

IZRADA ALATA ZA UPREŠAVANJE DETONATORA

THE MAKING OF DETONATOR PRESSING TOOL

Ehrenreich T.¹, Pisačić K.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: U članku je objašnjen postupak uprešavanja čahure kod izrade detonatora i opisan je princip rada alata za uprešavanje. Opisan je postupak izrade cjevčice koja aktivira detonator. U uvodnom dijelu je objašnjena funkcija detonatora te je ukratko opisan razvoj detonatora.

Ključne riječi: detonator, cjevčica detonatora

Abstract: Pressing procedure of detonator sleeve production and the principle of detonator sealing process are described in this paper. The production process of detonator tube is shortly described. The function and evolution of detonators are shortly described and explained in the introduction.

Key words: detonator, detonator tube

1. UVOD

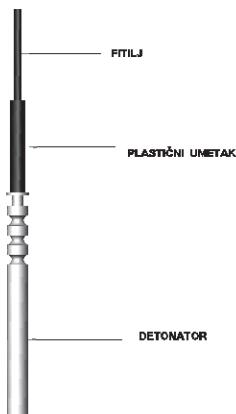
Detonatori (slika 1.) se koriste kao upaljači cjelokupnog eksplozivnog sredstva, a pune se osjetljivim inicijalnim eksplozivom. Imaju široku primjenu kod gradnje tunela, u vojnoj industriji, u rudarstvu te kod rušenja starih zgrada velikih površina.



Slika 1. Detonatori

U početku svoje upotrebe za paljenje detonatora koristio se fitilj, koji se u današnje vrijeme koristi sve rijedje, jer ga zamjenjuju električni detonatori. Detonatori se obično dijele, s obzirom na izvor eksplozivnog naboja, na električne i neelektrične. Čahura (kućište detonatora) se izrađuje od bakra, aluminija ili polimernih materijala. U ovom slučaju čahura je izrađena iz aluminijске legure u obliku valjka i puni se eksplozivnom smjesom. Kemikalije koje se upotrebljavaju ubrajaju se u inicijalne

eksplozive i koriste se u manjim količinama kao početni sastojak složenog eksplozivnog sredstva. Iz čahure izlazi dvoslojna cjevčica sastavljena iz polietilena i surlyna (fitilj), ispunjena brzogorećim praškom za aktiviranje detonatora, a time i aktiviranja eksploziva.

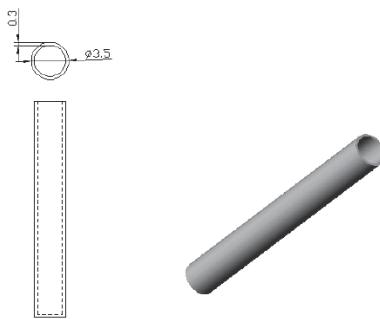


Slika 2. Detonator s cjevčicom i plastičnim umetkom

Prilikom aktiviranja alata klizači smješteni u utorima alata pritisnu čahuru izvana, tj. uprešaju gornji dio čahure s cjevčicom i umetkom u nerastavljivi spoj.

2. POSTUPAK IZRADE DETONATORA

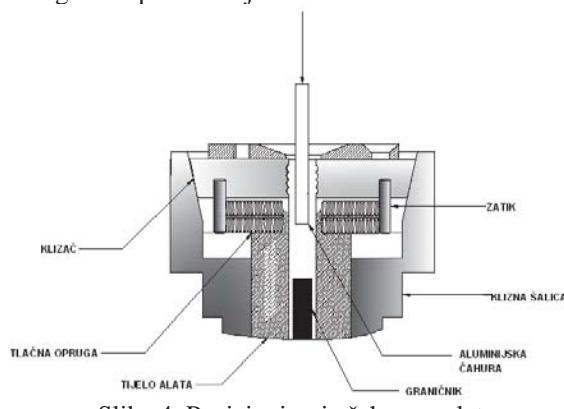
Iz aluminijskog valjka se postupkom izvlačenja dobije čahura (slika 3.).



Slika 3. Aluminijska čahura iz koje se izrađuje detonator

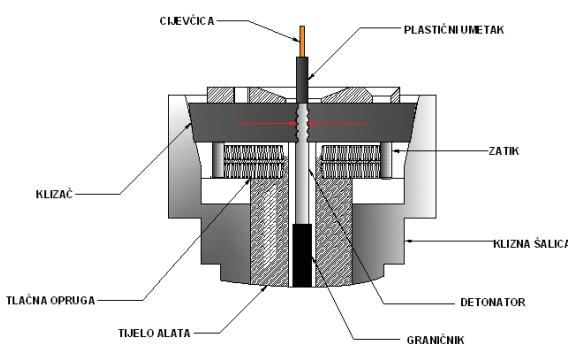
Dobivena čahura se pozicionira u alat (slika 4.) do graničnika. Veličinu otvora u alatu u koji se stavlja čahura moguće je podesiti vijkom M5 x 13 koji se nalazi

u matici alata i svojim okretanjem pomiče kliznu šalicu prema gore ili prema dolje.



