti batu med stiskanjem aluminijaste okroglice. Na sliki na desni strani se vidi sistem za pritrditev fiksne stiskalne predplošče.



Slika 12: Stiskalni bat za palice/profile

Vir: (Lastni vir)

Prebijalni člen

Prebijalni člen je del stiskalnice, ki je pritrjen na konec drugega hidravličnega bata na stiskalnici, ki je v sredini hidravličnega bata za pomik stiskalnega bata. Na enem koncu ima zunanji navoj za pritrditev na stiskalnico, kar se vidi na levi strani na sliki, na drugem koncu pa ima navojno izvrtino za pritrditev prebijalnega trna, kar se vidi na desni strani slike. Celoten prebijalni člen je dolg 1800 mm in ima okoli 200 kg. Montira se ga s pomočjo jeklene pletenice in mostnega dvigala. Na koncu ima izdelane ravne ploskve, s pomočjo katerih se s posebnim ključem privija ali odvija.



Slika 13: Slika predirnega člena

Vir (Lastni vir)

Recipient

Recipient je del stiskalnice, ki je montiran nanjo. Za prečni pomik levo in desno imamo na stiskalnici dva hidravlična bata, ki recipient s pomočjo štirih 8 metrov dolgih vijakov in prstana pomikata vertikalno levo in desno. Vanj se vstavi aluminijasta okroglica, ki se nato s pomikom stiskalnega bata stiska skozi stiskalno matrico. Na levi strani slike ima puša recipienta izdelan konus, ki je enak konusu orodja. To pa zato, da se recipient ob nasedanju nanj centrira in tesni, da material med stiskanjem ne uhaja. Naloga recipienta je ohranjati temperaturo okroglice, saj ima v notranjosti montirane grelce, in omejiti material, ko se ta stiska.



Slika 14: Slika recipienta

Vir: (Lastni vir)

Depaletizer

V sklopu stiskalne linije 20 MN imamo dva depaletizerja, in sicer enega, ki na koncu razrezne linije za aluminijaste drogove nalaga okroglice na posebne palete, in drugega, ki je spodaj na sliki in razlaga okroglice iz palete na progo, po kateri se nato dozirajo v indukcijsko peč. Depalitizer je torej naprava za zlaganje in razlaganje aluminijastih okroglic. Narejen je iz vodil in klešč za prijemanje okroglic ter iz dozirnega traka, da se lahko ena paleta razlaga, druga pa že pripravlja. Največja dolžina okroglice, ki jo lahko prenese, je 1000 mm, najkrajša pa 280 mm.



Slika 15: Depaletizer

Vir: (Lastni vir)

Indukcijska peč

Indukcijska peč je naprava za segrevanje okroglic na potrebno temperaturo materiala, odvisno od zlitine in tehnologije. Nameščena je takoj za depaletizerjem. V tej peči lahko segrevamo aluminijaste okroglice dolžine do 1000 mm. Segrevanje se zaradi inovativne indukcijske tehnologije izvede zelo hitro, do 3 minute, kar je dodatna prednost v primerjavi s plinskimi in električnimi pečmi, ki zasedejo bistveno več prostora in pri katerih segrevanje traja tudi do 30 minut ali več.



Slika 16: Indukcijska peč

Vir: (Lastni vir)

Potiskač

Potiskač je del indukcijske peči, ki je zadolžen, da v peč potisne okroglico vse do držalca. Ima tudi funkcijo potiskanja okroglice iz peči in merjenja temperature noge okroglice med segrevanjem, saj ima na koncu dve merilni konici, ki ves čas segrevanja merita temperaturo.

Protidržak

Protidržak je del indukcijske peči in je nameščen za njo. Zadolžen je, da drži okroglico v peči, dokler ne doseže po tehnologiji predpisane temperature in za merjenje temperature glave okroglice med segrevanjem. Ob vseh pogojih se umakne nazaj in na stran, aluminijast blok pa potisne potiskač iz indukcijske peči na progo, od koder se po tekočem traku transportira naprej.

Stiskalna matrica

Stiskalna matrica je del orodja, od katerega je odvisna zunanja dimenzija izdelka. Stiskalno matrico vidimo v sredini stiskalnega konusa. Zaradi nastavitve dimenzije je od stiskalnega konusa ločena. Nastavlja se s pomočjo 50 mm široke jeklene pločevine, ki je različnih debelin. Pločevina za zalaganje je debeline od 0,1 mm do 0,3 mm.



Slika 17: Stiskalna matrica

Vir: (Lastni vir)

Stiskalni konus

Stiskani konus je del orodja, v katerega se vstavi stiskalna matrica. Naloga konusa je tudi, da se nanj nasloni recipient, ki ima na puši prav tako konus in na ta način tesni, da material pri stiskanju ne uhaja in da s tekočim dušikom prek izdelanih kanalov med stiskanjem hladi orodje. Hladilni kanali so razvidni na spodnji sliki v sredini stiskalnega konusa. Stiskalnih konusov imamo več vrst. Spreminja se dimenzija izvrtine v sredini, to pa zaradi različnih premerov cevi, ki jih lahko stiskamo. Izvrtine na konusih se gibljejo med Φ 85 mm in Φ 110 mm.



Slika 18: Stiskalni konus

Vir: (Lastni vir)

Prebijalni trn

Prebijalni trn je del orodja, ki se pritrdi na prebijalni člen. Od njega je odvisna notranja dimenzija cevi. Na levi strani slike se vidi, da ima narejen konus in ravni konec, to pa zato, da gre v luknjo matrice, kjer se ustavi zračnost med matrico in ravnim koncem, kar nam pomeni debelino stene brezšivne cevi, material pa nato ob stiskanju stiskalnega bata »teče« okoli njega v brezšivno cev. Na desni strani ima navoj, s katerim je pritrjen na predirni člen. Imamo več različnih dimenzij prebijalnih trnov, to pa je odvisno od naročila, kakšne dimenzije mora biti izdelek. Notranji premer brezšivne cevi uravnavamo s premerom levega konca prebijalnega trna, zunanji premer pa s stiskalno matrico. Glede na zunanji premer in steno iz praktične uporabe tečenja materiala vemo, kateri premer prebijalnega trna bomo uporabili, in sicer imamo na razpolago premera Φ 75 mm in Φ 65 mm – to je premer najdaljšega ravnega dela na prebijalnem trnu na spodnji sliki. Večje dimenzije in tanjše stene cevi imajo debelejšše premere prebijalnih trnov, medtem ko imajo manjše dimenzije in debelejšše stene cevi manjši premer prebijalnih trnov.



Slika 19: Prebijalni trn

Vir: (Lastni vir)

Kalilna cev

Kalilna cev je podaljšek stiskalnice, ki je med stiskalno progo in koncem stiskalnice. Njena naloga je, da ekstrudirane izdelke zakali takoj ob iztiskanju in tudi ohladi na primerno temperaturo, da lahko delavca na stroju delata z materialom. Na kalilno cev priteče kalilna voda, ki je v zaprtem sistemu. Črpa se iz zbiralnika kapacitete 50 m^3 in se hladi v hladilnem bloku, nameščenem zunaj proizvodnih prostorov. Montaža in demontaža kalilne cevi se izvajata s pomočjo mostnega dvigala in jeklene vrvi.



Slika 20: Kalilna cev

Vir: (Lastni vir)

Cev za vroče stiskanje

S cevjo za vroče stiskanje stiskamo vroče stiskane izdelke. Izdelke takrat hladimo z zrakom iz ventilatorja. Takšni izdelki niso kaljeni na stiskalnici in so njihove mehanske lastnosti nekoliko drugačne od kaljenih. Uporablja se predvsem zaradi težav z ovalnostjo cevi, ki se pojavi pri izdelavi brezšivnih cevi s tanjšo steno. Montaža cevi za vroče stiskanje se izvaja s pomočjo mostnega dvigala in prenašalnih tekstilnih pasov.



Slika 21: Slika cevi za vroče stiskanje

Vir: (Lastni vir)

Krožna žaga za razrez

Krožna žaga za razrez je nameščena na iztočno stiskalno linijo, natančneje na vodila, da se lahko po dolžini nastavlja, odvisno od tega, kolikšno dolžino kupec naroči. Sestavljena je iz elektrokrmilja, ki krmili pomik žage, in odsesovalne naprave, ki odsesava opilke aluminija, ki nastajajo pri rezanju. Delavec na stroju z dvoročnim vklopom zaradi varnostnih zahtev vklopi žago, nato dve nogi pritisneta obdelovanec, da je fiksni, nakar se izvede odrez.

