

INOVATIVNI RAZVOJ IN IZDELAVA KOMPLEKSNEGA PROGRESIVNEGA ORODJA ZA SERIJSKO PROIZVODNJO POLIZDELKOV IZ VISOKO TRDNOSTNE PLOČEVINE Z INTEGRIRANIM VALJANJEM NAVOJEV

Marko KLINC, Marko LAH, Miha LEBIČ, Elvis NUHANOVIČ,
Gorenje Orodjarna, d. o. o.

IZVLEČEK

Inovativni pristopi pri razvoju orodja so omogočili izdelavo orodja, ki je v primerjavi s predhodnimi višje produktivno in omogoča avtomatsko izdelavo polizdelkov. Porabljena pločevina na enoto polizdelka je manjša za 38%, manjša je tudi porabljena energija. Jedro izziva je bila izdelava t.i. vratov z valjanjem navojev v orodju, ob dejstvu, da je uporabljena visoko trdnostna pločevina. Polizdelka sta opredeljena kot varnostna elementa v avtomobilu, kar še poveča zahtevnost projekta

Innovative approaches in the development of the tool have made it possible to produce tool that is more productive in comparison with the previous ones and enables the automatic production of stamped parts. The consumed material per unit of stamped parts is by 38% lower. The core of the challenge was the manufacturing of "necks" by rolling of threads in the tool, because the high strength sheet metal was used. Stamped parts are defined as safety parts in the car, which further increases the complexity of the project.

1 UVOD

Gorenje Orodjarna ima dolgo tradicijo izdelave orodij za preoblikovanje pločevine. Začetki orodjarstva v Gorenju segajo v daljno leto 1953. Z ustanovitvijo podjetja Gorenja Orodjarna d.o.o. kot samostojne pravne osebe v letu 1993 smo se intenzivneje podali na zahteven trg avtomobilske industrije, kjer smo od takrat utrdili položaj zanesljivega proizvajalca najzahtevnejših orodji za strukturne dele avtomobilov.

Od devetdesetih let prejšnjega stoletja je avtomobilska industrija uporabljala predvsem jeklo kot surovino za avtomobilsko ohišje. Drastično zniževanje skupne mase vozila je prisililo jeklarsko industrijo, da je razvila nove konkurenčne materiale. Rezultat tega so bila visoko trdnostna (HSLA) jekla z večjo trdnostjo in končno v zadnjih letih različna napredna visoko trdnostna (AHS) jekla z visoko in ultra visoko trdnostjo.^[1]

Z namenom zmanjševanja mase in povečanja varnosti avtomobilov se je skozi leta povečeval delež uporabe visoko trdnostnih pločevin v avtomobilih, hkrati se je število delov zmanjšalo, vendar pa so postali še bolj kompleksni.

Gorenje Orodjarna je skupaj z ostalo slovensko in svetovno orodjarsko industrijo sledila in še sledi tem trendom.

Vedno večja globalna konkurenca, zaostrovanje plačilnih pogojev in drugi momenti so nas spodbujali k širšemu razmišljanju. Tako je dozorela odločitev vstopa podjetja na trg serijske proizvodnje komponent.

Kot vsak drugi segment je tudi ta segment industrijske proizvodnje podvržen globalni konkurenci in je zasičen. Potencialni kupec je imel precejšnje težave s proizvodnjo in pravočasno dobavo izdelkov, kar smo obrnili v korist podjetja ter kupcu zagotovili izdelavo zanesljivega orodja in kasnejšo serijsko izdelavo izdelkov z nižjimi proizvodnimi stroški.

S tem smo bili postavljeni pred izziv, da razvijemo orodje za serijsko proizvodnjo dveh zahtevnih izdelkov iz visoko trdnostne pločevine. Na prvi pogled je šlo samo še za en nov projekt v množici drugih, izkazalo pa se je, da je bil to eden izmed bolj kompleksih projektov podjetja.

Smernice razvoja v avtomobilski industriji se nagibajo k večji varnosti in udobju voznika ter potnikov, novim materialom s povišano trdnostjo pri izdelkih iz pločevine, novim tehnologijam in kompleksnejšim oblikam. Ključnega pomena je doseči zahtevano kakovost, stabilnost in

ponovljivost procesa in druge naročnikove zahteve.

2 RAZVOJ IN IZDELAVA ORODJA

Sprejeli smo izziv za izdelavo orodij za več polizdelkov za znanega evropskega proizvajalca avtomobilov.

