

ZATVARAČ

Pod zatvaračem se podrazumeva skup uređaja i mehanizama namenjenih za zatvaranje cevi, izvršenje opaljenja i izbacivanja prazne čaure.

Komplet savremenog zatvarača čine sledeći elementi:

- telo zatvarača
- mehanizam za opaljivanje metka, zapinjanje i okidanje
- mehanizam za pokretanje zatvarača (otvaranje i zatvaranje)
- mehanizam za izbacivanje čaure
- mehanizam za zaptivanje komore
- mehanizam za osiguranje

Osnovni zahtevi za konstrukciju zatvarača su:

- Da omogući pouzdano zaptivanje barutnih gasova pri opaljenju.
- Da je samokočiv (da može da se otvori samo po volji poslužioca, a nikako sam od sebe pod dejstvom sila pri opaljenju).
- Da ne dopušta opaljivanje ako nije zatvoren do kraja ili ako se trzajući delovi nisu u potpunosti vratili u osnovni položaj.
- Da funkcioniše bez otkaza.
- Da je pogodan za rukovanje u eksploataciji (jednostavno, brzo i udobno otvaranje i zatvaranje pri svim uglovima elevacije) i pogodan za održavanje (lako sklapanje i rasklapanje u cilju kontrolisanja).

Savremeni zatvarači se prema obliku tela zatvarača dele na dva osnovna tipa:

Klinasti zatvarači

Zavojni zatvarači

KLINASTI ZATVARAČI se u zavisnosti od pravca kretanja pri otvaranju (zatvaranju) dele na:

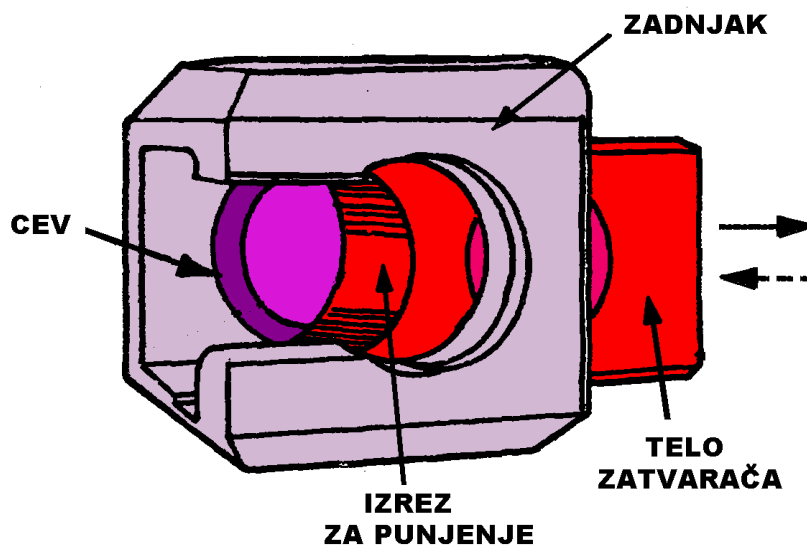
- **horizontalne**
- **vertikalne**

Kod horizontalno - klinastog zatvarača otvaranje se uvek vrši u desnu stranu, a kod vertikalno - klinastog zatvarača otvaranje se uvek vrši naniže (sl. 1).

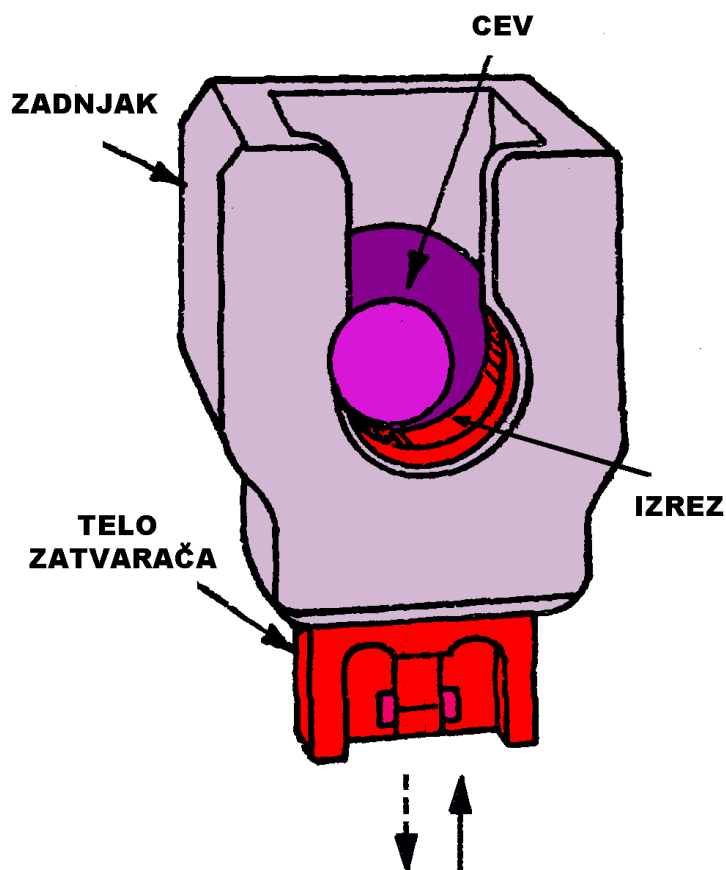
Ogromna većina protivavionskih oruđa i artiljerijskih oruđa do kalibra 155 mm ima klinaste zatvarače. Kod oruđa sa klinastim zatvaračem barutno punjenje je obavezno smešteno u čauri, koja obezbeđuje zaptivanje barutnih gasova pri opaljenju.

Osnovni deo klinastog zatvarača je telo u obliku prizme. Prednja strana (čelo) zatvarača je uvek normalna u odnosu na osu kanala cevi. Na toj osi je otvor za izlaz vrha udarne igle, kada je zatvarač u zatvorenom položaju. Zadnja strana zatvarača je blago zakošena, odakle naziv "klin". Veći ugao zakošenja (γ) olakšava otvaranje i zatvaranje zatvarača. Tada se i pri malom pokretu u otvaranju naglo smanjuje pritisak čela zatvarača na dno čaure, a time i trenje, što jako olakšava otvaranje. Međutim, veličina ugla γ je ograničena potrebom obezbeđivanja samokočivosti zatvarača (obično je $\gamma < 1^\circ 10'$).

