

POLIRANJE ORODNEGA JEKLA

Veliko orodij in strojnih delov mora biti visokopoliranih. Primer so zlasti orodja za oblikovanje plastike, kjer se pogosto zahteva ekstremna gladkost površine kalupa (npr. kalupi za izdelavo leč). Poleg gladke površine izdelka so prednosti visokopolirane površine še naslednje:

- lažje zapolnjevanje kalupov orodij s talino plastike;
- zmanjšanje nevarnosti lokalne korozije;
- zmanjšanje nevarnosti zloma.

V nadaljevanju bomo opisali, kako na ekonomičen način dosežemo maksimalno gladkost površine orodja in kateri so tisti parametri poliranja, ki najbolj vplivajo na kvaliteto površine. Pri doseganju želene gladkosti površine pa so ključnega pomena veččine in izkušnje operaterja. Pri ocenjevanju stopnje gladkosti obdelovalne površine kalupa sta pomembni dve zahtevi. Prva je, da mora imeti površina pravilno geometrično obliko brez kakršnihkoli dolgih makrovalovitih črt, ki so pogosto posledica predhodnega brušenja. Druga zahteva pa je, da mora biti površina kalupa zrcalno gladka brez prask, por, t. i. pomarančnolupinskega efekta, vdolbin itn. Stopnjo poliranosti površine se po navadi ocenjuje s prostim očesom, kar pa je pogosto nezanesljivo. Najbolj primerno je, da izmerimo stopnjo hrapavosti s profilometrom.

Poliranje orodnega jekla je odvisno od:

- kvalitete orodnega jekla
- njegove toplotne obdelave
- polirne tehnike

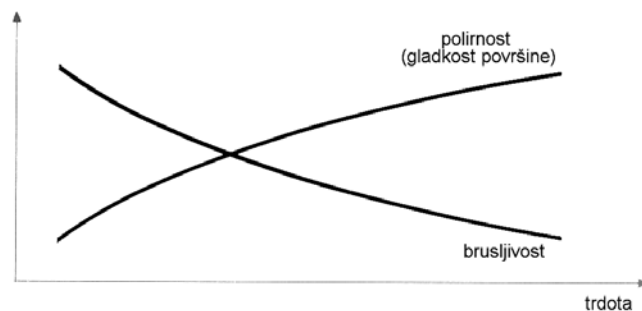
V splošnem velja, da so polirne tehnike najbolj pomemben faktor. V primeru, da je bila uporabljena nepravilna tehnika, se lahko zgodi, da še tako dobro pripravljeno jeklo uničimo.

Probleme med poliranjem lahko povzročajo karbidni vključki in druge nečistoče (npr. ostanki žlindre), ki so trši od feritne matrice in imajo drugačno kemijsko sestavo. Polirne lastnosti jekla so lahko boljše, če je jeklo izdelano s tehnikami, ki omogočajo dobro razplinjenje in ki zmanjšajo koncentracijo žlindre (npr. postopek vakuumskega razplinjanja, obločno pretaljevanje). Vakuumsko razplinjanje preprečuje možnost nastajanja velikih vključkov žlindre in vodikovo krhkost, medtem ko je homogenost jekla veliko boljša.

Tudi toplotna obdelava jekla lahko vpliva na poliranje. Kaljeno jeklo, ki je bilo prekomerno naogljiveno, ima pogosto neprimerno strukturo za poliranje.

Pod površjem jekla nastanejo majhni oksidni delci, ki povzročijo težave pri poliranju. Razogljivenje, ki nastane med toplotno obdelavo, lahko povzroča nehomogenost trdote, ki je lahko razlog za težave med poliranjem.

Preden začnemo polirati, moramo površino čim bolj fino zbrusiti. Še bolj pomembno pa je, da poliranje prekinemo takoj, ko odstranimo zadnjo razo. Jekla z večjo trdoto se težje brusijo, vendar so po poliranju bolj gladka. Seveda moramo trša jekla polirati dalj časa. Tudi nevarnost "prepoliranja" je manjša kot pri jeklih z manjšo trdoto (slika 1).