Za izdelavo dveh nesimetričnih izdelkov, levega in desnega izdelka, je kupec do takrat uporabljal dva orodja in dodatne delovne postaje, kjer so se v ročnem režimu izdelovali navoji, kar je podaljševalo čas proizvodnje izdelkov in predstavljalo veliko kakovostno težavo oz. ozko grlo kupca.

Še večja težava je bilo doseganje kakovosti izvlečenega vratu in nosilnost navoja. Poleg tega je izdelek opredeljen kot varnoten element v avtomobilu. Zato so kakršnakoli odstopanja od zahtevane kakovosti delov, popolnoma nedopustna.

2.1 Izdelava vratov

Dolgoletne izkušnje v razvoju orodij za izdelke iz pločevine, tudi visoko-trdnostne, so bile osnova pri snovanju postopka preoblikovanja, v našem strokovnem žargonu uporabljamo kar izraz metoda.

Prišli smo do zaključka, da lahko z združenjem dveh nesimetričnih izdelkov, levega in desnega izdelka, ter z ustrezno postavitvijo letih v orodju veliko prihranimo pri porabi materiala.

Vsak izmed izdelkov ima izvlečen vrat, v katerega je potrebno izdelati navoj. Izvlečen vrat mora biti dovolj visok, debelina materiala na vratu mora biti dovolj velika, da prenese ustrezno nosilnost. Prav tako mora vijak, kateri se kasneje privije v ta vrat, prenesti zahtevan moment pred porušitvijo.

V predhodnih orodjih kupca tega niso zagotavljali, zahtevana višina, debelina vratu in nosilnost vijaka je bila pod spodnjo tolerančno mejo.

Gorenje Orodjarna je izdelala veliko izdelkov, pri katerih smo morali za izdelavo vratu najprej nakrčiti material v področje vleka vratu. V tem postopku se skozi več operacij, lahko tudi več kot 25, iz okolice vratu zagotovi dovolj materiala, da

se potem pri izvleku dobi dovolj globok in ustrezno debel vrat. Za takšno izdelavo je potrebna zelo precizna in ustrezna razporeditev vlekov.

Pri razvoju orodja so razvojniki izhajali predvsem iz preteklih izkušenj in znanj. Zagotovo lahko napišemo, da smo s pogumnimi rešitvami in inovativnostjo konstrukterjev uspešno implementirali omenjen projekt, saj še nikoli nismo izdelovali tako zahtevnega vratu v tako zahtevni visoko-trdnostni pločevini. Omejeni smo bili tudi s številom možnih operacij/postaj za izdelavo ter z velikostjo samega orodja, katerega je pogojevala velikost stiskalnice, katero imamo v podjetju. Dodatna omenitev je bila še sila, katero stiskalnica lahko zagotavlja.

Z obzirom na vse te okoliščine, se je začela razvijati metodologija izdelave. Preučenih je bilo veliko in način, izdelane so bile številne MKE numerične simulacije. Vložen trud je prinesel sadove in vsaj v virtualnem okolju smo prišli do ustreznih rešitev, vendar zelo »na meji«.

V praksi se je že večkrat izkazalo, da je zelo težko ustrezno popisati vse parametre iz prakse in jih ovrednotiti v programu za simulacije preoblikovanja pločevine. Zato smo se odločili, da našo najboljšo rešitev preizkusimo tudi v prototipnem načinu.

Praktičen preizkus, je v večini potrdil rešitve, kljub temu pa pokazal na še nekatere manjše pomanjkljivosti, katere smo popravili in dokončno potrdili metodologijo izdelave v orodju.

Prototipni način izdelave vratu v zgodnjih fazah razvoja je bil zelo pomemben tudi za našega kupca. Dobil je namreč potrditev, da smo na dobri poti, s tem pa se je tudi dokončno potrdilo naročilo za orodje in kasnejšo serijsko izdelavo izdelkov. Preizkus v praksi je bil zelo pomemben še zaradi enega razloga, katerega se bomo dotaknili v nadaljevanju.

Preoblikovanje visoko trdnostne pločevine, predvsem izvlek vratov terja ustrezno zaščito pred obrabo. Dodaten izziv lahko nastane pri segrevanju orodja zaradi preoblikovanja pločevine. V našem primeru smo izbrali PVD prevleko (Ti,Al)N, katera je primerna za zaščito orodij za hladno preoblikovanje, ki delajo pri velikih obremenitvah. Na površini prevleke se pri povišani temperaturi tvori pasivacijska oksidna plast, ki ima majhno toplotno prevodnost in preprečuje prenos toplote v orodje.^[2]

2.2 Izdelava navojev

V izvlečen vrat na izdelku je potrebno izdelati navoj, kateri je ključen pri uporabi polizdelka. Tako, da izzivov še ni bilo konec, pravzaprav smo si jih z razvojem višjega vratu ustrezne oblike naredili nove.