HORIZONTALNO – KLINASTI ZATVARAČ

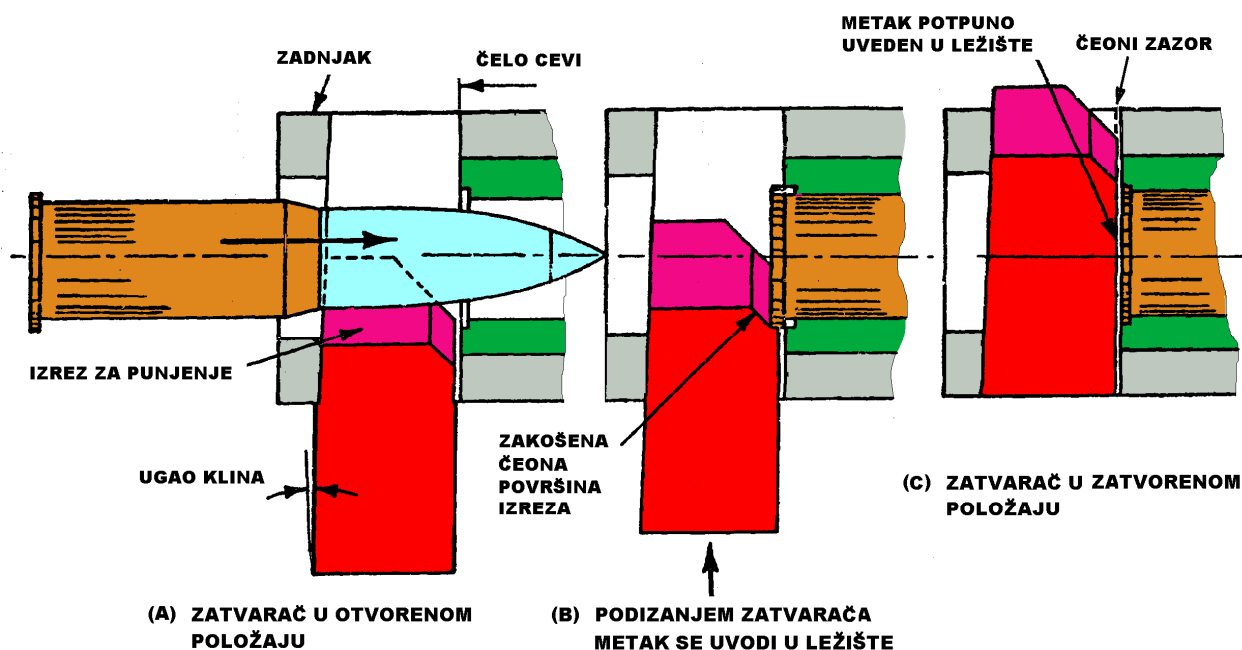


VERTIKALNO – KLINASTI ZATVARAČ



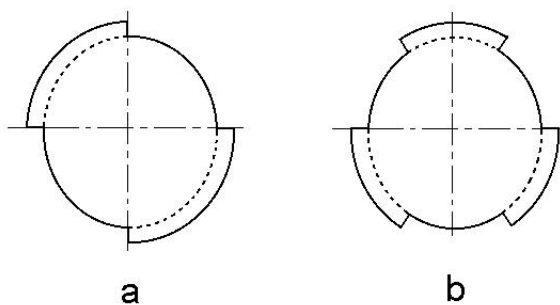
Sl 1. Tipovi klinastog zatvarača

Vertikalni zatvarač je pogodniji za punjenje oruđa, jer kod njega punilac vidi ceo prostor u koji postavlja metak, što nije slučaj kod horizontalnog zatvarača. Vertikalni zatvarači se ipak primenjuju samo kod malih i srednjih kalibara zbog promenljive sile za otvaranje i zatvaranje pri različitim elevacijama, kao i zbog potrebe savlađivanja težine zatvarača. Kod oruđa većeg kalibra primenjuje se horizontalni zatvarač, kod koga sila za pokretanje zatvarača ne zavisi od ugla elevacije cevi.



SI 2. Funkcija klinastog zatvarača

ZAVOJNI ZATVARAČI imaju telo u obliku valjka (klipa) sa zavojnim rebrima na cilindričnoj površini. Najjednostavniji oblik je sa dva zavojna i dva glatka polja (sl.3-a) Tada zavojna površina zahvata nešto manje od polovine obima tela zatvarača. Za uvijanje zatvarača u ležište u zadnjaku istog reljefa potrebno je da se zatvarač zaokrene za oko 90° . Manji ugao zaokretanja za istu zavojnu površinu je potreban kada ima više polja (3 zavojna i 3 glatka polja - sl.3-b ili 4 zavojna i 4 glatka polja).



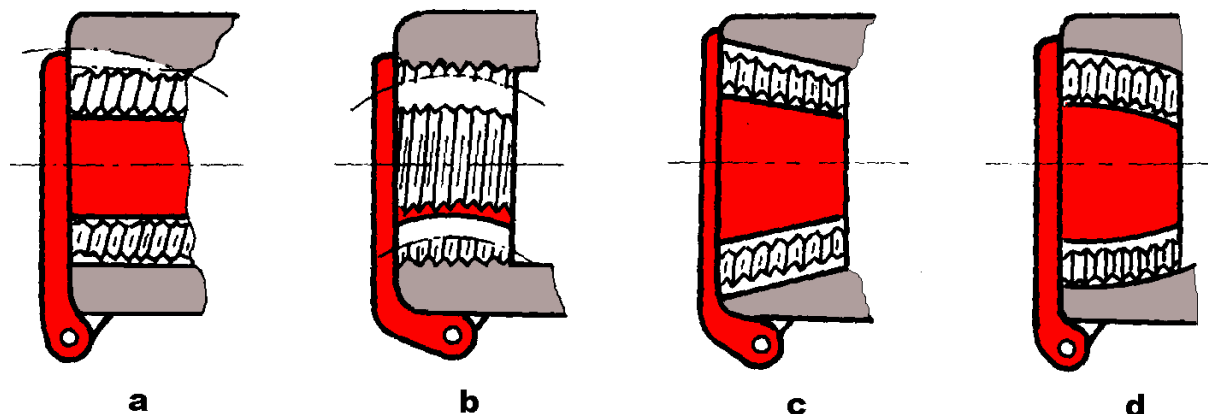
SI 3.

Potrebna veličina zavojne površine zavisi od opterećenja tela zatvarača pri opaljenju. Povećavanje zavojne površine zatvarača može da se postigne:

- povećavanjem prečnika zatvarača,
- povećavanjem dužine tela zatvarača,
- izradom zavojnih polja u dva ili više stepenica.