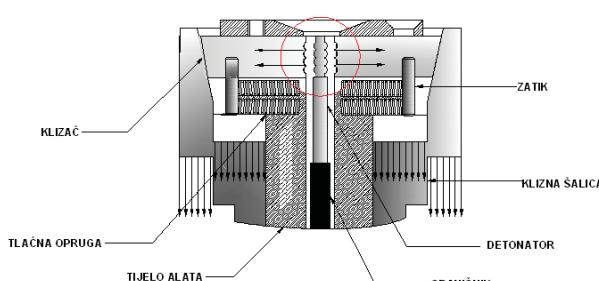
Slika 4. Pozicioniranje čahure u alat

U čahuru se nakon pozicioniranja stavlja visoko eksplozivna smjesa, dvoslojna cjevčica od polietilena i syrelena te plastični umetak koji štiti čahuru od prodora vlage ili drugih nečistoća. Pritisom papučice na preši, poluga spojena na kliznu šalicu alata povuče kliznu šalicu prema gore. Osam klizača koji se nalaze u žljebovima tijela alata se zbog pomaka klizne šalice prema gore pomaknu prema sredini alata. U krajnjem gornjem položaju klizne šalice klizači su uprešali čahuru detonatora sa svih strana, zajedno s plastičnim umetkom i dijelom cjevčice (slika 5.).



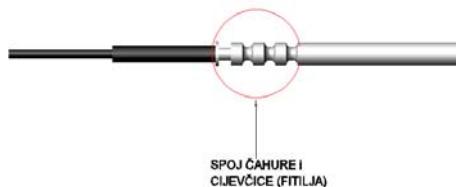
Slika 5. Prešanje čahure

Nakon pada tlaka u cilindru prešće klizna šalica se pomakne prema dolje, a tlačna opruga vraća klizače u početni položaj (slika 6.).



Slika 6. Vraćanje klizača pomoću tlačne opruge

Rezultat operacije je neraskidivi spoj između aluminijskih čahure i cjevčice, tj. detonator (slika 7.).

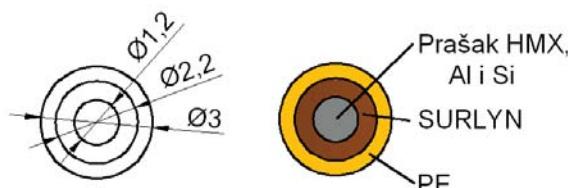


Slika 7. Spoj čahure i cjevčice nakon prešanja

Cjevčice se pune vrlo gorivim praškom. Brzina gorenja praška je oko 2000 m/s, pa je zato potrebna velika dužina cjevčice da ne dođe do ozljeđivanja ljudi prilikom eksplozije. Nakon vađenja čahure iz alata (nakon što je klizači uprešaju), cjevčica (fitilj) se više ne može izvući iz detonatora.

2.1. Cievčica detonatora

Cjevčica detonatora izrađuje se iz dva sloja, polietilena i sylrena ekstrudiranjem (slika 8.).



Slika 8. Presjek cjevčice detonatora

Ekstrudiranje je postupak kontinuiranog praoblikovanja potiskivanjem kapljevitog polimera kroz mlaznicu. Istisnuti polimer očvršćuje se u tvar, ekstrudat. Cjevčica se puni eksplozivnim praškom i uprešava zajedno s čahurom. Njena uloga je paljenje eksploziva smještenog u detonatoru, što dovodi do eksplozije detonatora. Osnovna energetska komponenta je oktogen temperature samozapaljenja 335°C (beta kristali). Ostale komponente koje ulaze u sastav homogeniziranog praška nisu bitne u smislu osjetljivosti na temperaturu.

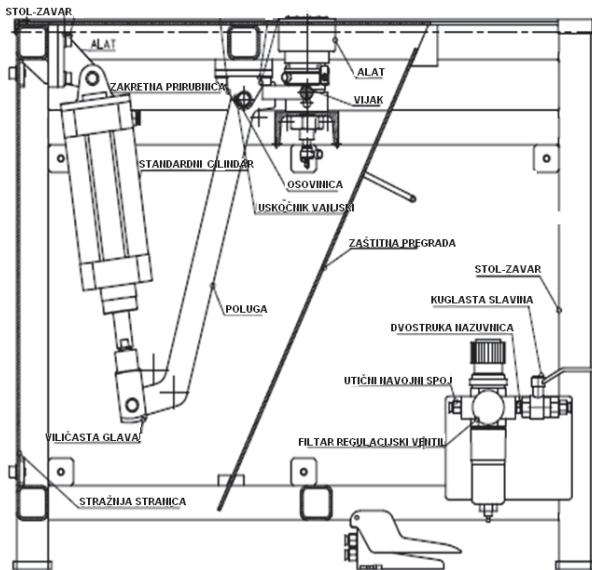
Tablica 1. Tehničke karakteristike cjevčice