Fiksna stiskalna predplošča za palice

Fiksna stiskalna predplošča se uporablja pri postopku stiskanja palic. Fiksno je pritrjena na stiskalni bat za palice. Njena naloga je, da zatesni stik med batom in pušo v recipientu, medtem ko se bat pomika vertikalno po recipientu proti orodju in stiska aluminijasto okroglico. Ob pomiku nazaj je dimenzionirana na takšen način, da se nekoliko skrči, in sicer za lažje vračanje nazaj skozi pušo recipienta. Ta predplošča nima narejenih utorov in je v celoti gladka, saj tukaj želimo, da se odlepi od stiskalniškega ostanka. S tem sistemom delavcu na stroju ni treba opraviti naloge odreza stiskalniškega ostanka.



Slika 22: Fiksna stiskalna predplošča za palice

Vir: (Lastni vir)

Predplošča za cevi

Predplošča za cevi se uporablja pri postopku stiskanja brezšivnih cevi. Zaradi stiskanja različnih premerov brezšivnih cevi imamo dve različni predplošči za stiskanje cevi: ena ima zaradi potrebe po večjem premeru prebijalnega trna pri stiskanju večjih dimenzij brezšivnih cevi luknjo $\Phi 75$ mm in druga zaradi manjšega premera prebijalnega trna luknjo $\Phi 65$ mm. Vsaka izmed teh dveh predplošč ima luknjo izdelano na toleranco H7, zato da stik med luknjo in prebijalnim trnom čim bolj tesni.



Slika 23: Stiskalna predplošča za brezšivne cevi

Vir: (Lastni vir)

Vsaka izmed dveh predplošč za stiskanje brezšivnih cevi ima narejena na sprednji strani dva utora. Ta dva utora sta narejena z namenom, da se aluminijasti stiskalniški ostanek drži predplošče, vse dokler delavec na stroju s posebnimi hidravličnimi škarjami stiskalniškega ostanka ne odreže in ga loči v poseben zaboj za pretaljevanje, predploščo pa pošlje nazaj na stiskalnico za nov cikel stiskanja.

Aluminijasta okroglica

Okroglica je surovec, ki ga uporabljamo pri obeh postopkih stiskanja. Pri stiskanju palic so dolžine okroglic od 400 mm do maksimalno 700 mm, dolžina pa je odvisna od zlitine, ki jo stiskamo. Pri stiskanju brezšivnih cevi je maksimalna dolžina okroglice 360 mm, in sicer zaradi omejitve vertikalnega pomika predirnega člena in dolžine trna, najmanjša dolžina pa 280 mm. Okroglice se po novi pridobitvi stružnice pri posebnih zlitinah tudi stružijo za doseganje boljše kakovosti površine izdelka. Stružijo se iz premera Φ 218 mm na premer Φ 215 mm.



Slika 24: Aluminijasta okroglica

Vir: (Lastni vir)

Za potrebe drugih stiskalnic v podjetju Impol v livarni po naročilu izdelujejo tudi drogove večjih premerov, to je do Φ 380 mm, in tudi manjših, to je od Φ 180 mm naprej.

Navijalec

Navijalec je naprava za navijanje palic/profilov v kolobarje. Na tem delu stroja sta potrebna dva delavca. Ob začetku stiskanja palic najprej pripeljeta palice do navijalnih bobnov, in ko so palice dovolj dolge, jih priključita na navijalec. Ob koncu stiskanja se na stiskalnici izvede odrez stiskalniškega ostanka in palice se navijejo na navijalne bobne na navijalcu. Delavca iz bobnov kolobarje navitih palic snameta in odložita na posebno paleto za kolobarje, ki se nato prepelje na drugi obdelovalni stroj.



Slika 25: Navijalec

Vir: (Lastni vir)

Cona za kontrolo temperature okroglice

Cona za kontrolo temperature okroglice je med transportnim trakom iz peči in prečnim transporterjem. Zadolžena je za kontrolo temperature okroglice pred stiskanjem na treh različnih lokacijah. Ta del stiskalnice se je s posodobitvijo dodatno montiral zaradi doseganja zahtev standarda za avtomobilsko industrijo. Merilno območje cone je od 0 °C do 550 C°.

Bornitridni dozator

Bornitridni dozator je naprava, ki je sestavljena iz črpalke za bornitridni prah, šobe, plastičnega omejevala in odsesovalnega sistema. Namenjen je mazanju vročih aluminijastih okroglic pred stiskanjem. Bornitridno mazanje se uporablja samo pri procesu stiskanja palic in profilov s fiksno stiskalno predploščo. To pa prav zaradi težave, ki se je pojavila brez mazanja, da se stiskalniški ostanek zlepi s fiksno stiskalno predploščo, česar pri tem procesu ne želimo.

Prečni transporter

Prečni transporter je naprava za prečni transport aluminijaste okroglice iz tekočega traka, ki pripelje okroglico iz peči do podajalca. Pri stiskanju palic ali profilov je programiran tako, da se za sekundo ustavi pred bornitridnim dozatorjem. Pri stiskanju cevi pa gladko prečno prestavi okroglico iz tekočega traka do podajalca.

Podajalec

Podajalec je naprava, ki pripelje okroglico med stiskalni bat in recipient, nakar se izvede gib stiskalnega bata proti recipientu, da aluminijasto okroglico potisne v recipient do orodja, nato pa se podajalec umakne in začne se proces stiskanja.

3.2 Ravnalni stroj Truninger

Po stiskanju brezšivnih cevi pri procesu stiskanja brezšivnih cevi se morajo cevi, ki so bile vroče stiskane, najprej ohladiti, hlajene z vodo pa se lahko nemudoma ravnaajo. Ravnanje se izvaja na ravnalnem stroju Truninger. Pri ravnanju se brezšivne cevi raztegujejo približno do 2 %, pri čemer se zunanji premer cevi zmanjša in brezšivna cev poravna. Po procesu ravnanja se cevi pošljejo po liniji naprej do žage, kjer se obrežejo odtisi od čeljusti ravnalnega stroja, nakar se spakirajo v palete za odpremo. Pri tem procesu sodelujejo štirje posredovalci. Dva sta na ravnalnem stroju in dva na razrezu in pakiranju. Pri ravnanju morajo biti pozorni na pravilno pritrdjevanje cevi v čeljusti ravnalnega stroja, da ne pride zaradi ukrivljenosti cevi ali palice med ravnanjem do strojeloma. Nazivna moč potega stroja je 150 t. Na tem ravnalnem stroju se lahko ravna polne palice do premera 35 mm in cevi do premera 72 mm in dolžine do 12 m. Linija je bila pred kratkim posodobljena. Zaradi naročil kupca iz avtomobilske industrije se je podaljšala dolžina mize ravnalnega stroja, naredila se je dvižna miza za enostavnejše in tišje nakladanje izdelkov v palete in posodobil se je zalogovnik materiala med ravnanjem in razrezom.

Nakladalna miza

Nakladalna miza je namenjena odlaganju materiala, ki ga bomo ravnali, in se ročno nastavlja narazen ali skupaj, odvisno od dolžine materiala, ki ga bomo ravnali. Pri nastavitvi razmika med podporami, ki so del nakladalne mize, je treba paziti, da podpore niso preveč skupaj ali narazen, da zaradi vitkosti materiala ne pride do prevračanja mize. Treba je biti tudi pazljiv, da je površina, ki je obložena s plastično oblogo, vedno v dobrem stanju, da se material po nepotrebnem ne uničuje.

Ravnalne čeljusti

Stroj je sestavljen iz dveh ravnalnih čeljusti. Glavna ravnalna čeljust je pritrjena na konec hidravličnega bata in tako omogoča čeljusti prečni pomik levo in desno, ta čeljust pa ima tudi možnost krožnega zasuka za ravnanje kompleksnejših oblik. Druga čeljust je na drugi strani nasproti glavne čeljusti in ima možnost pomika naprej in nazaj. S premikanjem teh čeljusti nastavljamo dolžino ravnanja.