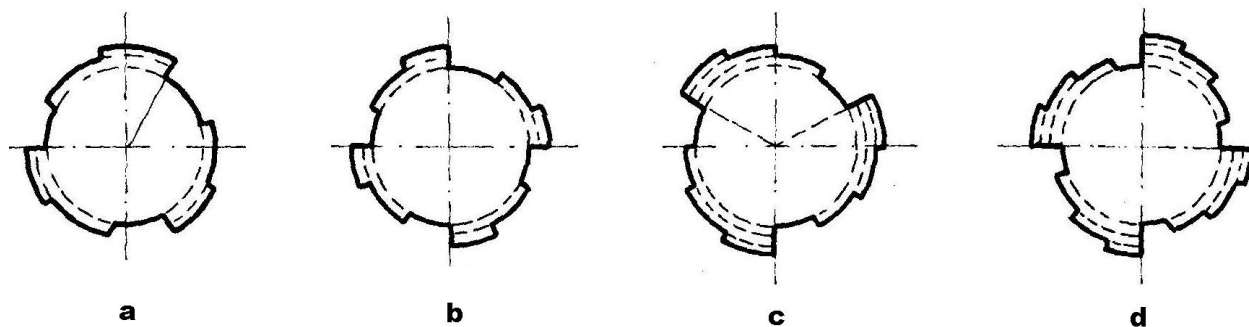
Prečnik zatvarača po glatkim poljima (D) je za $3 \div 7$ mm veći od prečnika komore, da bi se omogućilo lako punjenje oruđa. Veći prečnik zatvarača doveo bi do prevelikog povećavanja mase zatvarača i povećavanja poprečnog preseka i mase zadnjaka. Ugao zavojnice ne sme da bude veći od 1° zbog obezbeđivanja samokočivosti zatvarača ($\gamma \leq 1^\circ$).

Zavojna dužina na telu zatvarača je $L \geq 0.6 D$. Pri manjoj zavojuj dužini dolazilo bi do slabog centriranja i do zakošenja i zaribavanja zatvarača u njegovom ležištu pod dejstvom sile barutnih gasova pri opaljenju. Velika zavojna dužina otežava uvođenje tela zatvarača u njegovo ležište usled međusobnog zapinjanja rebara zatvarača i ležišta. Zato se krajevi zavoynih polja zatvarača i ležišta zasecaju po odgovarajućem kružnom luku (Sl.4-a), ili se telo zatvarača izvodi zakrivljeno (Sl.4-b), konično (Sl.4-c), odnosno sferično (Sl.4-d).



Sl 4.

Kod oruđa velikog kalibra zavoynna polja se često izvode u dve ili tri stepenice. Ako su zavoyni izrađeni u dve stepenice zavoynna površina zauzima 2/3 obima (Sl.5-a i Sl.5-b), a ako su izrađeni u tri stepenice zavoynna površina zauzima 3/4 obima (Sl.5-c i Sl.5-d) cilindričnog tela zatvarača. Na ovaj način se povećava zavoynna površina zatvarača, bez povećavanja njegove dužine i mase. Povećavanjem broja zavoynih, odnosno glatkih polja sa tri na četiri (Sl.4.-b, Sl.4-d) smanjuje se ugao zakretanja zatvarača pri otvaranju i zatvaranju.



Sl 5.

U zavisnosti od broja kinematski različitih pokreta klipa pri otvaranju i zatvaranju postoje:

- **jednotaktni** zavoynni zatvarači,
- **dvotaktni** zavoynni zatvarači,
- **trotaktni** zavoynni zatvarači.

Jednotaktni zavoynni zatvarači su samo zatvarači sa cilindričnim klipom i neprekidnim navojem.

Kod **dvotaktnih** zatvarača telo (klip) sukcesivno vrši dva prosta kretanja: Pri zatvaranju u prvom taktu vrata unose klip u njegovo ležište po kružnom luku sa centrom u osovini vrata, a

zatim se u drugom taktu klip zavrti za ugao dovoljan za međusobno zahvatanje zavojnih rebara zatvarača i ležišta. Pri otvaranju redosled taktova je obrnut.

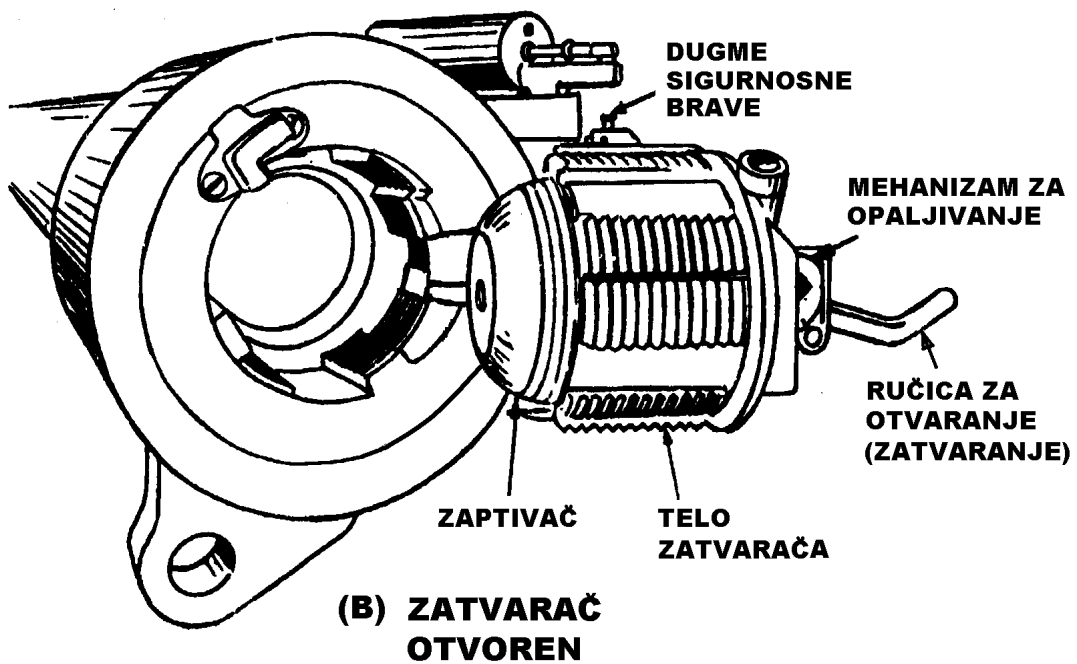
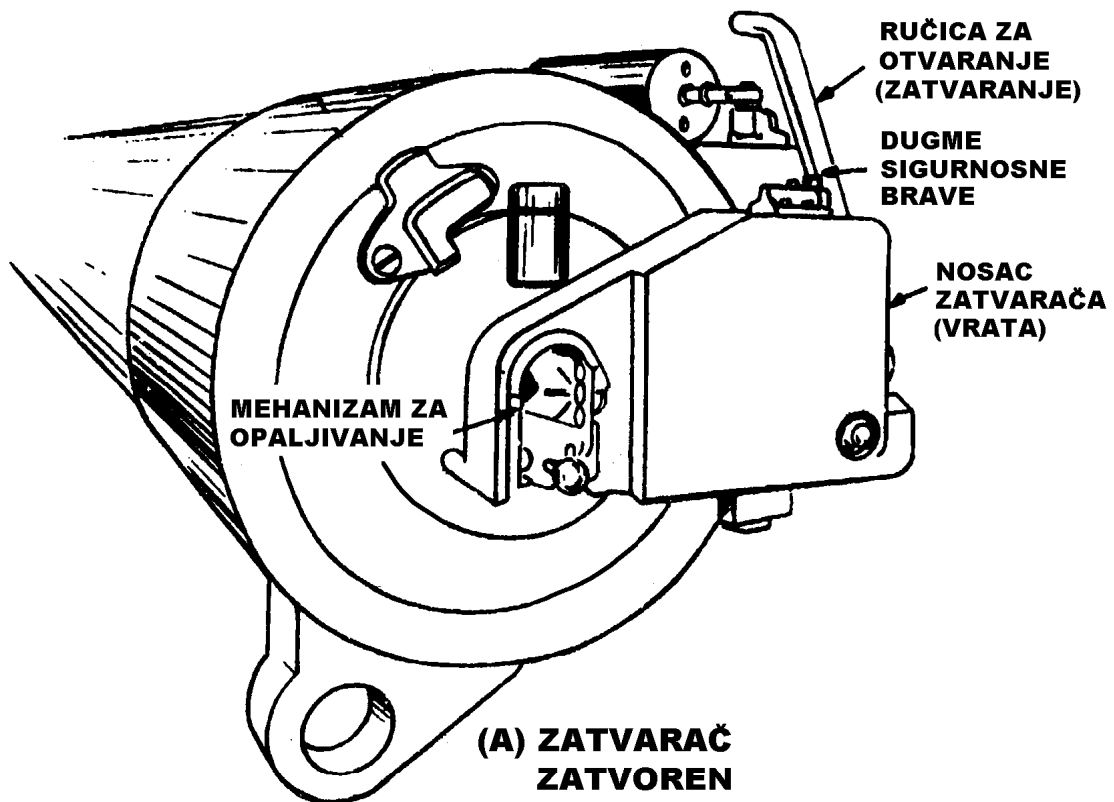
Kod **trotaktnih** zatvarača telo vrši tri prosta kretanja. Pri otvaranju se u prvom taktu telo zaokreće do potpunog odvijanja iz zavojnog ležišta; u drugom taktu telo se translatorno pomera unazad duž ose kanala cevi bez pokretanja vrata; a u trećem taktu vrata se obrću oko svoje osovine zajedno sa telom zatvarača, čime se zatvarač udaljava od ležišta i dolazi u otvoreni položaj. Pri zatvaranju redosled taktova je obrnut. Trotaktni zatvarači imaju složeniji mehanizam za pokretanje i proces otvaranja (zatvaranja) traje duže. Međutim, zbog dovoljnog translatornog pomeranja zatvarača u ležištu oni omogućuju sigurnu vezu i lak rad bez izrezivanja ili zakrivljavanja tela i ležišta. Trotaktni zavojni zatvarači se obično primenjuju kog oruđa velikog kalibra gde brzina paljbe nema izuzetno veliki značaj.