Tablica 1: Tekničke karakteristike čejoveča				
Materijal	Temperatura taljenja	Potrošnja	Svojstvo	Debljina (mm)
Jezgra od surlynna	95°C	2.4 kg/h	proziran	Ø 1.2 / Ø 2.2
Vanjski plastični sloj od PE-a	160°C	2.75 kg/h	neproziran	Ø 2.2 / Ø 3.05

3. PREŠA ZA IZRADU DETONATORA

Stol s cilindrom je preko poluge spojen s alatom (slika 9.). Pritiskom na papućicu, poluga spojena s držačem, koji je jednim dijelom zataknut u utoru klizne šalice, klizi po čahuri prema gore i povlači za sobom kliznu šalicu. Zbog konusnog suženja klizne šalice, klizači smješteni u utorima tijela alata sa svih strana prešaju čahuru detonatora u neraskidivi spoj s cjevčicom i plastičnim umetkom. Kod pada pritiska u cilindru tlačne opruge vraćaju kliznu šalicu na početni položaj, a klizači se rašire zbog konusnog proširenja (oslobađaju

aluminijsku čahuru). Poluga i cilindar nalaze se na stolu. Radni pritisak u cilindru je 5 bara.



Slika 9. Preša za izradu detonatora

4. ALAT ZA IZRADU DETONATORA

Alat za izradu detonatora (slika 10.) sastoji se od tijela alata, matice, čahure, držača, prirubnice, klizne šalice, graničnika, klizača, nosača graničnika, opruga, zatika te vijaka i matica. Kod izrade dijelova koriste se različite vrste čelika: legirani alatni čelik, čelici za poboljšanje, opći konstrukcijski čelik, čelici za opruge. Alat je dio preše koja uslijed pomaka poluge upreša čahuru zajedno s cjevčicom i plastičnim umetkom u čvrsti dosjed. Kod izrade pojedinih dijelova primjenjuju se toplinske obrade kaljenje i bruniranje. Tijelo alata, čahura, prirubnica, klizna šalica i klizači izrađeni su od legiranog alatnog čelika i zakaljeni su na tvrdoću od 62 HRC-a, a graničnik, nosač graničnika, vijci i zatici izrađeni su od čelika za poboljšanje te su brunirani. Matice i držač izrađeni su od općeg konstrukcijskog čelika i nakon izrade brunirani, a tlačna opruga izrađena je iz čelika za opruge.

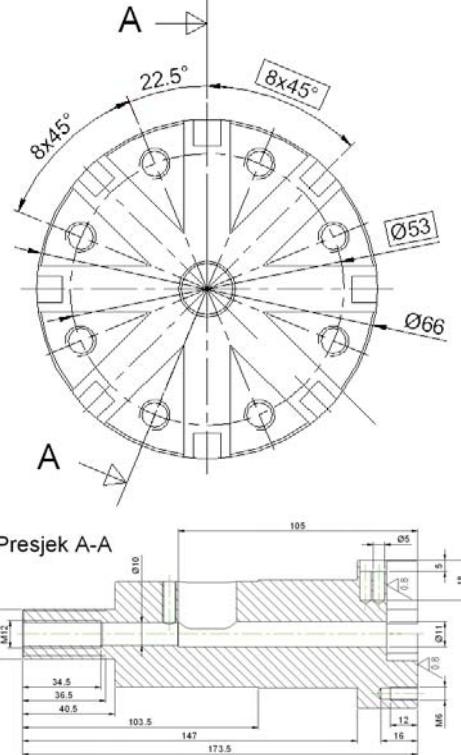


Slika 10. Alat za izradu detonatora

4.1. Tijelo alata

Tijelo alata (slika 11.) je ujedno i kućište alata. Na njega se montiraju svi ostali dijelovi alata. Na sredini tijela je izbušena rupa u koju se umeće čahura, a njegov donji dio služi za postavljanje graničnika. Na gornjem dijelu tijela alata glodanjem su izrađeni utori odgovarajuće širine u

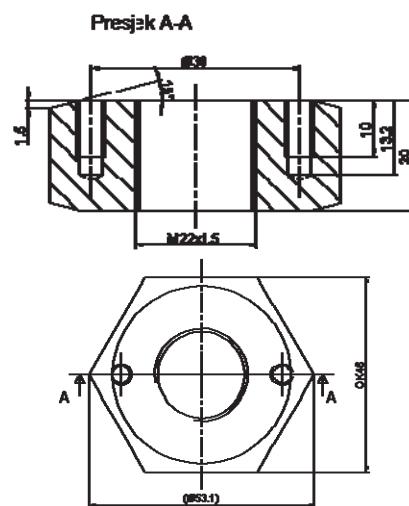
koje se umeću klizači. Nakon toga se klizači zaticima spoje s tlačnim oprugama koje ih potisnu na rubne dijelove klizne šalice. Pritiskom na papučicu preše tijelo alata s klizačima miruje, dok se klizna šalica pomiče prema gore. Nakon pada pritiska u cilindru tlačne opruge koje su zaticima pričvršćene za klizače vraćaju kliznu šalicu u početni položaj. Klizna šalica je konusnog oblika i klizači zbog djelovanja opruga vraćaju kliznu šalicu na kraj konusnog proširenja i tako oslobađaju detonator. Tijelo alata izrađeno je iz legiranog alatnog čelika i zakaljeno na 62 HRC.