Kot je že bilo omenjeno, se je v predhodnem načinu izdelave obeh izdelkov navoj vrezoval ročno. Nepopolna oblika z velikim uvodnim radijem in precej stožčasto oblikovanim ter seveda nižjim vratom, je omogočila izdelavo navoja, kateri pa ni zagotavljal ustrezne nosilnosti.

Naša, če karikiramo popolna oblika, pa izdelavo navojev z vrezovanjem ni omogočala, saj rezilni svedri niso zmogli vrezovanja navojev v tako trdo pločevino, ob takšnih parametrih oblike vratu.

Vrezovanje navojev v orodju prav tako prinaša dodaten izziv odstranjevanja odrezkov, kateri nastajajo pri vrezovanju. Vsak tujek v orodju je zelo nezaželen, saj lahko poškoduje orodje in povzroči slabo kakovost izdelka ali celo izmet. Začeli smo iskati rešitve za nastalo situacijo. Potencialnim dobaviteljem avtomatskih enot za izdelavo navojev smo predstavili izziv. Prvi odzivi so našo zaskrbljenost samo še poglobili. Odgovor dobaviteljev je bil praktično enak: »Vrezovanje navojev v predstavljenem primeru je nemogoče.«



Slika 2: Neformalni marketinški logotip projekta

V opciji je bilo tudi valjanje navojev, pravzaprav je to preferenca pri izdelavi navojev v orodjih. Tudi tukaj so se pojavile iste težave z izvedljivostjo ter smo prejeli vrsto odgovorov dobaviteljev, da gre za nemogoče rešitve. Kljub temu eden izmed dobaviteljev ni takoj sprejel poraza. Premer vratu pri vrezovanju in valjanju navojev ni identičen. Z iskanjem rešitve na strani dobavitelja in vmesnem usklajevanju, smo po nekaj iteracijah prišli do skupnega odgovora, da bi valjenje navojev vendarle verjetno bilo možno tudi v avtomatskem režimu v samem orodju. Vendar je

vse skupaj zelo na meji in ni možno z gotovostjo to potrditi za polno funkcionalnost.

Naredili so se določeni preizkusi s prototipi, vendar to ni bilo dovolj veliko jamstvo, da bo v avtomatskem režimu vse potekalo brez težav.

V vmesnem času je bilo orodje že praktično skonstruirano in končni rok za zagon orodja nas je neizprosno priganjal. Mejno področje rešitev, katere smo uporabili pri izdelavi orodja, predvsem za izdelavo navoja nas je držalo v negotovosti. Kljub temu smo naredili odločen korak naprej in sprostili izdelavo orodja.

Pripravili smo spisek potencialnih težav in tveganj ter nabor rešitev in ukrepov za njih. Na to smo tudi opozarjali kupca ter ga s tem pripravili na morebitno odstopanje od visokih zahtev.

Sistematičen pristop iskanja rešitev v predstavljenemu izzivu, nam je dal zaupanje, da bo preizkus orodja uspešno izpeljan, kar se je na veliko olajšanje vseh vpletenih tudi zgodilo.

Po prvem preizkusu so bile potrebne še določene manjše korekcije, katere so pripeljale do optimalne izdelave izdelkov. Pomembno dejstvo je, da je zastavljen inovativen koncept deloval.

V tem projektu so bile združene dolgoletne izkušnje naših strokovnjakov na različnih nivojih, katere so pripeljale do celovite rešitve, katera je zadovoljila kupca in nam omogočila vstop v serijsko proizvodnjo komponent.

3 IZ ORODJARSTVA V SERIJSKO PROIZVODNJO

Z razvojem in izdelavo kompleksnega orodja je podjetje dobilo status razvojnega dobavitelja za razvoj in izdelavo inovativnega orodja za preoblikovanje pločevine pri novem kupcu, ter tako ustvarilo dobre in realne pogoje za povečanje sodelovanja tudi v prihodnje. Rešitve v progresivnih orodjih, katere smo uporabili pri tem projektu, ponujamo vsem našim kupcem. Z znanjem, ki smo ga pridobili in z uvajanjem inovativnih tehnoloških rešitev, smo pridobili konkurenčno prednost pred drugimi dobavitelji, saj se podjetje Gorenje Orodjarna zaveda, da se je v zadnjih letih spremenil poslovni model pridobivanja novih projektov oz. kupcev. Kupci iz avtomobilske industrije iščejo podjetja, ki dolgoročno lahko zagotovijo proizvodne

kapacitete in se hitro odzivajo na njihove zahteve ter lahko ponudijo učinkovite rešitve.