Prema vrsti odmicanja tela od ležišta zavojni zatvarači se dele na:

- zatvarače sa poprečnim odmicanjem (u pravcu normalnom na osu kanala cevi),
- zatvarače sa uzdužnim odmicanjem (u pravcu ose kanala cevi).

Kod poprečnog odmicanja telo zatvarača zajedno sa nosačem (vratima) odlazi u stranu u otvoreni položaj. Prema ravni kretanja razlikuju se horizontalno - zavojni i vertikalno - zavojni zatvarači. Danas se kod velikih kalibara uglavnom primenjuju horizontalno - zavojni zatvarači, jer je kod njih potrebna ista sila za otvaranje i zatvaranje.

Kod uzdužnog odmicanja telo zatvarača se posle odvijanja iz ležišta kreće pravolinijski unazad za dužinu nešto veću od dužine metka. Zbog jednostavnog pravolinijskog kretanja ovaj oblik zatvarača se primenjuje kod automatskih topova malog kalibra.



Sl 6. Zavojni zatvarač samohodnog topa 175 mm M113 A1

Mehanizam za opaljivanje metka

Opaljivanje metka predstavlja akt kojim počinje sagorevanje barutnog punjenja. Prema načinu izvođenja pripaljivanje može da bude:

- električno
- mehaničko

Električno opaljivanje se izvodi pomoću uređaja koji se sastoji iz izvora električne struje, potrošača i komutatora. Potrošač je obično tanka žica od platine ili hrom-nikla, koja je ugrađena u kapslu metka. Kada se zatvori strujno kolo žica se užari i aktivira inicijalnu smešu u kapsli metka, čime se preko inicijalnog lanca pripaljuje osnovno barutno punjenje metka.

Prednost električnog opaljivanja je skraćivanje vremena koje protekne od odluke nišandžije do opaljivanja metka, čime se povećava praktična brzina gađanja. Uređaj je kompaktan, jednostavno se koristi i lako održava.

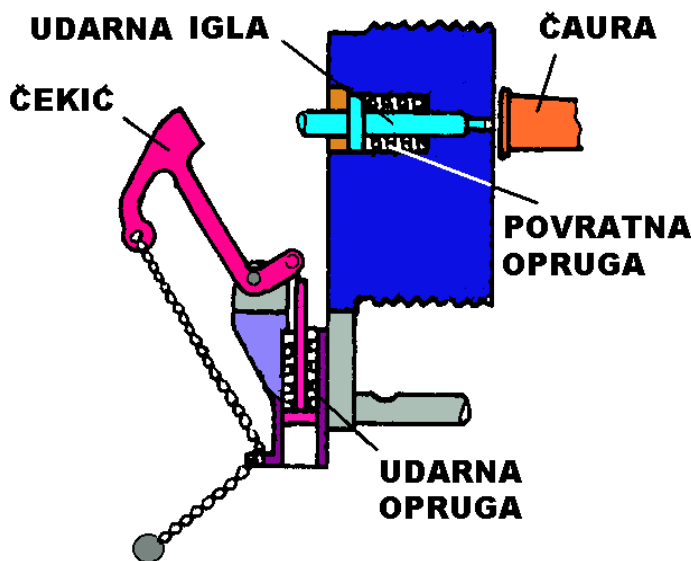
Nedostaci električnog opaljivanja su neophodnost posebnog izvora električne energije i smanjena pouzdanost. Zato se pored uređaja za električno opaljivanje uvek ugrađuje i rezervni mehanizam za mehaničko opaljivanje.

Mehaničko opaljivanje se realizuje pomoću udarnog mehanizma, kod koga se udarna igla nabija u inicijalnu kapslu metka. Postoje dva tipa udarnog mehanizma:

- udarni mehanizam tipa **čekića**
- udarni mehanizam tipa **udarača**

Udarni mehanizam tipa čekića ima udarnu iglu koja nije čvrsto spojena sa udarnom masom, već predstavlja odvojeni element udarnog mehanizma. Ovaj tip mehanizma primenjuje se najčešće kod zavojnih zatvarača.