Zalogovnik pred žago

Zalogovnik pred žago je narejen z namenom, da se ravnanje na ravnalcu izvaja hitreje kot razrez in da je možno poravnati eno paletu, nato pa jo razrezati in spakirati ali pa med rezanjem na nakladalno mizo naložiti s pomočjo mostnega dvigala in dvižnih pasov na material. Zalogovnik je rahlo nagnjen, da se material odkotali od ravnalca proti žagi.

Žaga za razrez

Žaga za razrez je namenjena razrezu na daljše dolžine in manj zahtevne tolerance. Za doseganje ožjih toleranc je razrezna linija v sosednjem obratu, ki nudi razrez. Žaga za razrez je polavtomatska. Na mizi se najprej nastavi dolžina z omejevalno rampo, nato pa se z dvoročnim vklopom izvede rez. Odpad in material se odstranita ročno in nato se lahko izvede ponovni rez. Največji možni premer razreza je $\Phi 90$ mm.

Dvižna miza

Dvižna miza je namenjena lažjemu in manj hrupnemu zlaganju razrezanega materiala v palete. Prirejena je tako, da je kompatibilna z dvema možnima paletama, v kateri se lahko zлага material. Pri daljši in širši paleti se podporne noge lahko razširijo in po potrebi za dvig in spust vklaplajo in izklaplajo. Izklopljene noge ostanejo skrajno spodaj, v osnovnem položaju, da med delovnim procesom niso moteče in nevarne za delavca.

3.3 Stružnica Puma

Stružnica Puma je del 20 MN stiskalne linije. Na njej se pripravljajo aluminijaste okroglice, ki jih iz aluminijastih drogov narežejo in po potrebi postružijo ter na koncu tudi ultrazvočno pregledajo. Delovni proces se začne s transportom naročene zlitine materiala iz avtomatskega skladišča drogov v obratu Livarna. Od tam se drogovci z bočnim viličarjem pripeljejo na nakladalno rampo, od koder se naprej po tekočem traku dozirajo na razrez. Po razrezu okroglice po potrebi, kar je odvisno od zlitine materiala, postružijo, kar izboljša kakovost površine

končnega izdelka zaradi oksidnih vključkov v obrobni coni okroglice. Po struženju sledi ultrazvočni pregled celotne dolžine okroglice. Na tem mestu se vse okroglice, ki ne prestanejo ultrazvočnega pregleda, zavržejo in pošljejo nazaj v pretaljevanje. Po pregledu sledi transport do depaletizerja, ki aluminijaste okroglice zloži iz tekočega traka na paletu. Na tem mestu se proces priprave okroglic zaključi.

Nakladalna rampa

Nakladalna rampa je del stroja Puma, kjer se z viličarjem nakladajo drogov na dvojico verižnega sistema, kjer prečno s pomikom verig premikamo drogov na dozirni trak žage. Linija je popolnoma avtomatizirana, ročnega dela tukaj ni, saj je nemogoče prestavljati 2 t deške drogov. Celotna nakladalna rampa je izdelana zelo robustno, saj mora prenesti mase do 20 t. Pred kratkim je bila posodobljena. Prejšnji sistem nakladalne rampe je deloval gravitacijsko, in sicer tako, da so se drogov kotalili po klancu proti dvema rokama, ki sta drog privzdignili na dozirni trak, kar pa je ob trku drogov enega ob drugega povzročalo veliko hrupa. Nov sistem ne deluje več gravitacijsko, temveč sta za pomik namenjena dve verigi, ki ob vklopu pomika pomakneta drogov neposredno na dozirni trak. Z novim sistemom se je hrup zmanjšal za 80 %.

Ščetkalna naprava

Ščetkalna naprava je del stroja, kjer se ob pomiku droga na žago celoten drog poščetka, kar prispeva k izboljšanju površine končnega izdelka. Narejena je tako, da lahko ščetkamo drogov od premera Φ 180 mm do premera Φ 380 mm, in se ob potrebi pripelje na mesto pred žago ali pa odmakne.

Žaga za razrez drogov

Žaga za razrez drogov je naprava, na kateri se izvaja razrez drogov od premera Φ 180 mm do premera Φ 380 mm in dolžin od 50 mm do 1650 mm. Krožna žaga ima list premera 1000 mm in na koncu zob ploščice iz karbidne trdine, to pa zato, da se ob rezanju aluminijastih drogov ne skrha tako hitro. Žaga je popolnoma avtomatizirana, ograjena je s protihrupno zaščito, odsesovalnim sistemom za ostružke in sistemom za izmet glave in noge droga, ki se mora zavržeti. Glava in noga drogov se nato odpelje v livarno na ponovno pretaljevanje. Po tem procesu sledi struženje okroglic.

Naprava za označevanje okroglic

Na napravi za označevanje okroglic se po razrezu okroglic izvede dejanje njihovega označevanja. Označevanje okroglic poteka z vibracijami igle, ki jo računalniško vodi stroj, glede na to, kaj želimo imeti izpisano. Označevanje se izvaja na čelni strani okroglic.

Stružnica Puma

Stružnica Puma je naprava, na kateri se vzdolžno stružijo aluminijaste okroglice za potrebe izboljšanja kakovosti površine končnega izdelka pri nekaterih zlitinah aluminija. Sestavljena je iz vpenjalne in podporne glave, med kateri se vpne aluminijasto okroglico in se jo s stružnim nožem vzdolžno struži. Proces struženja poteka v zaprti komori. Stružnica ima montirano tudi odsesovalno napravo za odsesavanje ostružkov.

Kad za ultrazvočni pregled

V kadi za ultrazvočni pregled se izvaja ultrazvočni pregled okroglic po celotni dolžini. Pri tem postopku se celotna okroglica potopi v kad, napolnjeno z vodo, nato pa ultrazvočno tipalo pregleda s prečno-vzdolžnim pomikom celoten drog in ga po uspešno prestatem preizkusu pošlje naprej ali pa ob neuspešno prestatem preizkusu izloči iz proizvodnega postopka.

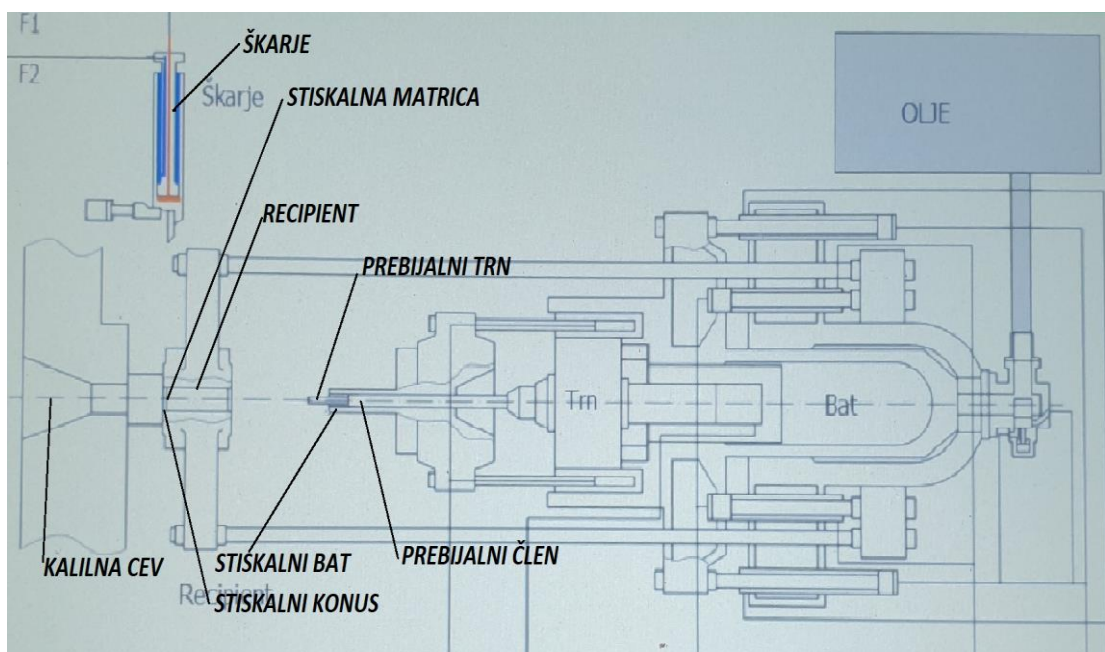
Paletizer

Paletizer je zadnji del tega dela stroja. Na tem mestu paletizer vse okroglice, ki so uspešno opravile ultrazvočni preizkus, s posebej narejenimi kleščami zloži na paleto, ki jo z viličarjem pripravi delavec. Na paleto se lahko naloži od 1 do 28 aluminijastih okroglic. Ob polni paleti se oglasi alarm za napolnjenost in v sistem zabeleži številko palete, saržo zlitine in aluminijasto zlitino, iz katere so okroglice. Nato se s posebnim vozičkom, na katerem sta dve paleti, prestavi prazna na mesto paletizerja in polna na mesto, kjer je mogoče polno paleto odpeljati z viličarjem. Polne palete se zložijo v skladišče, od koder jih nato pripeljemo na depaletizer na stiskalnici.