Uspešna realizacija pilotnega projekta serijske proizvodnje podjetju zagotovila nadaljnjo rast na segmentu serijske proizvodnje in je odlična referenca tudi na področju orodjarstva. Podjetje Gorenje Orodjarna ima s končnim kupcem podpisano dolgoročno pogodbo za dobavo polizdelkov (do leta 2025), kar prispeva k stabilizaciji likvidnostnega toka.

Glavne prednosti oz. koristi inovacije za podjetje Gorenje Orodjarna so pridobitev konkurenčne prednosti pred drugimi podjetji. Inovacija je pomembna referenca, ki omogoča podjetju pridobivanje novih poslov z obstoječimi in novimi kupci, saj smo potrdili in obdržali status razvojnega dobavitelja orodij. Nenehno sledenje razvoju novih tehnologij in iskanje inovativnih rešitev je moto in ključ do uspeha podjetja. Z razvojem tovrstnega orodja smo dobili priložnost za razvoj kompetentne ekipe v podjetju, kar posledično dviguje motivacijo zaposlenih in spodbuja inovativnost zaposlenih.

Inovativno progresivno orodje je podjetje Gorenje Orodjarna razstavljalo na Mednarodnem industrijskem sejmu 2019 v Celju, za katerega smo prejeli ZLATO PRIZNANJE za izdelavo izredno zahtevnih kosov iz pločevine.

Prav tako smo na razpisu za inovacije pri GZS SAŠA regije leta 2019, dobili bronasto priznanje.



Slika 2: Razstavljeno orodje na Mednarodnem industrijskem sejmu v Celju leta 2019

3 TRAJNOSTNI UČINKI

Vpliv projekta na trajnostne učinke za podjetje Gorenje Orodjarna kot razvijalca, izdelovalca in uporabnika progresivnega orodja za serijsko proizvodnjo polizdelkov in končnega kupca kot lastnika progresivnega orodja in kupca polizdelkov, so izredno pomembni.

Inovativno progresivno orodje razbremeni zaposlene enoličnih operacij. Manipulacija polizdelkov pri izdelavi je avtomatizirana. Celoten sistem je narejen tako, da je poseganje v stiskalnico omejeno. S tem se močno zmanjša potencialno tveganje poškodb zaposlenih.

Z združitvijo in boljšo postavitvijo v orodju smo bistveno zmanjšali porabo materiala. Progresivno orodje je narejeno za avtomatsko delo, s katerim smo uspeli zmanjšati količino tehnološkega odpada in s tem pocenili proizvodnjo obeh polizdelkov. Prihranili smo kar 38% količine materiala na oba polizdelka, v primerjavi s preteklim načinom izdelave polizdelkov.

Zmanjšanje porabe energije zaradi manjšega potrebnega časa obratovanja stiskalnice. Res je, da je poraba energije na časovno enoto z novim orodjem nekoliko večja. Se pa bistveno zmanjša porabljen energija na proizvod, torej izdelek. Dodatni energetski prihranki so tudi zaradi manjše porabe energije, potrebne za transport izdelavnega materiala.

3 SKLEP

Dolgoletne izkušnje v orodjarstvu, aktivno spremljanje in sodelovanje pri razvoju na področju preoblikovanja visoko trdnostnih pločevin za avtomobilsko industrijo, poslovne povezave posameznikov in velika mera poguma, so botrovale k temu, da smo na trg serijske proizvodnje komponent uspešno vstopili prav na področju visoko trdnostnih pločevin. Takšna referenca v zahtevnem poslovnem svetu pomeni veliko. Zato verjamemo, da bo podjetje raslo še naprej in igralo pomembno vlogo pri implementaciji zahtevnih industrijskih projektov.

Viri:

- [1] T. Pepelnjak, M. Klinc, G. Gantar, K. Kuzman: Mastering the stamping of the steels with increased strength in Slovene toolmaking industry, ICIT, 2007
- [2] P. Panjan, M. Čekada: Zaščita orodij s trdimi prevlekami, Inštitut Jožef Stefan, 2005