Slika 11. Tijelo alata

4.2. Matica alata

Matica alata se učvršćuje zajedno s nosačem graničnika i graničnikom na tijelo alata. Matica ujedno služi za pričvršćivanje alata na stol preše.

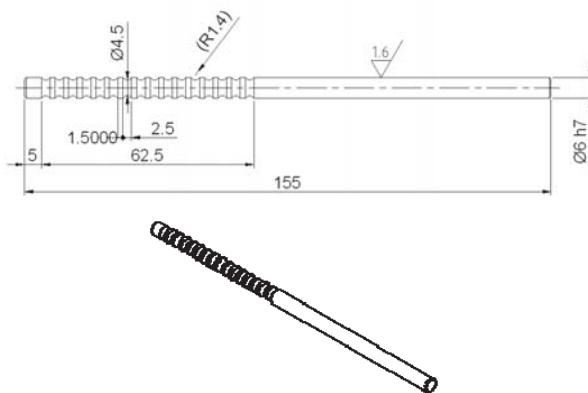


Slika 12. Matica alata

4.3. Graničnik alata

Graničnik alata (slika 13.) je dimenzija Ø6x155 mm, izrađen iz čelika za poboljšanje, a prolazi kroz tijelo alata na kojeg je pričvršćen vijkom M5x13. Poboljšani čelik velike čvrstoće se primjenjuje kada konstrukcijski čelik povišene čvrstoće nema dovoljno veliku granicu razvlačenja. Graničnik je podesiv po visini zbog uprešavanja različitih dužina čahura, tj. postojanja različitih dužina detonatora. Čahure se postavlja u alat do graničnika koji se podešava pomoću vijka da se dobije detonator točno određene dužine. Najveća tvrdoća koja se može postići kaljenjem izračunava se pomoću formule:

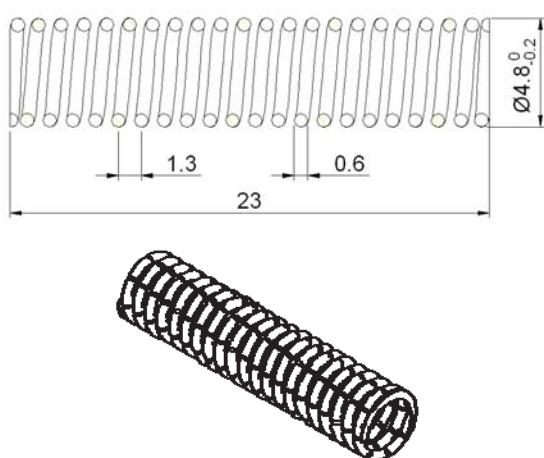
$$HRC_{max} = 20 + 60 \cdot \sqrt{\%C} = 20 + 60 \cdot \sqrt{1.55} = 95 \quad (1)$$



Slika 13. Graničnik alata

4.4. Tlačna opruga

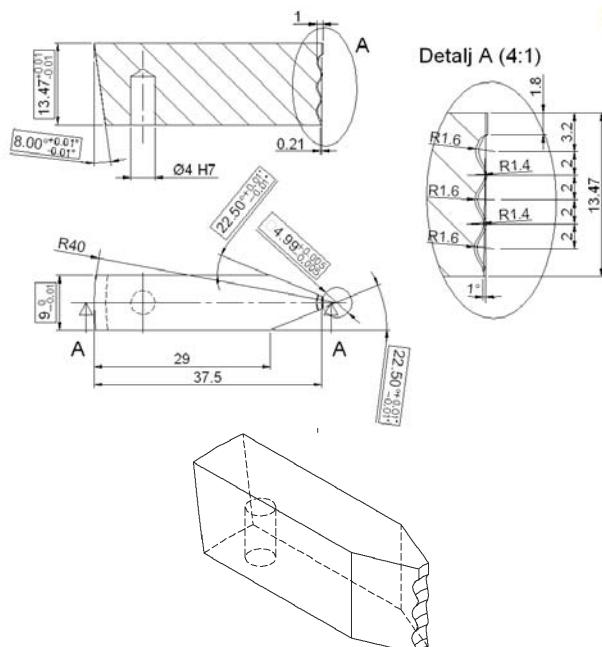
Uloga tlačne opruge (slika 14.) je vraćanje klizne šalice u početni položaj, nakon što je poluga povuće prema gore. Tlačne opruge su zaticima pričvršćene za klizače, a izrađuju se iz čelika za opruge. Opružni čelici moraju biti dovoljno elastični i moraju imati visoku granicu razvlačenja, kako bi se nakon rasterećenja potpuno vratili na početne dimenzije. To se postiže nešto povišenim sadržajem ugljika u odnosu na čelike za poboljšanje te legiranjem silicijem. Prisutnost mangana u čeliku povećava njegovu vlačnu čvrstoću i tvrdոću [2].