3.4 Splošno delovanje 20 MN stiskalnice

Na 20 MN stiskalni liniji je mogoče stiskati polne palice/profile ali brezšivne cevi. Če želimo stiskati eno ali drugo, moramo imeti na stroju montirano pravilno namensko orodje: stiskalni bat, vmesni člen, stiskalno predploščo, prebijalni trn in matrico ter pravilno iztočno stiskalno linijo za polizdelke, ki pa se zopet razlikuje v odvisnosti od programa stiskanja. 20 MN stiskalna linija je sestavljena iz več različnih sklopov: depaletizerja vhodnega materiala, peči za

segrevanje okroglic, stiskalnice (stiskalni bat, vmesni člen – samo pri stiskanju brezšivnih cevi, recipienta, kasete za orodje, iztočne stiskalne linije in navijalca – samo pri stiskanju palic/profilov.) Delovanje celotne stiskalne linije je v teoriji zelo enostavno. V praksi pa je ogromno parametrov, od katerih je odvisna kakovost izdelkov. Najprej se na depaletizer zloži pravilna zlitina aluminijastih okroglic, ki se predpripravijo v proizvodnem procesu na pravilno dolžino, predpisano na delovnem nalogu. Na komandnem pultu se s pomočjo postrojenja Siemens vnese tehnologija za delovni nalog, s katero se spremljajo proizvodni parametri stroja – to je nujno potrebno za doseganje standardov avtomobilske industrije, ki zahteva sledljivost na vsakem koraku proizvodnega procesa. Po vnosu in potrditvi delovnega naloga depaletizer zloži okroglice v peč, kjer se segrevajo na 400–500 C°, odvisno od zlitine, ki se bo stiskala, in predvidenih mehanskih lastnosti končnega izdelka. Po doseženi temperaturi se okroglica transportira do merilne postaje, kjer se izvede kontrola temperature okroglice. Po prestani kontroli se okroglica prek prečnega transporterja in podajalca dozira med bat in recipient, kjer bat potisne okroglico v recipient do stiskalne matrice, kjer se izvede faza gnetenja, nato pa stiskanja.



Slika 26: Shema 20 MN stiskalnice

Vir: (Lastni vir)

Na shemi je stranski ris stiskalnice in na njej so označeni njeni pomembnejši deli.

3.4.1 Stiskanje palic/profilov

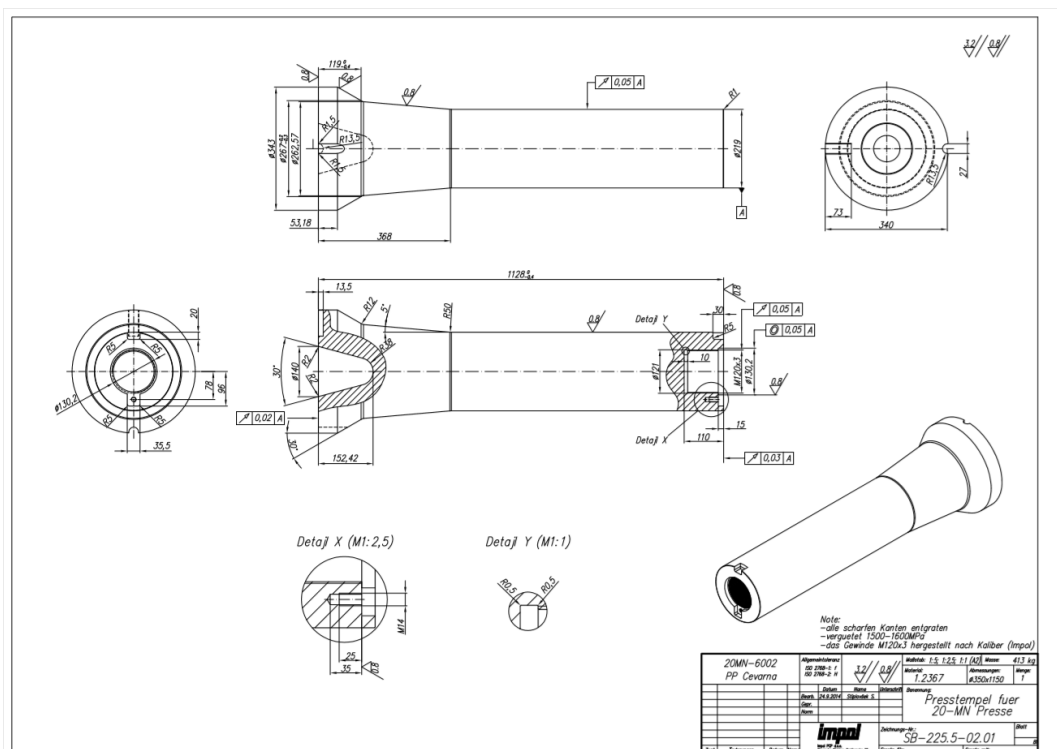
V kaseto z orodjem se vstavi pravilno orodje, predgreto v peči, ki je predpisano na delovnem nalogu za vsakega naročnika posebej. Nato se iz peči dostavi po transportnem traku segreta okroglica. Okroglico s pomočjo vzvodnih rok vstavimo v recipient, nato pa bat pritisne okroglico proti orodju in na ta način material preoblikujemo v obliko, kakršne je vstavljeno orodje. Pri stiskanju je odvisno, koliko žilno orodje imamo – toliko palic/profilov bomo navijali na navijalec. Do navijalca dva delavca vodita vsak dve ali tri žile in jih priključita na navijalec. Postopek traja, vse dokler ne stisnemo celotne okroglice. Ko se celotna okroglica stisne, na orodju ostane majhen del okroglice. To je stiskalniški ostanek, običajno 10–15-odstotni delež, ki ga s škarjami, nameščenimi na stiskalnici, odrežemo in damo za pretaljevanje. S tem korakom se cikel stiskanja zaključi in lahko začnemo stiskati novo okroglico. Pred stiskanjem nove okroglice pa navijalec navije kolobarje, ki jih dva delavca ročno zložita na paleto.



Slika 27: Kolobarji, zloženi na jekleno paleto

Vir: (Lastni vir)

Za stiskanje palic ali profilov se uporablja namensko izdelan stiskalni bat, ki se mora ob menjavi postopka stiskanja menjavati. Na konec tega bata se montira fiksna stiskalna predplošča.

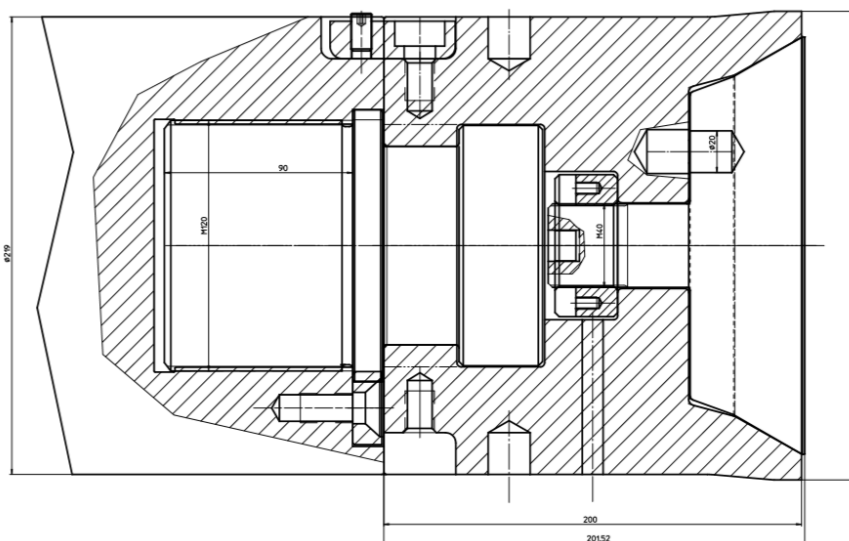


Slika 28: Delavniška risba stiskalnega bata za palice

Vir: (Delavniške risbe 20 MN stiskalnice)

Fiksna stiskalna predplošča je narejena tako, da se ob pritiskanju aluminijaste okroglice spredaj zaradi tesnjenja razširi, ob pomiku nazaj pa zoži, kar je lepo razvidno iz sklopa na spodnji sliki.