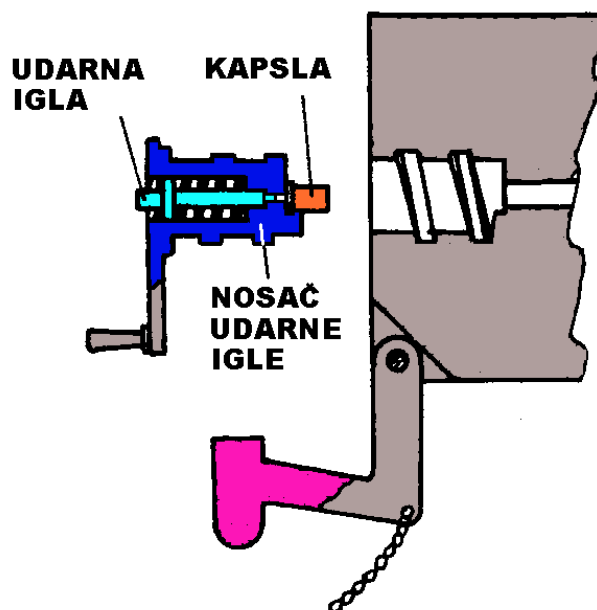
Na slici 7 prikazana je šema udarnog mehanizma tipa čekića koji se primenjuje kod sistema gde je barutno punjenje smešteno u čauru.



Sl 7. Udarni mehanizam tipa čekića za metak sa čauru

Udarne igla mehanizma je pod dejstvom povratne opruge potisnuta u krajnji zadnji položaj, tako da je njen vrh uvučen u telo zatvarača za $0.5 \div 1$ mm ispod čela zatvarača. Udarne opruga drži čekić u krajnjem prednjem položaju pritisnut na zadnji kraj udarne igle. Povlačenjem opaljivača sabija se udarna opruga (stanje na slici 7). Ispuštanjem opaljivača čekić se pod dejstvom udarne opruge kreće napred i udara u zadnji kraj udarne igle, pri čemu se sabija povratna opruga i vrši opaljivanje metka energičnim nabijanjem udarne igle u kapslu metka. Nakon opaljivanja povratna i udarna opruga vraćaju sistem u početni položaj.

Na slici 8 prikazana je šema udarnog mehanizma tipa čekića koji se primenjuje kod sistema gde je metak bez čaure. Ovde se kapsla postavlja u nosač udarne igle, tako da je neophodno da se za svako opaljenje nosač udarne igle odviše i opet zavije u svoje ležište u telu zatvarača.



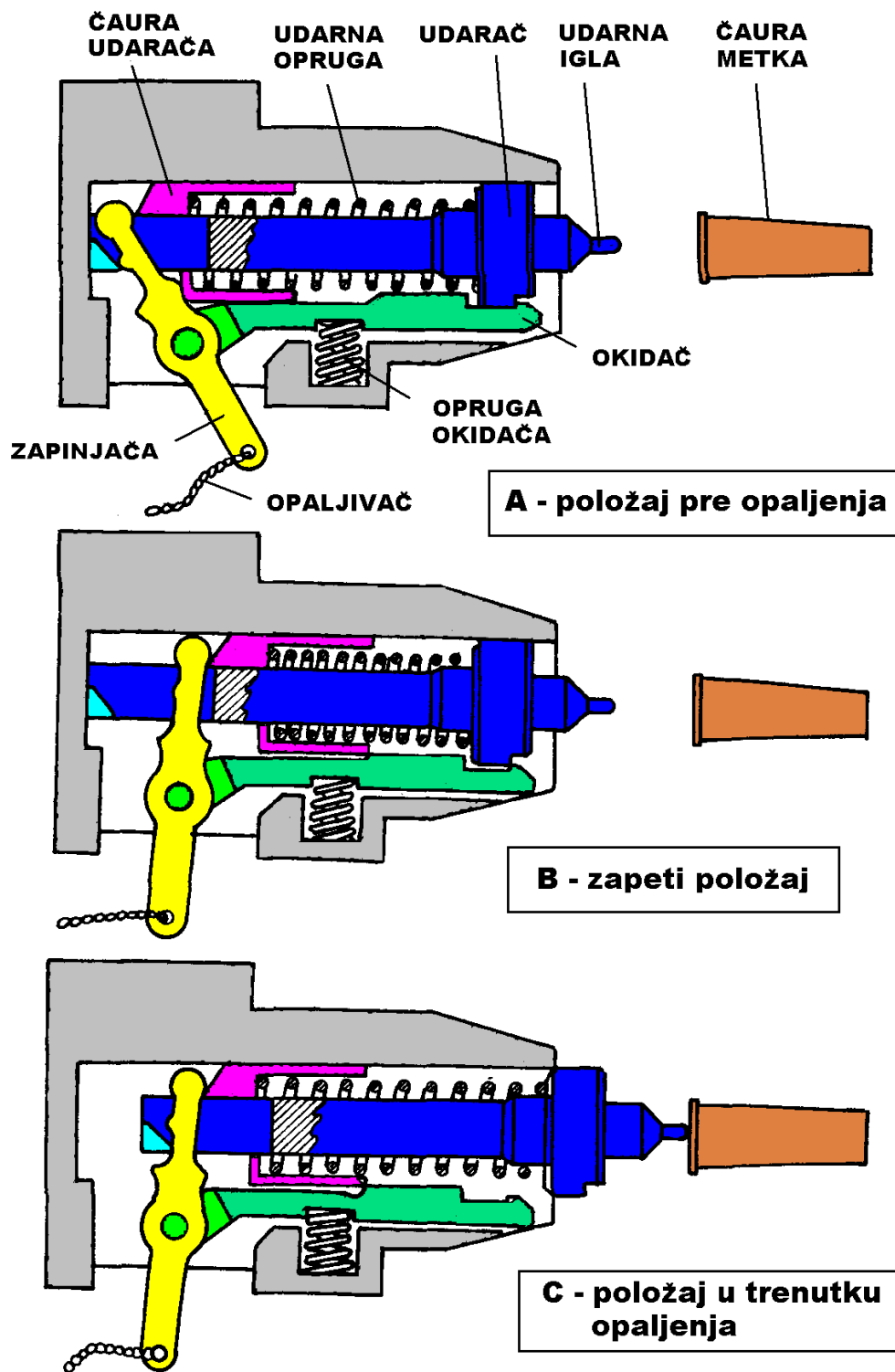
SI 8. Udarne mehanizam tipa čekića za metak bez čaure

Udarne mehanizam tipa udarača ima udarnu iglu koja sa udarnom masom čini jedinstvenu celinu. Ovaj tip mehanizma ima najširu primenu kod sistema gde je barutno punjenje smešteno u čauri metka.

Manja grupa udarnih mehanizama tipa udarača konstruisana je tako da funkcioniše nezavisno od ostalih mehanizama zatvarača. To su takozvani udarni mehanizmi "na povlačenje".