Slika 14. Tlačna opruga

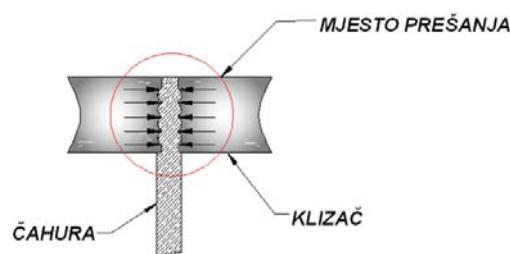
4.5. Klizač

Klizači u alatu služe za uprešavanje čahure sa svih osam strana uslijed pomicanja klizne šalice prema gore. Vrhovi klizača koji pritiskaju aluminijsku čahuru imaju ovalni izgled (slika 15. - detalj A). Suprotni kraj klizača ima kosinu od 8° i upire se u konusni dio klizne šalice koja ima jednako kosinu. Na stražnje krajeve klizača zaticima su pričvršćene tlačne opruge koje se upiru u tijelo alata. Klizači klize samo po konusnom dijelu klizne šalice, a izrađuju se iz legiranog alatnog čelika. Glavna karakteristika tih čelika je otpornost na trošenje i visoka žilavost. Nakon izrade klizači se zakale na 60 HRC-a, a smješteni su u utorima na tijelu alata. Klizači su povezani sa zaticima i oprugama koje ih nakon prešanja čahure detonatora vraćaju u početni položaj.



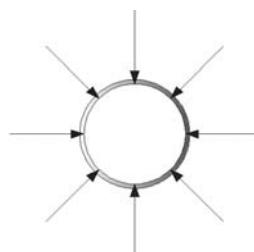
Slika 15. Klizač

Prilikom prešanja čahure od strane klizača dolazi do smičnog opterećanja na aluminijsku čahuru, nakon koje nastaje čvrsti dosjed, tj. detonator. Sila F izaziva naprezanje u aluminijskoj čahuri zbog kojeg se ona sabija (slika 16.).



Slika 16. Stiskanje aluminijске čahure

Klizači sa svih strana pritisnu čahuru (slika 17.) koja poprima izgled površine klizača, odnosno plastično se deformira.

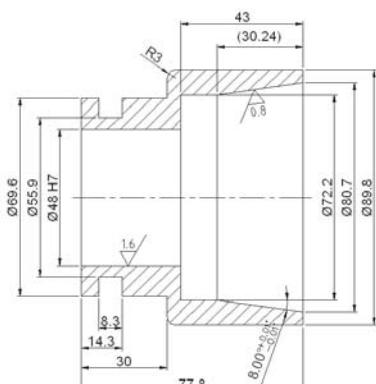


Slika 17. Opterećenje klizača na aluminijsku čahuru

Prilikom uprešavanja detonatora zahtijeva se konstantna sila odgovarajuće veličine sa svih strana. Ako je sila prevelika, može priklještiti cjevčicu i tako onemogućiti aktiviranje detonatora, a ako je premala može doći do ispadanja cjevčice i plastičnog umetka iz čahure. Lim čahure je debljine 0,3 mm i mora biti dovoljno žilav da ne bi došlo do pojave pukotina prilikom stiskanja klizača.

4.6. Klizna šalica

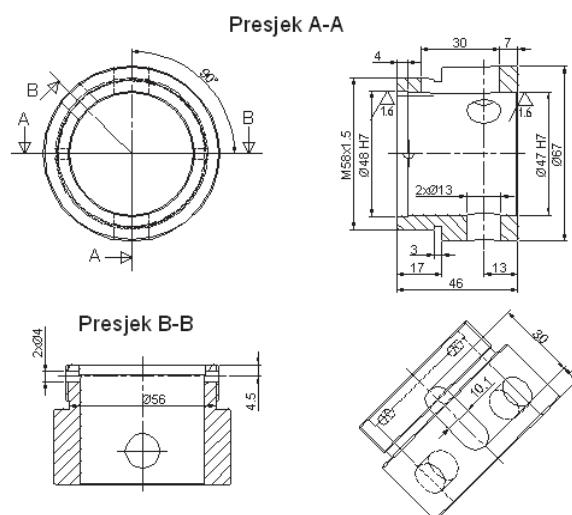
Klizna šalica (slika 18.) klizi po tijelu alata, a na njene rubove se oslanjaju klizači koji su oprugama pričvršćeni za tijelo alata. Unutarnji dio šalice je konusni kako bi šalica mogla potisnuti klizače prema sredini alata te tako uprešati čahuru detonatora. Izrađuje se iz legiranog alatnog čelika i nakon toga zakali na 62 HRC. Mora imati dobru otpornost na trošenje jer klizi po tijelu alata. Da bi se smanjilo trošenje, podmazuje se s unutarnje strane jer se time smanjuje trenje između klizne šalice i tijela alata.