Stiskalna predplošča je spredaj brez utorov za držanje materiala, saj tega pri tem sistemu ne želimo.



Slika 29: Sklop fiksne stiskalne predplošče in stiskalnega bata za palice

Vir: (Delavniške risbe 20 MN stiskalnice)

3.4.2 Stiskanje brezšivnih cevi

V osnovi je stiskanje brezšivnih cevi zelo podobno stiskanju palic/profilov. Razlikuje se po tem, da je treba pri stiskanju brezšivnih cevi na stiskalnici imeti montiran votli stiskalni bat in vmesni člen, na katerega je montirano orodje predirni trn. Segreto okroglico pripeljemo po tekočem traku v recipient, nakar bat pripeljemo do začetka okroglice, kjer se ustavi. Nato se izvede gib vmesnega člena naprej, s čimer predirni trn prebije okroglico in se ustavi v stiskalni matrici skrajno naprej. Po tem koraku začne pritiskati stiskalni bat na stiskalno predploščo, ki je med okroglico in batom, zato da ne odteka material nazaj v votli bat. Tako se začne preoblikovanje okroglice v brezšivno cev. Delavec ob koncu cikla, ko škarje odrežejo stiskalniški ostanek, ročno izvleče cev in jo s pomočjo drugega delavca odloži v jekleno paleto.



Slika 30: Nalaganje brezšivnih cevi v jeklene palete

Vir: (Lastni vir)

Pri stiskanju brezšivnih cevi se mora najprej demontirati stiskalni bat za palice ali profile in nato montirati prebijalni člen in stiskalni bat za cevi. Na koncu bata se uporabi stiskalna predplošča za cevi.

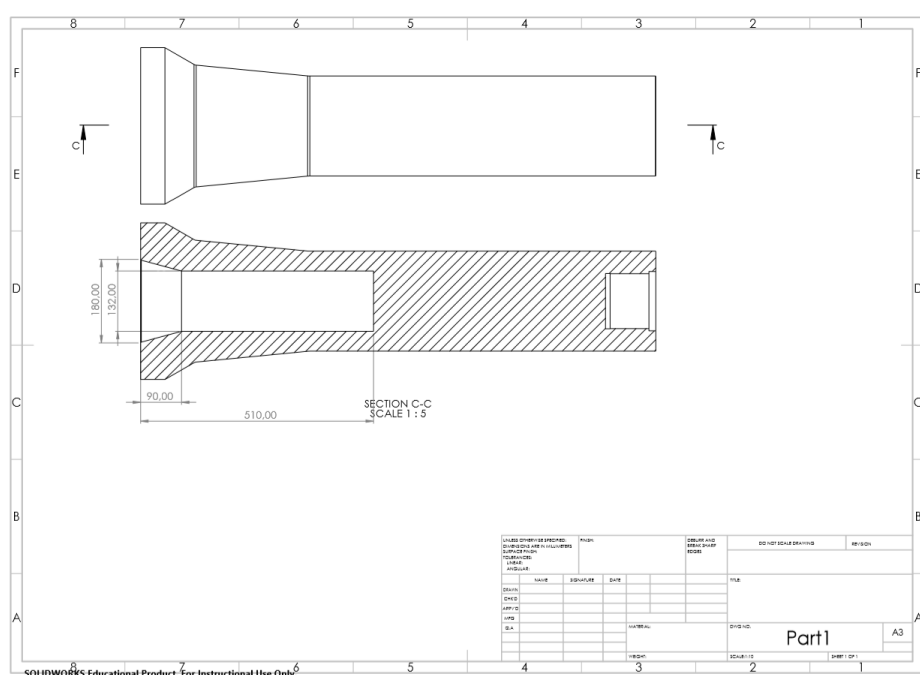
4 MOŽNOSTI OPTIMIZACIJE MENJAVE NA 20 MN STISKALNI LINIJI

4.1 Prva možnost optimizacije menjave

Pri prvi možnosti optimizacije bi se obstoječi stiskalni bat za palice ali profile dal predelati na takšen način, da bi se izvrtalo izvrtino do mere, ki je podana na delavniški risbi, podobno kot na stiskalnem batu za stiskanje brezšivnih cevi, le da je pri tem batu luknja skozi celoten bat. V tej poziciji se predirni člen na stiskalnici ustavi skrajno nazaj. S takšno predelavo bi pri menjavi postopka stiskanja demontirali stiskalni bat za stiskanje brezšivnih cevi in montirali stiskalni bat za stiskanje palic ali profilov, ali obratno, ter pripravili progo za stiskanje. Na takšen način bi se izognili demontaži in montaži predirnega člena, ne pa tudi segrevanju bata na delovno temperaturo, ki je za nemoteno delo in varnost proti lomu nujno potrebna. Po moji oceni bi s takšnim načinom optimizacije privarčevali približno eno uro. Takšen način optimizacije bi menjavo skrajšal iz tri do štiri ure na dve do tri ure.

4.1.1 Risba

Na risbi je iz prereza C/C razvidno, na kakšen način bi se izvedla prej opisana predelava stiskalnega bata za stiskanje palic. Stružila bi se izvrtina enakih dimenzij, kot je na stiskalnem batu za stiskanje cevi. Edina razlika je, da ne bo čez celotno dolžino, temveč samo do mere, podane na načrtu.



Slika 33: Risba predelave stiskalnega bata za palice

Vir: (Lastni vir)

4.1.2 Analitični preračun

Analitični preračun pri takšni predelavi ni potreben, saj se pri stiskanju brezšivnih cevi uporablja stiskalni bat istega prereza, na podlagi česar predvidevamo, da takšna predelava ne bi smela biti problematična glede dimenzij. Sila na bat je pri stiskanju brezšivnih cevi enaka kot pri stiskanju palic ali profilov, kar je razvidno iz grafov stiskalnih parametrov.



Slika 34: Slika grafa pritiska na 20 MN stiskalnici pri stiskanju brezšivnih cevi

Vir: (Lastni vir)



Slika 35: Slika grafa pritiska na 20 MN stiskalnici pri stiskanju palic

Vir: (Lastni vir)

Iz grafov pritiska stiskanja je razvidno, da tlak stiskanja niha od 0 barov do 195 barov na obeh grafih. Iz tega lahko sklepamo, da se pri obeh postopkih stiskanja pojavljajo podobne ali enake sile stiskanja.

4.1.3 Predračun za izvedbo

Matija Janžič
Gladomes 53 e
2316 Zg. Ložnica

zup. št.	Šifra	naziv	količina	Cena brez DDV	DDV %	popust %	Znesek brez DDV
1	26589 26589	STRUŽENJE BATA	1	1250,00	22%		1250,00
Osnova za obračun DDV:				Znesek brez DDV:			1250,00
DDV 22%				DDV 22%			275,00
				Skupaj količina:15			
				Skupaj za plačilo:			1525,00

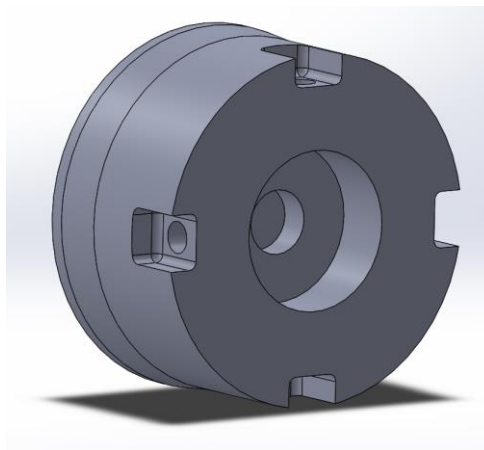
Slika 36: Predračun za predelavo stiskalnega bata za stiskanje palic

Vir: (Lastni vir)