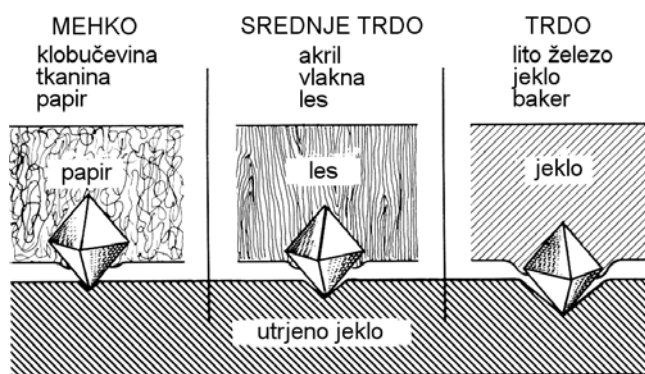


Slika 1: Zveza med trdoto jekla ter njegovo primernostjo za brušenje in poliranje

Kalupe lahko naredimo s frezanjem, potopno erozijo ali honanjem. Zelo gladko površino dobimo:

- če frezanju sledi grobo in fino brušenje ter poliranje;
- če potopni eroziji sledi fino brušenje in poliranje;
- če honanju in toplotni obdelavi sledi poliranje.

Poudariti moramo, da je brušena površina dobra osnova za uspešno poliranje. Pri brušenju se moramo izogniti velikim pritiskom in segrevanju, ker se lahko spremeni struktura in trdota jekla, zato je potrebno intenzivno hlajenje. Za trda jekla moramo uporabiti čisto brusilno orodje. Po vsaki menjavi brusnega papirja z bolj fino gradacijo moramo očistiti obdelovalnec in si umiti roke, da preprečimo prenos grobih abrazivnih delcev in prahu na brusni papir z bolj fino gradacijo. Bolj kot je fin brusni papir, bolj pomembno je čiščenje med menjavo brusnega papirja. Ko zamenjamo brusni papir z bolj finim, moramo obdelovanec brusiti pod kotom 45° glede na predhodno smer brušenja, vse dokler na površini ni več vidnih raz. Ko raze izginejo, je priporočljivo brusiti še približno 25 % časa dlje, preden zamenjamo brusni papir. Tako odstranimo deformirano plast, ki je



Slika 2: Trdota orodja za poliranje določa hitrost odzemanja materiala

nastala med predhodnih brušenjem. Zamenjava smeri brušenja je pomembna tudi zato, da se izognemo nastajanju nepravilnosti in da se na površini orodja ne pojavi relief.

Za poliranje se najbolj pogosto uporablja diamantna pasta. Optimalen učinek le-te dosežemo le, če uporabimo pravo pasto na primernem orodju za poliranje. Najprimernejša oblika orodja za poliranje so bati, blazinice in bloki za ročno poliranje ter nihala, krtače in diski za strojno. Orodja za poliranje so različno trda, narejena pa so bodisi iz kovine, lesa ali klobučevine. Trdota orodja za poliranje določa hitrost odzemanja materiala (slika 2).

Drago in zamudno poliranje lahko skrajšamo, če upoštevamo naslednje:

- polirati moramo v čistih prostorih brez prepiha, ker se tako izognemo negativnemu vplivu trdih prašnih delcev, ki kontaminirajo površino in poškodujejo površino, ki je visoko polirana;
- vsako polirno orodje, ki naj bo namenjeno samo za določeno gradacijo paste, mora biti shranjeno v neprepustno zaprti posodi;
- polirno orodje se sčasoma "impregnira" s polirno pasto in njegov učinek se izboljša;
- po vsakem prehodu na bolj fino pasto moramo roke in obdelovanec skrbno očistiti;
- pri ročnem poliranju moramo nanesti polirno pasto na orodje za poliranje, pri strojnem pa moramo pasto nanesti na obdelovanec;
- pritisk moramo prilagoditi trdoti polirnega orodja in gradaciji paste; pri najbolj fini pasti zadostuje teža polirnega orodja;
- obdelovanci iz trdega orodnega jekla zahtevajo uporabo polirnih orodij iz trdih materialov in grobo polirno pasto;
- poliranje moramo začeti vedno v kotih, robovih oz. na težje dostopnih delih orodja;
- pazljivi moramo biti na ostre robove in kote, da jih ne zaobljimo; priporočljiva je uporaba trših polirnih orodij.