Slika 18. Klizna šalica

4.7 Čahura alata

Čahura alata (slika 19.) se nalazi na tijelu alata a služi kao graničnik. Preko nje klizi držač koji ujedno povlači kliznu šalicu. Držač je spojen na polugu pomoću dva vijka. Čahura se izrađuje iz legiranog alatnog čelika i nakon toga zakali. Potrebno ju je podmazaivati tijekom rada da se dodatno smanji trenje između čahure i držača.

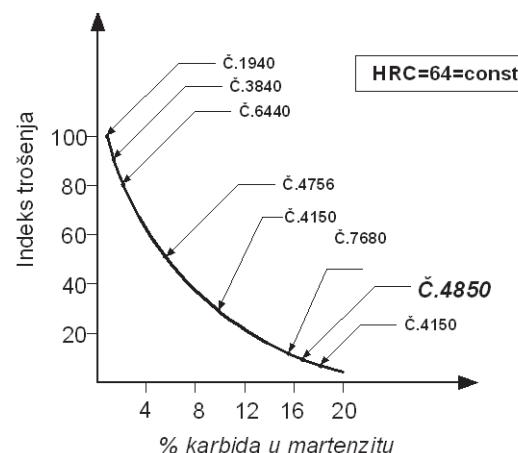


Slika 19. Čahura alata

5. IZRADA KLIZNE ŠALICE

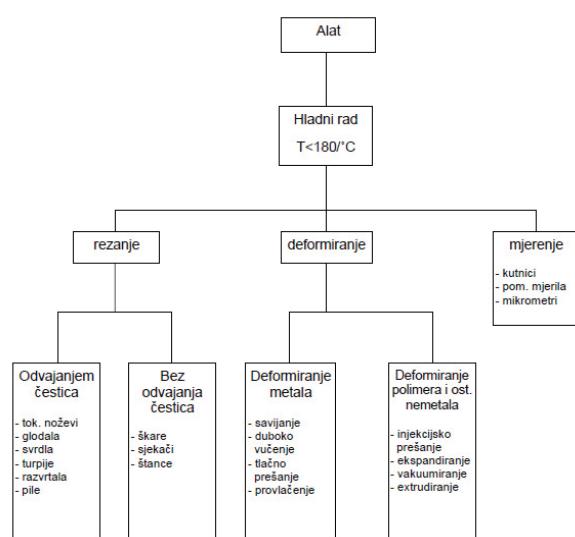
5.1. Materijal za izradu klizne šalice

Klizna šalica se izrađuje iz alatnog čelika Č.4850 nekim od postupaka obrade odvajanjem čestica. Važno svojstvo čelika Č.4850 je otpornost prema trošenju (slika 20.).



Slika 20. Indeks trošenja za pojedine vrste čelika [2]

Uz ovo osnovno potrebno svojstvo gotovo uvek se zahtijeva i visoka otpornost alata na naprezanja udarnog karaktera, tj. žilavost. Legirani alatni čelici mogu se podijeliti u dvije glavne skupine i to na alate za rad u hladnom ($T < 180^{\circ}\text{C}$) i na alate za rad u toploj ($T > 180^{\circ}\text{C}$). Hladnim postupkom izrađuju se alati za rezanje, deformiranje i mjerjenje (slika 21.), a toplim postupkom izrađuju se kalupi i alati za obradu odvajanjem čestica. Na slici 21. je prikazana podjela alata za rad u hladnom, tj. izrada alata za mjerjenje, deformiranje i obradu odvajanjem čestica [2].



Slika 21. Izrada alata iz visokolegiranih alatnih čelika za hladni rad [2]

Tablica 2. Karakteristike legiranih alatnih čelika za rad u hladnom [2]

Karakteristike legiranih alatnih čelika za rad u hladnom						
HRN	Otpornost na trošenje	Žilavost	prokaljivost	kaljenje		Obradivost odvajanjem čestica
				'C	Gašenje	
Visoko legirani alatni čelik za rad u hladnom						
Č.4756	6	4	S	860-890	u	7
Č.4150	8	1	V	860-890	z,u	4
Č.4650	8	1	V	920-980	z,u,tk	2
Č.4850	8	2	V	960-1000	z,u,tk	4
Č.4172	1	8	V	980-1020	z,u	8
Č.4175	3	6	V	980-1020	z,u	6
Č.4770	3	6	V	950-1020	z,u	6

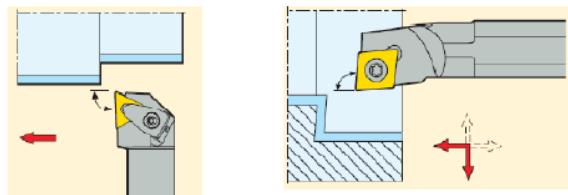
V=veliko, S=srednje, N=nisko;
Sredstva za gašenje: v=voda, u=ulje, z=zrak, TK=topla kupka
Ocjene: 1-loše, 9-dobro

Trošenje radnih površina klizne čahure nastaje zbog međusobnog trenja šalice i tijela alata. Trošenje alata se može znatno smanjiti podmazivanjem ili povećanjem tvrdoće površina postupkom kaljenja [3].