4.2 *Druga možnost optimizacije menjave*

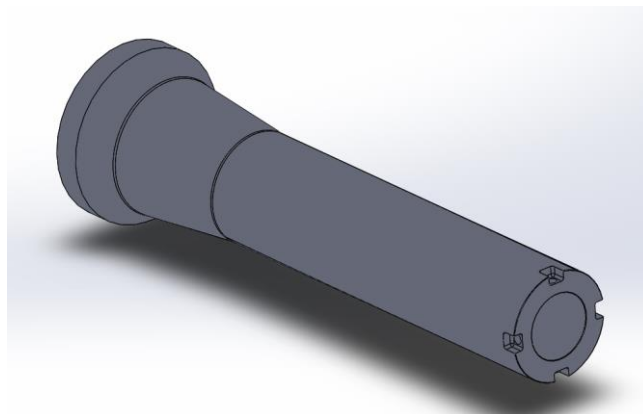
Pri drugi možnosti optimizacije menjave bi se predelal stiskalni bat za izdelavo brezšivnih cevi in fiksno stiskalno predploščo. Na batu in fiksni predplošči bi se dodali štirje utori z navojnimi izvrtinami. Na takšen način bi s štirimi vijaki in zagozdami pritrdili fiksno predploščo na stiskalni bat za stiskanje brezšivnih cevi. Na ta način ne bi bilo več treba demontirati stiskalnega bata za brezšivne cevi in predirnega člena. Morali bi samo montirati ali demontirati fiksno stiskalno predploščo in pripraviti progo za stiskanje. Razlika približno 100 mm v dolžini bata je dopustna, saj je še vedno, kljub podaljšanju, dovolj prostora pri doziranju okroglice, ko podajalec pripelje okroglico med bat in recipient. Takšen način optimizacije bi menjavo postopka stiskanja skrajšal na približno uro in pol do dve uri.

4.2.1 *Risba*



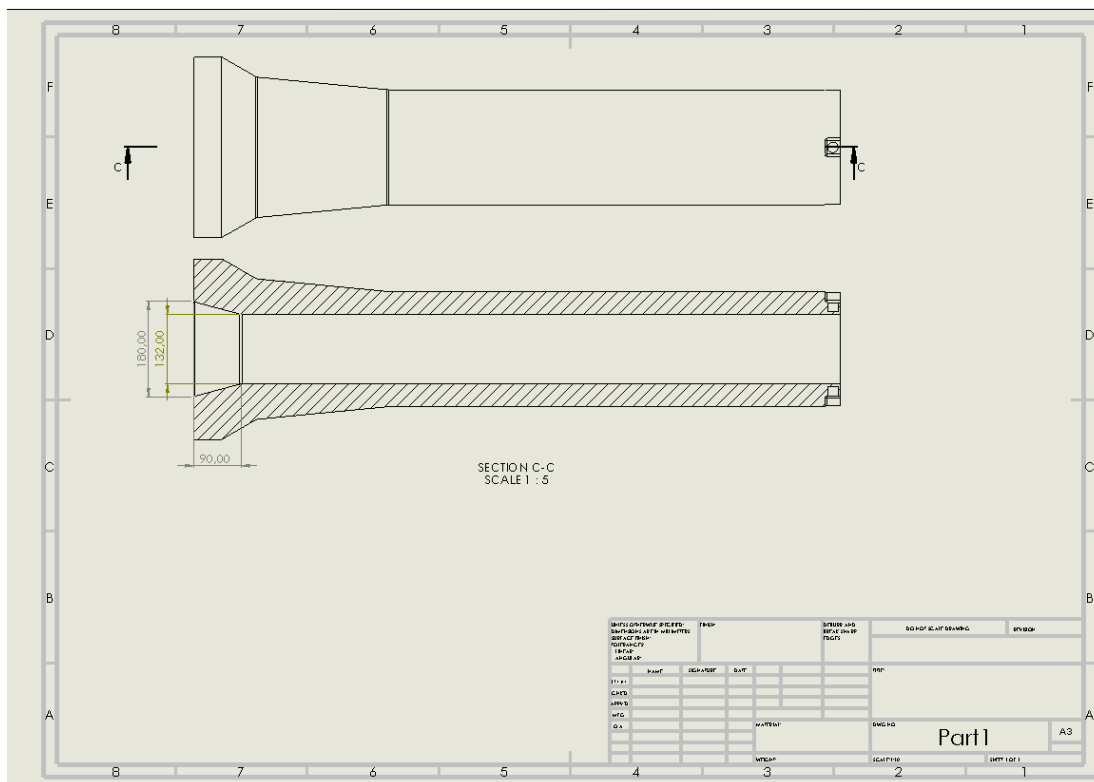
Slika 37: Slika predelane fiksne stiskalne predplošče za stiskanje palic

Vir: (Lastni vir)



Slika 38: Slika predelanega stiskalnega bata cevi

Vir: (Lastni vir)



Slika 39: Risba predelanega stiskalnega bata za cevi

Vir: (Lastni vir)

4.2.2 Analitični preračun

Preračunali smo štiri točke, in to na strig, kjer je fiksna stiskalna predplošča privijačena na stiskalni bat za brezšivne cevi, saj so ob pomiku bata nazaj vijaki obremenjeni s strižno napetostjo.

Strig

»Strig je deformacija teles, pri kateri leži sila vzporedno s ploskvijo, na katero prijemlje. Silo uravnovesi nasprotno enaka sila na nasprotni ploskvi, navor dvojice sil pa uravnovesi nasprotno enak navor dvojice sil v smeri pravokotno na prvo dvojico sil. Pri tovrstni obremenitvi se prostornina telesa ne spremeni znatno. Zgled strižne deformacije je vzvoj (torzija).« (Gubenšek, 2008)

Določitev sile na batu ob pomiku nazaj

Ob pomiku bata nazaj je sila na batu 70 barov, kar razberemo iz parametrov, ki so na panelu stiskalnice, za vračanje bata nazaj pa ima stiskalnica dva manjša bata premera 280 mm. Na podlagi tega podatka lahko izračunamo silo ob pomiku bata nazaj.

Merska enota NEWTON [N]

»Merska enota je dogovorjena vrednost veličine. Osnovne enote so: meter (m), kilogram (kg), sekunda (s), amper (A), kelvin (K) in mol (mol). Vse druge enote so izpeljane. Določimo jih iz osnovnih enot z ustreznimi veličinskimi enačbami. Izpeljane enote so na primer joule (J), pascal (Pa), newton (N) « (Dajčman, 2019).

Primer enote newton:

$$1\text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 1\text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Preračun sile bata nazaj

»Za preračunavanje vlečne ali potisne sile bata se uporablja naslednja enačba, pri čemer niso uporabljeni izkoristki in učinkovitosti bata in olja.« (Prav tam)

$$F_d = P_D \cdot A_D \cdot 10 \quad (4.2.1.)$$

$$F_D = 70\text{ bar} \cdot 2 \cdot 615\text{ cm}^2 \cdot 10$$

$$F_D = 861000\text{ N} = 861\text{ kN}$$

Površina se pomnoži z dva, ker sta dva bata premera 280 mm, ki potiskata glavni bat ob pomiku nazaj v skrajno zadnjo lego.

Pri tem so:

F_d – sila bata nazaj

P_D – tlak na batu

A_D – površina bata

Izračun površine bata

Ker je bat okrogle oblike, se računa površina kroga. Površina kroga se računa tako, da se kvadrat premera in produkt Pi deli s 4. (Bojan, 2007)

$$A_D = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \quad (4.2.2.)$$

$$A_D = \frac{28\text{ cm} \cdot \pi}{4} = 615\text{ cm}^2$$

Preračun vijakov na strig

»Pri čistem strigu predpostavljamo enakomerno porazdelitev strižne napetosti po prerezu vijaka. Iz prakse je znano, da ta predpostavka ustreza v primerih, ko sta dimenziji prereza približno enakih velikosti (tj. krog ali kvadrat), kar za bolj komplicirane prereze s tanjšimi stenami ne velja. S to enačbo preračunavamo na strig obremenjene kovice, sornike, vijake, zagozde in zware. To so tako imenovani elementi za zveze.« (Cvetaš, 1995)

$$\tau_s = \frac{F_s}{m \cdot A_p} = \frac{4 \cdot F_s}{m \cdot \pi \cdot d_p^2} \leq \tau_{s \text{ dop}} \quad (4.2.3.)$$

Pri tem so:

τ_s – strižna napetost vijaka

F_s – strižna obremenitev vijaka

m – število strižnih ploskev vijaka

A_p – prerez vijaka

d_p – premer vijaka

$\tau_{s \text{ dop}}$ – dopustna strižna napetost vijaka

$$\tau_s = \frac{4 \cdot 861000 \text{ N}}{4 \cdot \pi \cdot 20^2}$$

$$\tau_s = 685,16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Dopustna strižna napetost vijaka je enaka $\tau_s = 0,5 \text{ Re}$ pri enosmerni ali utripni dinamični obremenitvi, kar v našem primeru vijaka trdnostnega razreda 12.9 znese $550 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$, kar je nižje od izračuna. Na podlagi tega sklepamo, da bi moral izbrati večji premer vijaka, kar pa zaradi dimenzijskih omejitev ni mogoče. (Ren & Glodež, 2011)

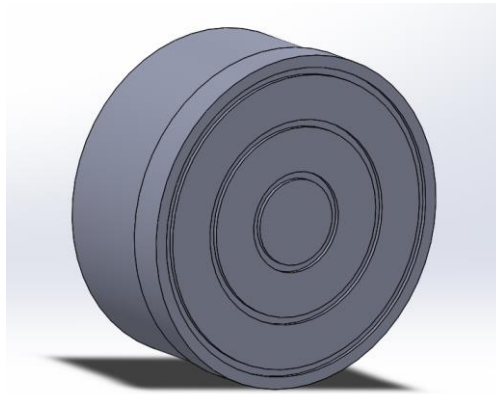
4.2.3 Predračun za izvedbo

Predračuna za to možnost zaradi nezmožnosti izvedbe nismo dali v izdelavo.

4.3 Tretja možnost optimizacije menjave

Pri tretji možnosti optimizacije bi obdržali stiskalni bat za stiskanje brezšivnih cevi. Stiskalna predplošča za cevi bi ostala enaka, za stiskanje palic pa bi naredili novo na enak način, kot je narejena za stiskanje brezšivnih cevi, ne bi pa imela v sredini izvrtine. S tem načinom optimizacije bi morali menjavati stiskalne predplošče, ki bi jih predgreli v peči za orodje, in pripraviti potrebno progo za stiskanje. Stiskalni bat in predirni člen pa bi vedno ostala zmontirana na stiskalnico. Optimizacija bi po naših domnevah skrajšala menjavo iz treh do štirih ur na uro do uro in pol.

4.3.1 Risba



Slika 40: Slika nove predplošče za stiskanje palic

Vir: (Lastni vir)

4.3.2 Analitični preračun

Analitični preračun pri takšni predelavi prav tako, kot pri prvi možnosti optimizacije, ni potreben, saj se pri stiskanju brezšivnih cevi uporablja stiskalni bat istega prereza in na podlagi tega predvidevamo, da takšna predelava ne bi smela biti problematična glede mehanske odpornosti stiskalnega bata. Sila na bat je pri stiskanju brezšivnih cevi enaka kot pri stiskanju palic ali profilov, kar je razvidno iz grafov stiskalnih parametrov, predstavljenih v prvem primeru optimizacije.

4.3.3 Predračun za izvedbo

Matija Janžič
Gladomes 53 e
2316 Zg. Ložnica

zap. št.	šifra	naziv	količina	Cena brez DDV	DDV %	popust %	Znesek brez DDV
1	26589	OSNOVNI MATERIAL	1	254,55	22%		254,55
2	26578	STRUŽENJE	1	265,00	22%		265,00
3	26887	TERMIČNA OBDELAVA	1	300,00	22%		300,00
Osnova za obračun DDV:							Znesek brez DDV: 819,55
DDV 22%							180,301
Skupaj količina:15							
Skupaj za plačilo:							999,851

Slika 41: Slika predračuna tretje možnosti

Vir: (Lastni vir)

Iz predračuna je razvidno, da se bodo izvedli struženje osnovnega materiala in termična obdelava ter nabava osnovnega materiala nove stiskalne predplošče. To bo skupaj z davkom znašalo skoraj 1000 EUR. Ta način optimizacije je tako najcenejši.

5 DISKUSIJA REZULTATOV

V diplomskem delu smo predstavili osnovno delovanje in režim dela na 20 MN stiskalni liniji ter se dotaknili tudi pomembnosti terminologije izdelave in načrtovanja proizvodnje. Med drugim smo v jedru diplomskega dela predstavili tri možne optimizacije postopka menjav. Pri prvi optimizaciji predlagamo struženje stiskalnega bata za stiskanje palic, pri čemer bi še vedno morali menjavati bat in ga ponovno segrevati na delovno temperaturo, kar ni tako ugodno kot tretja možnost, pri kateri zamenjujemo le stiskalne predplošče, ki jih predgrejemo v peči za orodje. S praktičnega in ekonomskega stališča se je druga možnost optimizacije, pri kateri bi se predelala stiskalni bat za cevi in fiksna stiskalna predplošča na način, da bi se privijačila, izkazala kot najslabša, saj je pri trdnostnem preračunu sila preseгла možne nosilnosti takšne konstrukcijske rešitve, prav tako je predračun več kot enkrat višji od tretje možnosti. Ekonomsko in tudi glede optimizacije mrtvega časa je najugodnejša zadnja tretja možnost optimizacije, saj je prihranek časa in denarja največji. Najdražja pa je druga možnost optimizacije. Vodstvo podjetja Impol se na podlagi podatka, da je letnik izdelave stiskalne linije 1964 in da je že kar veliko delov 20 MN stiskalne linije dotrajanih in utrujenih, ter dejstva, da je stiskalnica že bila posodobljena leta 2012 in je v načrtu nabava nove stiskalne linije za produkcijo brezšivnih cevi, ni odločilo za nobeno izmed možnih optimizacij, saj je v načrtu, da v prihodnosti 20 MN stiskalna linija stiska samo palice, za potrebe proizvodnih kapacitet brezšivnih cevi pa se nabavi nova stiskalnica za izdelavo brezšivnih cevi. V diplomskem delu smo kljub vsemu dokazali, kateri način optimizacije je najboljši in najugodnejši ter da je optimizacijo mogoče izvesti.

5.1 Primerjava lastnega dela s podobnim, na podlagi strokovnega članka

Optimizacija robotske manipulacije in programske opreme na liniji za sestavo elektromotorjev

»Nadgradnja opreme, ki je opisana v članku vsekakor pripomore pri izboljšanju surove moči robotske roke, je pa tudi obvladovanje in nadziranje robotov v časovni dobi desetih let, zelo napredovalo in zdaj omogoča optimiranje, ki ga v preteklosti ni bilo mogoče izvesti, npr. že omenjeno aktivno znižanje ravni vibracij v realnem času pri robotu C8, zaradi vgrajene nadgrajene piezo tehnologije. Optimizacijo se je izvedlo tudi z združevanjem različnih načinov gibanja, ki jih robotska roka omogoča. Vodenje robota lahko v osnovi razdelimo na, vodenje v zunanjih koordinatah (kartezične koordinate) in vodenje v notranjih koordinatah (koti v sklepih

robotske roke). Takšno vodenje je enostavnejše od obeh principov in se uporablja, kadar želimo, da se robotska roka najhitreje prestavi iz zelene točke A v točko B, pri čemer vmesna pot oz. gibanje ni pomembno. Večina aplikacij za programiranje robotskih rok zahteva oba pristopa vodenja, npr. vstavljanje kosa po določeni krivulji z določeno hitrostjo, nato čim hitrejši premik v drugo območje po poljubni poti in tam spet linearen gib. Problematika, ki se pojavi pri tem načinu vodenja robota je preklon med obema načinoma gibanja. Če se robotska roka v točki preklopa ustavi, to pomeni izgubo časa za zaviranje in pospeševanje, robot pa ima v tej vmesni, načeloma manj pomembni točki, hitrost nič. Vpeljava pomožnih točk za pridobivanje hitrosti je sicer kontraintuitivna, vendar je ključ v zveznosti, tako kot slalomist ni najhitrejši po najkrajši poti po daljicah med količki, temveč po kumulativno daljši zvezni poti.« (Koritnik, 2017)

V strokovnem članku je avtor predstavil optimizacijo robotske manipulacije in programske opreme na liniji za sestavo elektromotorjev. To so izvedli s pomočjo analiziranja gibanja robotske enote med proizvodnim postopkom in delovanja programske opreme na različne načine, pri čemer so slednjo na podlagi dognanj optimizirali na način, ki je najbolj zmanjšal mrtvi čas in hkrati ni uničil komponent stroja. V diplomskem delu smo analizirali delovanje 20 MN stiskalne linije in potek dela med menjavo postopka stiskanja, za menjavo smo predlagali tri različne možnosti optimizacije, ki smo jih analitično in ekonomsko preverili, ter na podlagi izračunov izbrali najboljšo. Podobnost, med našim delom in projektom predstavljenim v strokovnem članku, je v tem, da smo oboji optimizirali problem na način, da smo skrajšali mrtvi čas, razlika pa je v rešitvi te problematike. Pri optimizaciji robotske roke so težavo rešili z nadgradnjo programske opreme, ki je rešila težavo, pri nas pa smo težavo rešili s konstrukcijsko spremembo določenih komponent stiskalnice.