Na slici 9 prikazan je sistem "na povlačenje" koji je primenjen kod klinastog zatvarača američke haubice 105 mm M2. Povlačenjem opaljivača, zapinjača potiskuje čauru udarača i napinje udarnu oprugu koja se drugim krajem oslanja na glavu blokiranog udarača. Pri tome zapinjača prekida kontakt sa trougaonim ispustom na zadnjem kraju udarača. Kada čaura udarača svojom donjom ivicom dovoljno potisne okidač, delujući preko kosine na orpugu okidača, oslobađa se udarač i pod dejstvom udarne opruge leti napred i vrši opaljivanje metka. Zadnji kraj udarača sa trougaonim ispustom se tada oslanja na zapinjaču. Pri ovom oslanjanju sile kojima udarač (sa zadnje strane) i čaura udarača (sa prednje strane) pritiskaju zapinjaču su jednake, ali je moment pritiska čaure udarača veći (usled većeg kraka sile), tako da se ceo sklop vraća iz položaja C u položaj A. Na kraju kretanja udarna igla je uvučena u telo zatvarača za $0.5 \div 1$ mm iza čela zatvarača.

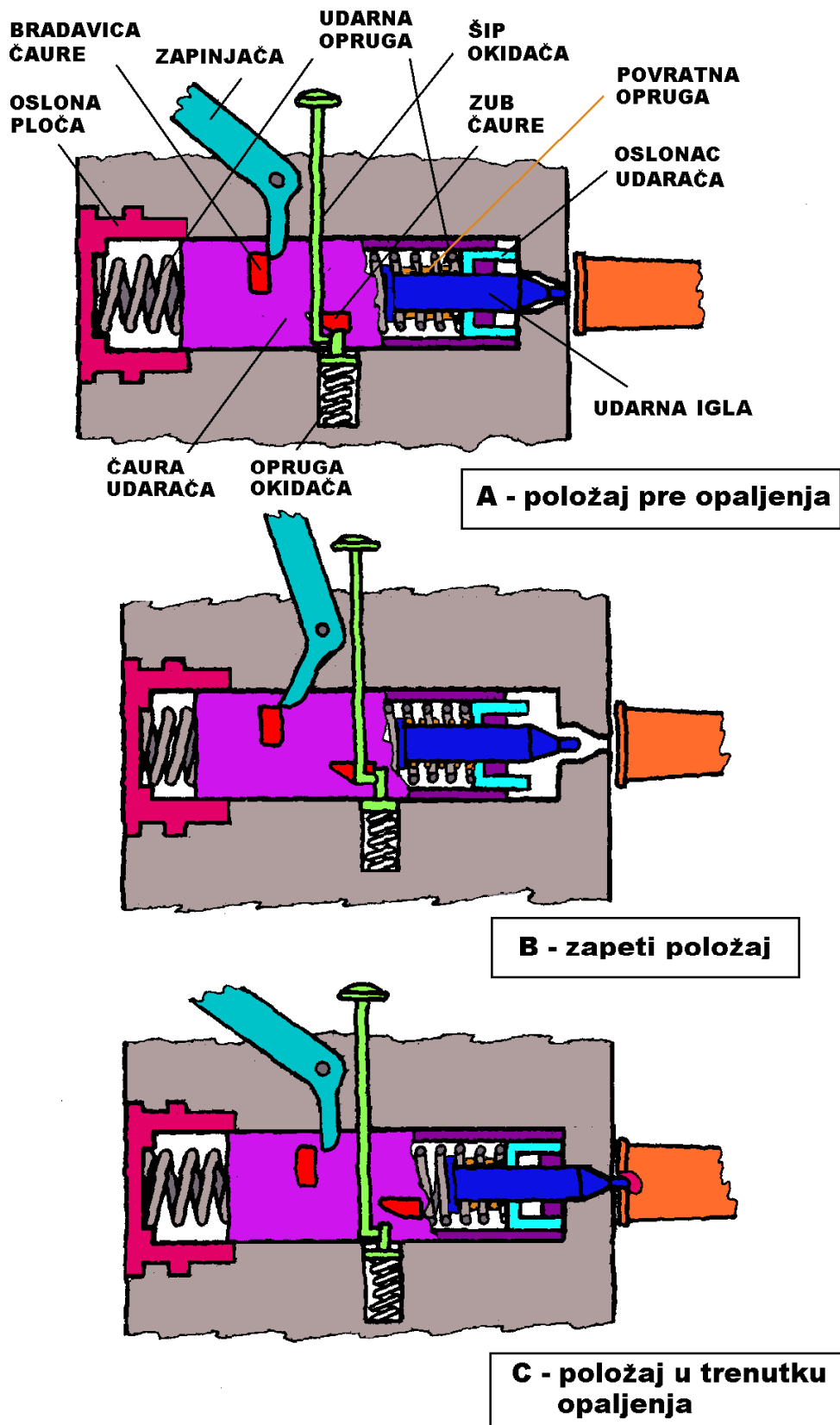
Većina udarnih mehanizama tipa udarača funkcioniše u zavisnosti od kretanja elemenata za pokretanje zatvarača. Ovi mehanizmi se primenjuju samo kod klinastih zatvarača i mogu da se podele u dve grupe.



Sl 9. Udarni mehanizam tipa udarača "na povlačenje"

Prvu grupu čine mehanizmi kod kojih udarna igla ima svoju povratnu oprugu. Ovakvi mehanizmi su često primenjivani kod oruđa američke proizvodnje.

Princip dejstva udarnog mehanizma tipa udarača koji funkcioniše u zavisnosti od kretanja elemenata za pokretanje zatvarača i čija udarna igla ima svoju povratnu oprugu prikazan je na slici 10. Čaura udarača ima na dva mesta propezano dno. Kroz te propeze mogu da se kreću dva ispusta oslonca udarača.



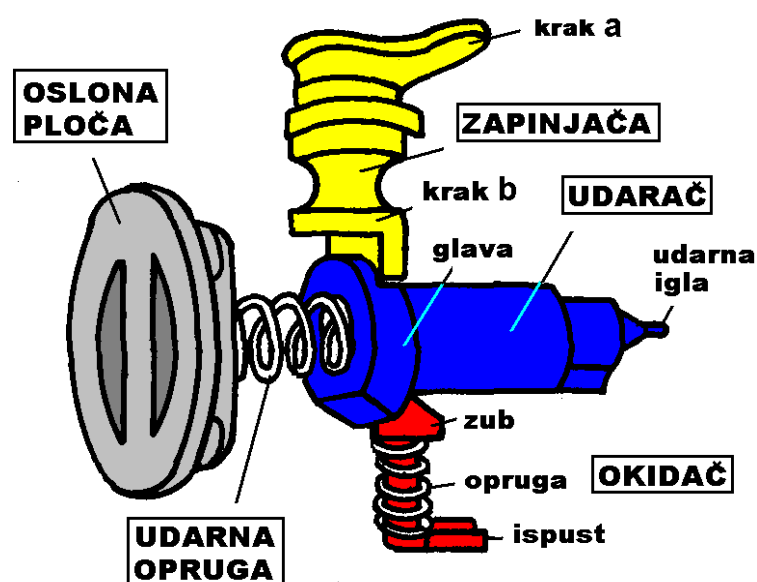
Sl 10. Inercioni udarni mehanizam tipa udarača