5.2. Obrada odvajanjem čestica

Nakon izbora materijala sa zadovoljavajućim svojstvima (tablica 2.) pristupa se izradi klizne šalice obradom odvajanjem čestica. Zbog rotacijsko-simetričnog oblika klizne šalice obrada se izvodi tokarenjem. Tokarenje je postupak obrade odvajanjem čestica (rezanjem) pretežno rotacijskih (simetričnih i nesimetričnih, okruglih i neokruglih) površina. Izvodi se na alatnim strojevima-tokarilicama, pri čemu je glavno (rezno) gibanje kružno kontinuirano i izvodi ga obradak. Posmično gibanje je pravolinjsko kontinuirano u ravnini koja je okomita na pravac brzine glavnog gibanja i izvodi ga alat. Os okretanja glavnog gibanja zadržava svoj položaj prema obradku bez obzira na smjer brzine posmičnog gibanja. Alat za tokarenje je tokarski nož definirane geometrije reznog dijela s jednom glavnom reznom oštricom (slika 22.). Materijal alata je obično brzorezni čelik, tvrdi metal ili karbidi s presvlakama. Svojstva alata kao što su tvrdoća, čvrstoća, postojanost na visoke temperature i

otpornost na trošenje jako utječu na brzinu i ekonomičnost izrade. Tvrđi i kod povisjenih temperatura postojaniji materijali omogućuju veću brzinu rezanja i povećavaju ekonomičnost obrade. Za svaku operaciju obrade i korišteni alat potrebno je pronaći optimalne parametre obrade kao što su brzina i dubina rezanja te posmak.

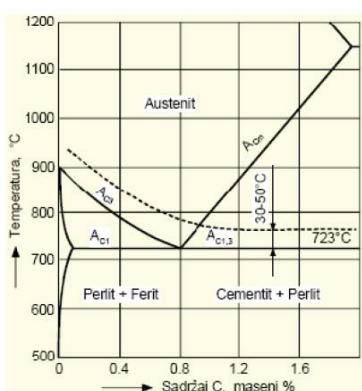


Slika 22. Alati za vanjsko i unutarnje tokarenje [2]

Strojevi za tokarenje - tokarilice mogu biti konvencionalni ili CNC upravljeni strojevi. Svaka tokarilica ima svoje karakteristike koje određuju njen područje upotrebe. Najvažnije su snaga glavnog motora maksimalnog promjera tokarenja, provrt glavnog vretena, razmak između šiljaka te rezervoar s tekućinom za hlađenje i podmazivanje. Na većini strojeva se može postići točnost obrade od 0.01 mm i kvaliteta obrađene površine N7, što zadovoljava najveći dio zahtjeva za tolerancijsku točnost strojnih dijelova. Predmet obrade se stegne u steznu glavu tokarilice i nakon toga slijedi obrada. Osim vanjskog, unutarnjeg i poprečnog tokarenja, na tokarilicama je moguće bušiti središnje provrte na strojnim dijelovima, što je vidljivo iz operacija izrade klizne čahure kada se prije unutarnjeg tokarenja morao izbušiti središnji provrt.

5.3. Površinsko kaljenje

Materijal koji se koristi za izradu klizne šalice je legirani alatni čelik (Č.4850). Prema sadržaju legirani čelici su vrste čelika u kojima odlučujući utjecaj na svojstva imaju legirni elementi, tj. oni koji se dodaju da bi se postigla određena svojstva. Legirani čelik ima više od 5 % legirnih elemenata [2]. Kaljenje je toplinska obrada brzog ohlađivanja kaljivih čelika s određene temperature kaljenja (s područja austenita), pri čemu se stvara posebno tvrda struktura (martenzit) [2]. Grijanje do temperature kaljenja treba biti jednoliko da se dobije jednak temperature kaljenja po cijelom presjeku. Za dobivanje tvrde strukture kaljenja (martenzita) treba predmet ohlađivati s temperature kaljenja najmanje „kritičnom brzinom ohlađivanja“. Ona je različita za različite vrste čelika. Ugljični i malo legirani čelici imaju vrlo veliku kritičnu brzinu ohlađivanja, koja se može postići samo hlađenjem u vodi. Srednje legirani čelici imaju takvu kritičnu brzinu ohlađivanja da se može postići kaljenjem u ulju, dok je za legirane čelike dovoljno ohlađivanje na zraku [2]. Kaljenje čelika je termička obrada koja se izvodi zagrijavanjem radnog predmeta iznad temperature Ac3, za podtektoide i Ac1 za nadeutektoide čelike, pregrijavanjem na toj temperaturi i hlađenjem brzinom većom od kritične (slika 23.) [4].