5.2 Predstavitev rezultatov optimizacij

Na podlagi vseh zbranih analitičnih in ekonomskih podatkov smo izdelali tabelo za preglednejšo predstavitev rezultatov. Iz tabele je razvidno, da je najugodnejša tretja možnost optimizacije menjave postopka, ki je najugodnejša in časovno najbolj skrajša mrtvi čas, najslabša možnost pa je prečrtana.

Tabela 1: Tabela predstavitve rezultatov

Možnosti optimizacije	Čas menjave pred optimizacijo linije (v urah)	Čas menjave po optimizaciji linije (v urah)	Cena za izvedbo optimizacije (v EUR)
1.	3–4	2–3	1525
2.	3–4	1,5–2	XXX
3.	3–4	1–1,5	999,85

6 SKLEP

Doseganje dobavnih rokov je v podjetjih dandanes velikega pomena. Kupci zahtevajo izredno kratke dobavne roke, ki pa so v praksi težko izvedljivi. To privede do začaranega kroga: v tovarnah se kopičijo naročila in skladišča so večkrat zapolnjena do vseh kapacitet, proizvodnja vseh ne zmore izvesti, vmes se pojavijo še nujna naročila, ki povzročijo še večji kaos, in položaj se zdi brezizhoden. Ta problem se da ublažiti oziroma skoraj v celoti rešiti z uvedbo pravilnega terminiranja, pri čemer je pomembno, da terminiramo po čim bolj optimalni metodi. Ker pa se vedno tudi s pravilno metodo terminiranja težave ne da rešiti, se večkrat zgodi, da je treba na stroju izvesti več zamenjav orodja in procesa. Takšne težave lahko rešujemo z optimizacijami menjav orodja ali postopkov. Vsakemu položaju oziroma liniji v proizvodnem obratu ne ustreza enaka metoda optimizacije, po kateri bomo optimizirali menjavo, ker so si stroji po nazivu in proizvodnih kompetencah različni, zato moramo optimizacije izvesti individualno za vsak stroj posebej in še to več različnih možnosti.

V diplomskem delu smo prikazali tri možne načine optimizacije menjave postopka stiskanja, ki se izvaja na 20 MN stiskalni liniji, kjer se po potrebi naročil kupcev, livnih zalog materiala in terminološki nujnosti naročil ciklično izvajajo menjave postopka stiskanja brezšivnih cevi ali palic. Cilje, ki smo si jih zadali, smo v celoti izpolnili. Predlagali smo najboljši primer optimizacije postopka menjave, pri čemer se je čas menjave postopka stiskanja skrajšal za več kot 60 % – iz tri do štiri ure smo postopek menjave skrajšali na eno do eno uro in pol. Raziskali smo vso potrebno literaturo, ki je bila nujna za optimiziranje linije. Na podlagi dejstva, da po optimizaciji ne demontiramo več predirnega člena in bata, lahko potrdimo tudi cilj glede zmanjšanja obrabe stiskalnice in posledično tudi natančnosti stiskalnice, saj ni treba več čakati, da se vmesni člen in bat segrejeta na delovno temperaturo in privijeta do končnega momenta, kot je to bilo potrebno pred optimizacijo, saj je to že narejeno. Prav tako lahko v celoti potrdimo hipoteze diplomskega dela, saj smo z izbrano optimizacijo postopka menjave zmanjšali neproduktiven čas ob menjavi postopka stiskanja, posledično zmanjšali obrabo stiskalnice zaradi večkratnih menjav ter ohlajanja in ponovnega segrevanja segmentov ter izboljšali natančnost stiskanih izdelkov, ker smo v izbrani najboljši optimizaciji predvideli, da predirni člen in bat ostaneta pri postopku menjave vedno zmontirana in se ju ne menjuje več.

Na podlagi vsega predstavljenega gradiva, ki smo ga v diplomskem delu predelali, ugotavljamo, da je najboljša in najugodnejša možnost optimizacije menjave postopka stiskanja tretja predlagana možnost, ki skrajša časovno menjavo postopka stiskanja za tri ure, kar pomeni

dobrih 60 % časa menjave pred optimizacijo, in je tudi cenovno najugodnejša – slabih 1000 EUR. Vodstvo podjetja Impol se za nobeno izmed možnosti optimizacije ni odločilo, saj je veliko delov 20 MN stiskalne linije za stiskanje brezšivnih cevi dotrajanih in utrujenih, zato je v prihodnjem načrtu razvoja Cevalne načrtovana nabava nove stiskalne linije za produkcijo brezšivnih cevi. Obstoječa pa naj bi stiskala samo še palice in profile, ki naj bi se v prihodnje rezale na krajše dolžine in ne navijale na kolobarje, saj je pri izdelavi kolobarjev izmet nekajkrat večji. V diplomskem delu smo dokazali, da se optimizacija linije lahko izvede. Predstavili smo najboljšo možno rešitev, vendar dvomimo, da bi se pri takšnem načrtu prihodnosti, kot je zastavljen sedaj za proizvodni proces P. C. P. Cevalna v podjetju Impol, kakršenkoli finančni vložek na dotrajano linijo ekonomsko izplačal.

7 BIBLIOGRAFIJA

Avtomobilska industrija. (26. julij 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/trgi/avtomobilska-industrija>

Basics of Extrusion. (10. september 2019). Pridobljeno iz Almag aluminium: <https://almag.com/resources/basics-of-extrusion/>

Bojan, K. (2007). *Krautov strojniški priročnik* (Izv. 14). Ljubljana: Littera picta.

Cvetaš, F. (1995). *Trdnost*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

Dajčman, D. (2019). *Zbir formul za trdnostne izračune*. Pridobljeno iz Dvigalotehna: <https://www.dvigalotehna.si/wp-content/uploads/2019/07/ZBIR-FORMUL-ZA-TRDNOSTNE-IZRACUNE.pdf>

Elektroindustrija. (20. avgust 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/trgi/elektroindustrij>

Farmacevtska industrija. (27. julij 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/trgi/farmacevtska-industrija>

Gubenšek, I. (2008). *Rešene naloge iz Trdnosti*. Maribor: Fakulteta za strojništvo.

Impol. (25. julij 2019). *Trgi*. Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/trgi>

Koritnik, D. (2017). Optimizacija robotske manipulacije in programske opreme na liniji za sestavo elektromotorjev. *Ventil*, 1(23), 54-57. Pridobljeno iz Revija Ventil: <http://www.revija-ventil.si/data/tekoci-letnik/2017/23-2017-1/koritnik.pdf>

O nas - Impol. (22. avgust 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/o-podjetju>

Obnovljivi viri. (20. avgust 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/trgi/obnovljivi-viri>

Potrošniške dobrine. (2019. avgust 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/trgi/sport-in-prosti-cas>

Prehrambna industrija. (26. julij 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/trgi/prehrambna-industrija>

Ren, Z., & Glodež, S. (2011). *Strojni elementi 1.del*. Maribor: Fakulteta za strojništvo.

Standard en 9100. (23. avgust 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/3357>

Standard en15088. (23. avgust 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/260>

Standard iatf 16949. (23. avgust 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/258>

Standard iso9001. (22. avgust 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/256>

Standard ohsas 18001. (22. avgust 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/257>

Standardi in politika. (22. avgust 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/3335>

Talum. (12. september 2019). Pridobljeno iz <https://talum-castings.si/>

Transportna industrija. (20. avgust 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/trgi/transportna-industrija>

Vesoljska industrija. (22. avgust 2019). Pridobljeno iz Impol: <http://www.impol.si/trgi/letalska-in-vesoljska-industrija>