Pri otvaranju cevi delovi za pokretanje zatvarača potiskuju zapinjaču koja deluje na bradavicu čaure udarača i potiskuje čauru unazad. Pri tome se udarna opruga sabija između oslonca udarača koji se zajedno sa čaurom udarača kreće unazad i oslonce ploče koja je fiksirana u telu zatvarača. Zajedno sa čaurom i osloncem unazad se kreće i udarna igla koja je uvijena u

dno čaure. Pri kraju zapinjanja zub čaure svojom kosinom nailazi na šip okidača i sabija oprugu okidača. Kada zub prođe iza šipa, opruga potisne okidač naviše u položaj u kome on sprečava slobodni povratak udarača napred. Tada se završava proces zapinjanja.

Pri zatvaranju cevi, delovi mehanizma za pokretanje zatvarača potiskuju zapinjaču napred, čime se oslobađa prostor za kretanje udarača napred. Mehanizam je spreman za opaljivanje metka. Pritiskom na okidač čaura se oslobađa i pod dejstvom udarne opruge poleti napred. Pri kraju kretanja napred pokretni oslonac udarača se zaustavi (nasloni na telo zatvarača), a udarač (čaura i udarna igla) po inerciji produžava kretanje napred i sabijajući povratnu oprugu izvršava opaljivanje metka. Ovakav mehanizam se zbog kretanja po inerciji naziva **inercioni udarni mehanizam**. Nakon opaljivanja metka povratna opruga vraća udarač u početni položaj, tako da vrh udarne igle ostane uvučen u telu zatvarača.

Drugu grupu čine udarni mehanizmi kod kojih udarna igla nema povratnu oprugu, tako da nakon opaljenja udarna igla ostaje utisnuta u inicijalnu kapslu metka. Pri otvaranju cevi delovi mehanizma za pokretanje zatvarača moraju prvo da deluju na zapinjaču, kako bi ona povukla udarnu iglu u telo zatvarača, a tek onda da pokrenu otvaranje zatvarača. Ovakvi mehanizmi su često primenjivani kod oruđa ruske proizvodnje. Primer mehanizma ove grupe prikazan je na slici 11.



SI 11. Udarne mehanizma tipa udarača sa udarnom iglom bez povratne opruge

Pri otvaranju cevi delovi mehanizma za pokretanje zatvarača pritisnu prvo na krak a zapinjače, koja svojim krakom b deluje na glavu udarača i potiskuje udarač unazad, sabijajući udarnu oprugu o oslonu ploču. Kada se udarna igla na ovaj način uvuče u telo zatvarača za 0.5 ÷ 1.0 mm počinje otvaranje zatvarača. Daljim zapinjanjem kosina na donjoj strani glave udarača nailazi na kosinu zuba okidača, potiskujući okidač u njegovo ležište i sabijajući oprugu okidača. Na kraju zapinjanja zub okidača uskoči ispred glave udarača, tako da je onemogućeno kretanje udarača napred.

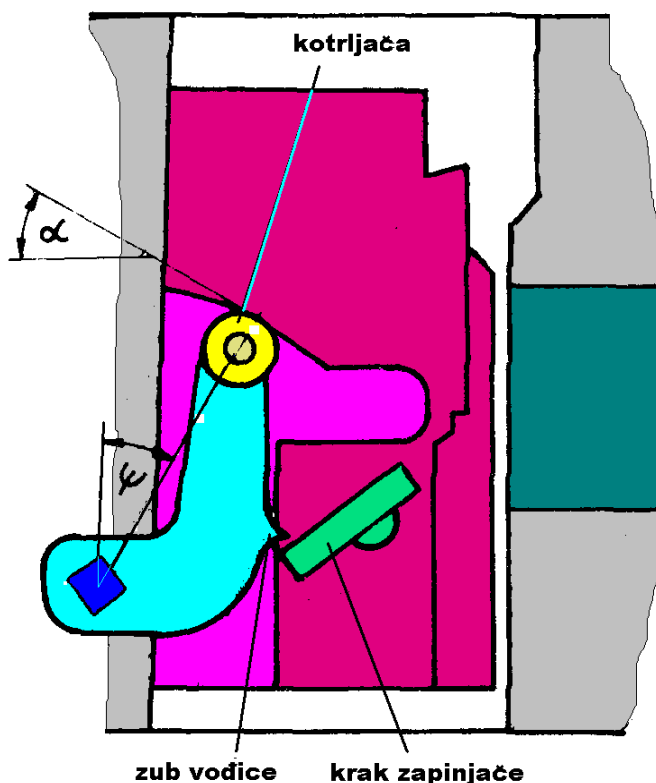
Pri zatvaranju cevi delovi mehanizma za pokretanje zatvarača vraćaju zapinjaču u njen početni položaj, čime se oslobađa prostor za kretanje udarača napred. Udarne mehanizam je spreman za opaljivanje metka. Delovanjem okidača na ispust oslobađa se udarač i pod dejstvom udarne opruge udarna igla se nabija u inicijalnu kapslu metka.

Mehanizam za pokretanje zatvarača

Zavojni zatvarači se kreću van pravca ose cevi, tako da se oni pokreću samo ručno. Većina klinastih zatvarača mogu da se pokreću i automatski.

Osnovni element karakterističnog mehanizma za pokretanje klinastog zatvarača je vođica u obliku krive (laktaste) poluge koja je jednim krajem spojena sa osom rukohvata smeštenim na zadnjaku, a na drugom kraju se nalazi kotrljača koja klizi po žljebu urezanom na jednoj od bočnih površina zatvarača (klina). Kod težih poluautomatskih zatvarača vođice i profilisani žljebovi se nalaze sa obe strane klina.

Na slici 12 prikazan je primer vođice i žljeba jednog vertikalno - klinastog zatvarača. Pošto je kod ovog zatvarača udarni mehanizam sličan onome na slici 11, pre otvaranja zatvarača mora udarna igla da se uvuče u telo zatvarača. Zato je početni deo žljeba izrađen u obliku kružnog luka sa centrom u osovini vođice. Pri zakretanju osovine sa vođicom kotrljača se kreće po lučnom delu žljeba, tako da u tom periodu nema kretanja tela zatvarača. Međutim, od samog početka kretanja vođica svojim zubom potiskuje krak zapinjače, koja delujući na udarač povlači udarnu iglu u telo zatvarača. Kada se vrh udarne igle uvuče iza površine čela zatvarača kotrljača nailazi na pravolinijski deo žljeba i pritiskajući na donji bok žljeba pokreće telo zatvarača naniže. Vođica svojim zubom i dalje potiskuje zapinjaču i udarni mehanizam se zapinje. U krajnjem otvorenom položaju vođica zadržava telo zatvarača u njegovom ležištu u zadnjaku.