Zaporedje postopkov brušenja in poliranja je odvisno od izkušenj operaterja in naprav, ki jih ima na voljo. Za poliranje se v splošnem uporabljata dve metodi:

- najprej izberemo polirno pasto z določeno gradacijo in trdo polirno orodje, nato pa ga zamenjamo z vse bolj mehkim;
- pri drugi metodi uporabimo srednje trdo polirno orodje in grobozrnato polirno pasto, ki jo nato postopno zamenjamo z vse bolj finozrnato.

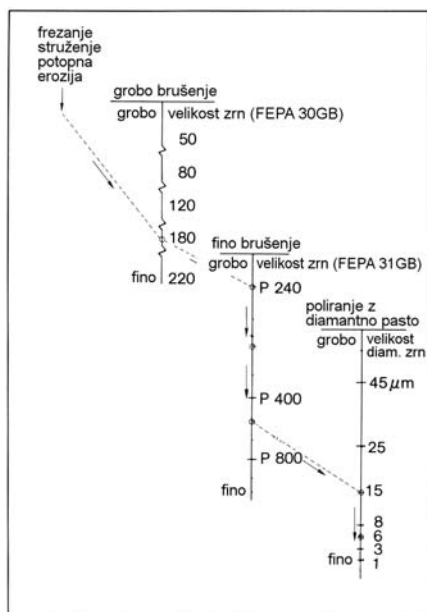
Priporoča se tudi kombinacija obeh metod. Konkreten primer:

- najprej uporabimo trdo polirno orodje in grobo polirno pasto;
- obdržimo isto polirno pasto, polirno orodje pa zamenjamo z mehkejšim;
- v naslednjem koraku obdržimo polirno orodje, polirno pasto pa zamenjamo s srednjezrnato;
- v zadnjem koraku uporabimo mehko polirno orodje in zelo finozrnato polirno pasto.

Tabela 1: Primeri kombinacije polirnega orodja in povprečne velikosti zrn abraziva

Trdota polirnega orodja	Vrsta polirnega orodja	Gradacija polirne paste
zelo trdo	jeklo ojačan najlon	diamantna pasta 45, 15, 6, 3
trdo	najlon z zaščitno prevleko	diamantna pasta 9, 6, 3, 1
trdo	svila	diamantna pasta 15, 6, 3, 1 glinica
trdo	papir	diamantna pasta 15, 6, 3 glinica
mehko	volna	diamantna pasta 6, 3, 1
mehko	gost najlon žamet	diamantna pasta 3
zelo mehko	žamet	diamantna pasta 1 in finozrnata glica, MgO

Površino orodnega jekla, ki je bilo obdelano s potopno erozijo, je bistveno težje zbrusiti kot tista jekla, ki so bila obdelana s klasičnimi postopki obdelave ali tista jekla, ki so bila toplotno obdelana. S tega vidika je pomembno, da je bila zadnja faza potopne erozije narejena pri majhnih tokovih. V nasprotnem primeru ostane na površini debela razkaljena plast, ki je veliko trša in bolj krhka od feritne matrice, zato jo moramo odstraniti. Tudi površino nitriranega jekla je veliko težje zbrusiti, vendar pa je obdelava po poliranju veliko boljša. Pogosto mikroskopsko majhni defekti v plasti onemogočajo pripravo visokopolirane površine. Težave so tudi z jeklenimi kalupi, ki so bili utrjeni s plamenom, oz. tistimi, na katerih so bila poškodovana mesta popravljena z varjenjem. V takih primerih se med obdelanim in neobdelanim področjem pojavijo



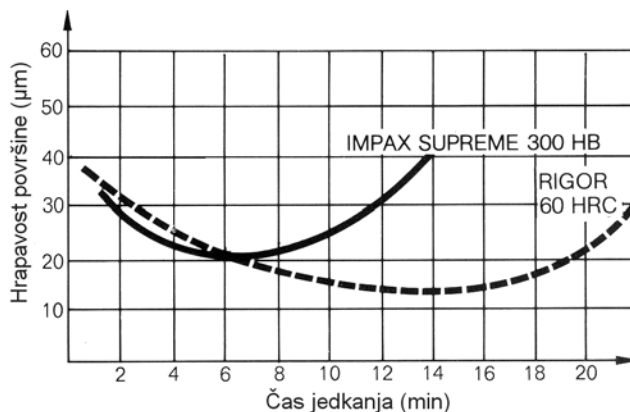
Slika 3: Zaporedje brušenja in poliranja jekla

razkaljane (mehke) cone, ki so razlog za nastanek plitkih utorov med poliranjem. Težavi se izognemo, če uporabimo brusni kamen z večjo površino.