Slika 23. Temperatura zagrijavanja čelika [4]

Kod izrade klizne šalice primjenjuje se termička obrada površinskog kaljenja.

Površinsko kaljenje je termička obrada kojom se zakaljuju samo površinski slojevi komada, dok njegova jezgra zadržava početnu strukturu. Tako se dobiva velika površinska tvrdoća uz veliku žilavost i manju tvrdoću jezgre, što je poželjno kod dijelova od kojih se traže sljedeće osobine:

- velika otpornost površine na habanje
- povećana otpornost protiv udarnog dinamičkog opterećenja
- visoka granica zamora površine [4]

Popis tehnoloških operacija koje su bile korištene kod izrade klizne šalice dan je u tablici 3. prema redoslijedu izvođenja. U tablici se nalazi i popis korištenih strojeva, alata i naprava.

Tablica 3. Redoslijed operacija kod izrade klizne šalice

Redoslijed operacija	vrsta	stroj	operacija	naprava	Alat	Parametri obrade
1	Leg.alatni čelik	Tračna pila	Piljenje na 80 mm	Škripac	pila	n=900min ⁻¹ f=0,1mm/o
2	Leg.alatni čelik	Univerzalna tokarilica	Poprečno tokarenje na 78 mm	Stezna glava	Tok. nož desni	n=500min ⁻¹ f=0,1mm/o
3	Leg.alatni čelik	Univerzalna tokarilica	Uzdužno tokarenje na Ø70	Stezna glava	Tok. nož desni	n=500min ⁻¹ f=0,1mm/o
4	Leg.alatni čelik	Univerzalna tokarilica	Tokarenje utora 8,3 mm	Stezna glava	Tok. nož za utore	n=500min ⁻¹ f=0,1mm/o
5	Leg.alatni čelik	Univerzalna tokarilica	Bušenje rupe Ø45	Držać svrdla	Svrdlo Ø45	n=250min ⁻¹ f=0,45mm/o
6	Leg.alatni čelik	Univerzalna tokarilica	Unutaranje tokarenje na Ø48H7	Držać svrdla	Tok. nož za unutarnje tokarenje	n=500min ⁻¹ f=0,1mm/o
7	Leg.alatni čelik	Univerzalna tokarilica	Unutaranje tokarenje s Ø45 na Ø72	Stezna glava	Tok. nož za unutarnje tokarenje	n=500min ⁻¹ f=0,1mm/o
8	Leg.alatni čelik	Univerzalna tokarilica	Unutaranje tokarenje konusa	Stezna glava	Tok. nož za unutarnje tokarenje	n=500min ⁻¹ f=0,1mm/o
9	Leg.alatni čelik	Univerzalna tokarilica	Vanjsko tokarenje radiusa R3	Stezna glava	Tok. nož	n=500min ⁻¹ f=0,1mm/o
10	Leg.alatni čelik	Plamenik	Zakaljivanje	Stol	Kliješta	62 HRC
11	Leg.alatni čelik	Kada s uljem	Bruniranje		Kliješta	62 HRC

6. ZAKLJUČAK

Detonatori su nezamjenjivi dijelovi prilikom paljenja eksploziva pa je potrebno posvetiti puno pozornosti njihovoj izradi. Dosjed između aluminijske čahure i cjevčice mora biti dovoljno čvrst, ali opet ne smije biti prejak, da ne bi prilikom prešanja čahura previše

priklještila cjevčicu. Time bi se prekinulo gorenje eksplozivnog praška i onemogućilo bi se aktiviranje, odnosno eksplozija detonatora. Zato se kod izrade alata treba strogo držati propisanih dimenzija izrade, posebno klizne šalice i klizača jer i malo odstupanje u izradi može dovesti do prelabavog dosjeda, odnosno do prevelikog priklještenja cjevčice u aluminijskoj čahuri. Debljina lima aluminijske čahure ne smije biti pretanka da ne dođe do loma ili pojave pukotina kod deformacije klizača. Lim čahure ne smije biti predebeo jer bi se tako onemogućilo rasprsnuće čahure prilikom eksplozije eksploziva koji se u njoj nalazi. Važno je također da se točno izradi konus od 8° u kliznoj šalici alata jer se po njemu gibaju klizači. Stol s prešom je predviđen za montažu samo jednog alata za uprešavanje detonatora. Na stolu ima još dovoljno slobodnog mjesta, pa postoji mogućnost spajanja nekoliko alata s polugom preše. Na taj način bi se proizvodnja detonatora mogla ubrzati. Trebalo bi samo povećati pritisak u cilindru kako bi se osigurala konstantna sila poluge.

7. LITERATURA

- [1] Persson,A., Holmberg,R. & Lee,J. (1993) : Rock blasting and explosives engineering
- [2] Školska knjiga: Proizvodno strojarstvo – inženjerski priručnik, Zagreb 1998.
- [3] Cukor G.: Tehnologija obrade materijala – III. dio; Tehnički fakultet Rijeka, 2003.
- [4] Adamović D.: Termička obrada metala, Mašinski fakultet u Kragujevcu