SI 12. Vođica mehanizma za pokretanje zatvarača

Pri zatvaranju kotrljača pritiska na gornji bok pravolinijskog dela žljeba i pokreće zatvarač naviše. Zub vođice se odmiče od zapinjače i omogućava joj da se vrati u polazni položaj. Po završetku zatvaranja kotrljača prelazi na lučni deo žljeba bez daljeg pomeranja tela zatvarača. U krajnjem položaju vođica podupire telo zatvarača i fiksira ga u zatvorenom položaju. Sile trenja vođice po žljebu suprotstavljaju se svakom pokušaju zakretanja vođice, tako da zatvarač ostaje fiksiran (u praksi se obično usvaja $\alpha_0 = 20^\circ \div 22^\circ$ i $\psi_0 = 21^\circ \div 23^\circ$).

Kod oruđa kod kojih se udarna igla povlači u telo zatvarača pod dejstvom povratne opruge žljeb je ili pravolinijski ili je u obliku kontinualne krive linije. Pošto ovakav žljeb ne može da obezbedi fiksiranje zatvorenog položaja neautomatskog zatvarača, ovakvi zatvarači se konstruišu samo kao horizontalno - klinasti. Međutim, zatvarači sa ovakvim žljebom su pogodniji za automatizaciju zbog manje udarnog kretanja, tako da (polu)automatski zatvarači mogu biti i vertikalno - klinasti.

Radi olakšanja rada i povećanja brzine gađanja većina savremenih artiljerijskih oruđa snabdevena je poluautomatikom otvaranja zatvarača. U zavisnosti od izvora energije mehanizmi poluautomatike dele se na dve grupe:

- **mehanizmi koji koriste energiju trzanja cevi,**
- **mehanizmi koji koriste energiju stranog izvora.**

Nezavisno od konstrukcije mehanizmima za pokretanje klinastih zatvarača postavljaju se sledeći osnovni zahtevi:

- sigurno otvaranje zatvarača i izbacivanje čaure u svim uslovima eksploatacije
- rad mehanizma ne sme bitno da utiče na rad protivtržajućeg sistema
- nezavisnost funkcionisanja od uslova punjenja
- obezbeđivanje zatvaranja zatvarača za najkraće vreme bez jakog udara na kraju zatvaranja
- dug vek, kompaktnost, bezopasnost i pogodnost za eksploataciju

Mehanizam za zaptivanje komore

Kod artiljerijskih oruđa primenjuju se dve vrste zaptivanja komore:

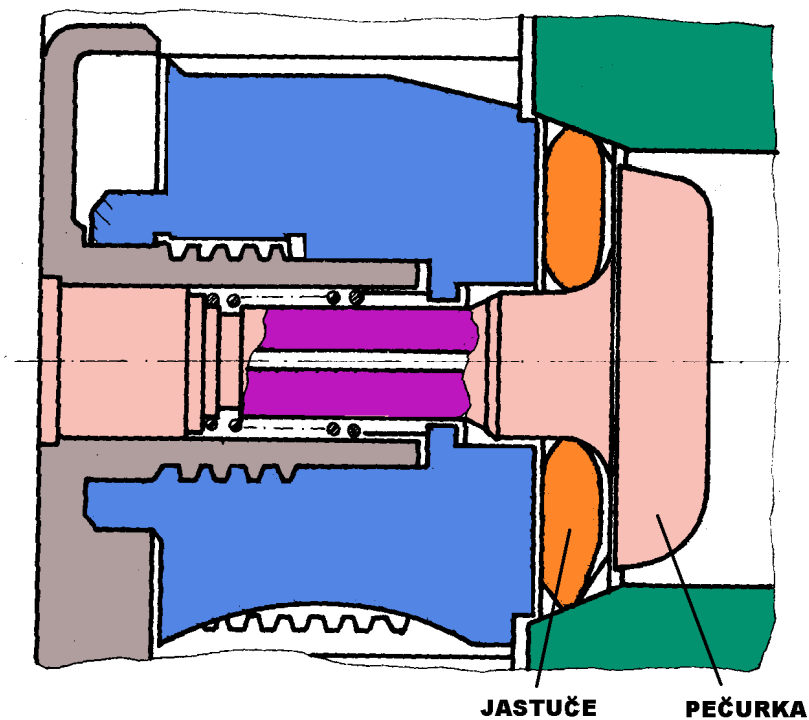
- **pomoću čaure,**
- **pomoću plastičnog zaptivača.**

Zaptivanje pomoću čaure primenjuje se kod oruđa sa zatvaračem svih tipova. Prednosti zaptivanja pomoću čaure su pouzdano zaptivanje (usled širenja čaure pod dejstvom barutnih gasova i poništavanja zazora čaura/ležište metka u oblasti elastičnih deformacija čaure) i brže punjenje oruđa. Loše strane ovog zaptivanja su povećanje mase metka ($20 \div 30 \%$) i relativno visoka cena mesingane čaure.

Zaptivanje pomoću plastičnog zaptivača primenjuje se kod oruđa velikog kalibra sa zavojnim zatvaračem i barutnim punjenjem bez čaure. Prednost plastičnog zaptivača je što nema čaure, a mane su zavisnost zaptivanja od okolne sredine, smanjenje brzine gađanja i kratak vek.

Na slici 13 data je principijelna šema plastičnog zaptivača tipa DeBange.

Glavni delovi zaptivača DeBange su čelično telo u obliku pečurke, zaptivno jastuče i zaštitni čelični prstenovi. Duž stabla pečurke nalazi se kanal za pripaljivanje barutnog punjenja. Glava pečurke se pri opaljenju pomera unazad pod dejstvom pritiska barutnih gasova i sabija jastuče koje se širi u radijalnom pravcu, priljubljuje uz zidove komore i vrši zaptivanje barutnih gasova između zatvarača i zadnjaka.



Sl 13. Plastični zaptivač tipa DeBange

Da bi zaptivač ovakve ili slične konstrukcije odgovorio svojoj nameni on mora da zadovolji sledeće osnovne zahteve:

- pritisak jastučeta na zidove komore mora da bude veći od pritiska barutnih gasova na glavu pečurke.
- jastuče mora da bude izrađeno od plastičnog i dovoljno čvrstog materijala da bi se obezbedilo čvrsto naleganje na zidove zadnjaka.
- matertijal jastučeta mora da ima visoku temperaturu topljenja, da se ne lepi o zidove ležišta zatvarača i da bude dovoljno otporan.
- zaptivač ne sme da ometa otvaranje zatvarača nakon opaljenja. On treba da bude pogodan za rukovanje, pouzdan u eksploataciji i jednostavan za remont.