V praksi je ključno vprašanje, kako daleč naj izvedemo brušenje površine pred toplotno obdelavo. Zavedati se moramo, da nastanejo med toplotno obdelavo dimenzijske spremembe, spremeni pa se lahko tudi površina.

Pogost problem pri poliranju jekel je "prepoliranje". Ta pojem uporabimo za stanje, ko se začne po določenem času poliranja gladkost površine jekla slabšati. Razlog sta bodisi t. i. pomarančnolupinski efekt ali pa efekt "pitting". Oba sta zlasti izrazita pri strojnem poliranju.

Pomarančnolupinski efekt (orange peel) nastane pri poliranju jekla, ki je bilo med toplotno obdelavo pregreto ali preogljeno, če je tlak polirnega orodja velik in če so časi poliranja dolgi. Pri tem velja, da je trša faza v jeklu manj občutljiva za velike pritiske in da se mehkejša faza polira hitreje. Raziskave so pokazale, da so časi poliranja, pri katerih se pojavi "prepoliranje" odvisni od trdote materiala, ki ga poliramo (slika 4). Najpogostejša reakcija večine operaterjev na pojav "prepoliranja" je nadaljevanje poliranja v upanju, da bodo površino popravili. V resnici pa jo samo še poslabšajo. Problem "prepoliranja" rešimo samo tako, da poškodovano površino najprej zbrusimo z brusnim papirjem, ki smo ga uporabili dva koraka pred poliranjem, nato pa nadaljujemo bolj fino brušenje in poliranje, vendar pri manjšem pritisku kot pri predhodnem poliranju. Drugi način pa je, da odstranimo napetosti v jeklu tako, da ga popuščamo pri temperaturi, ki je za 25 °C nižja od zadnje temperature popuščanja. Nato površino



Slika 4: Hrapavost v odvisnosti od časa poliranja za dve vrsti orodnega jekla

zbrusimo z brusnim papirjem, ki smo ga uporabili pred poliranjem. Nadaljujemo poliranje, vendar pri manjšem pritisku kot pri predhodnem poliranju. Če to ne pomaga, moramo trdoto jekla povečati bodisi tako, da površino npr. nitriramo, ali pa tako, da ga ponovno toplotno obdelamo na višji temperaturi.

Drugi problem, ki se pogosto pojavi med poliranjem, je t. i. jamičasti (pitting) efekt. Med poliranjem se na površini pojavijo majhne jamice, katerih velikost je primerljiva z velikostjo vključkov. Jamice nastanejo, ker se trdi in krhki vključki oksidov in karbidov med poliranjem iztrgajo s površine orodja. Čim daljši je čas poliranja in čim večji je tlak, več je jamic. Njihova gostota je odvisna tudi od čistote jekla, orodja za poliranje in vrste abraziva. Eden od razlogov, zakaj nastanejo jamice, je v razliki med trdoto vključka in matrice. Ker je trdota vključkov večja od trdote matrice, je med poliranjem hitrost odstranjevanja prvih večja od drugih. Vključki zato štrlijo s površine. Kadar je stična površina med vključkom in feritno matrico majhna, se vključki zaradi velikih strižnih sil iztrgajo s podlage in za seboj pustijo jamico. Ta problem je bolj izrazit, kadar je značilna velikost zrn diamantne paste manjša kot 10 μm in kadar uporabimo mehko polirno orodje (npr. klobučevino). Kadar uporabimo diamantno pasto z velikostjo zrn 10 μm in manj, ne smemo uporabiti mehkega polirnega orodja, pritisk med poliranjem mora biti čim manjši, čas poliranja pa čim krajši.

Na osnovi predloge^(1,2) podjetja Uddeholm prevedel in priredil:

dr. Peter Panjan
Institut "Jožef Stefan"
Jamova 39
1000 Ljubljana

LITERATURA

- ¹http://www.uddeholm.com/files/polishing-eng_040608.pdf.pdf
²<http://www.moldmakingtechnology.com/articles/030304.html>