

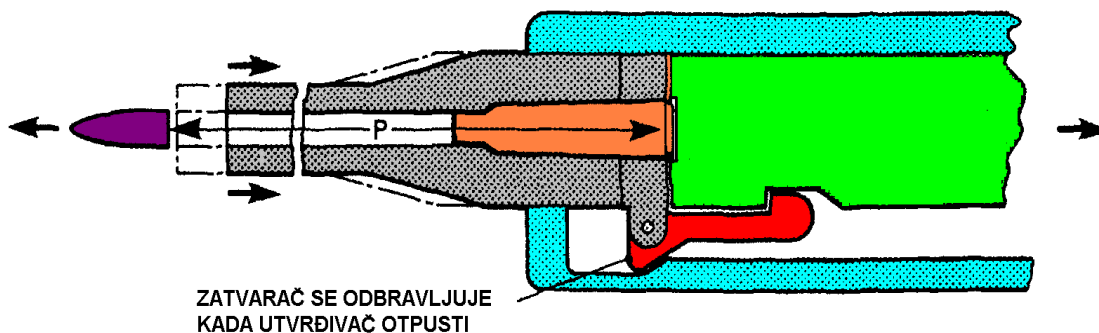
KONSTRUKCIJA KLASIČNOG NAORUŽANJA

STRELJAČKO ORUŽJE

Trzanje cevi

Definicija

Kod sistema koji radi na ovom principu cev se slobodno trza duž vođica na telu oružja. Cev i zatvarač su međusobno zabravljeni. Pri opaljenju metka sila barutnih gasova potiskuje zatvarač nazad. Pošto je zatvarač čvrsto spojen sa cevi, on povlači za sobom i cev. Kasnije tokom radnog ciklusa zatvarač se odbravljuje od cevi i nastavlja kretanje tokom koga izvlači i izbacuje utrošenu čauru. U međuvremenu cev se vraća u prednji položaj, praćena zatvaračem koji pri vraćanju uvodi novi metak u ležište i ponovo se zabravljuje.



Slika 1. Šematski prikaz funkcije oružja koje radi na principu trzanja cevi

Ovo zajedničko kretanje zatvarača i cevi je izvor energije za izvršavanje operacije trzanja. Treba naglasiti da kod ovog sistema trzanje zatvarača i cevi predstavlja relativno kretanje u odnosu na telo oružja.

Tipovi trzanja cevi

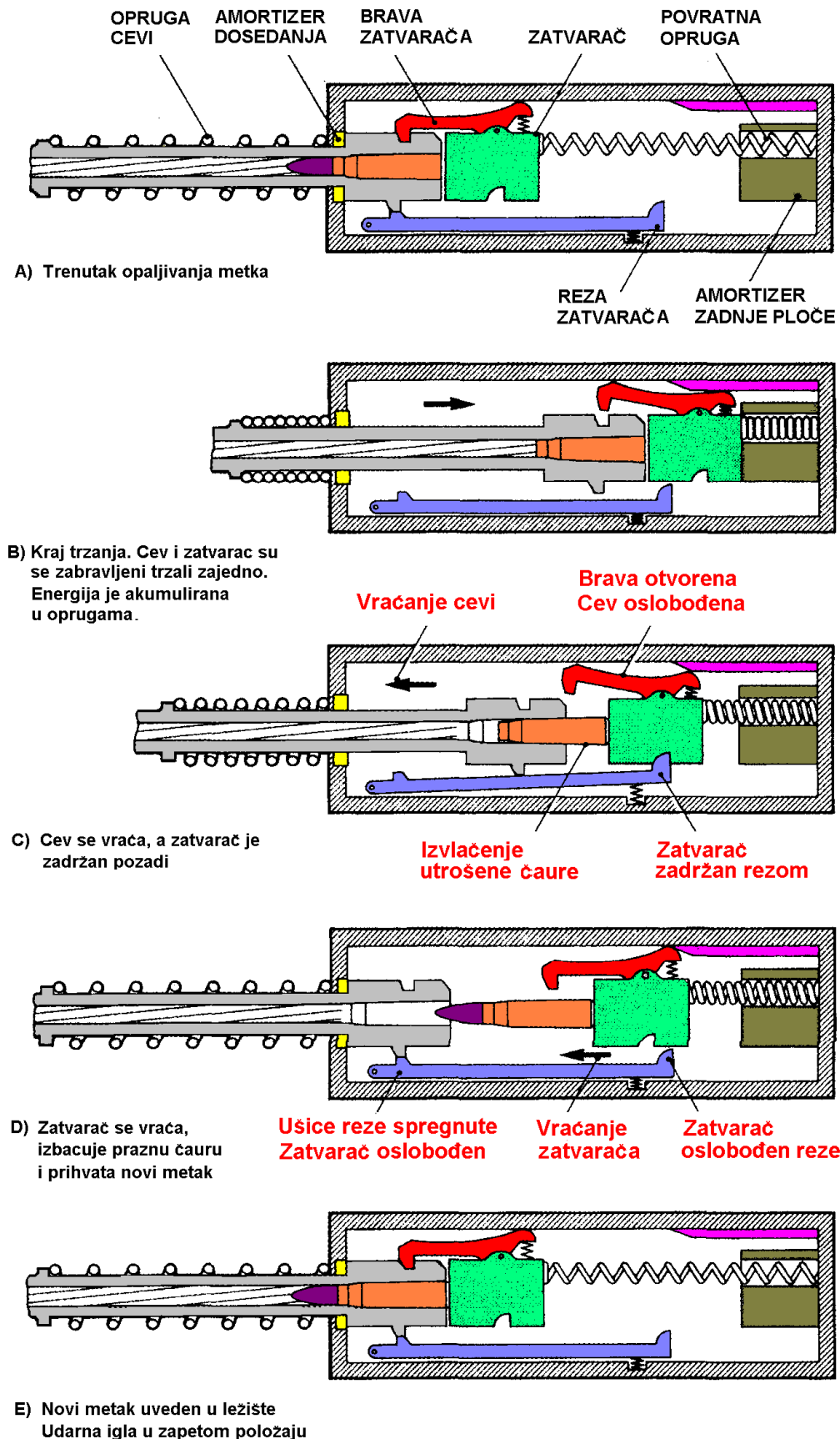
Postoje mnogobrojni primeri oružja sa trzanjem cevi kod kojih je bio primenjen veliki broj različitih mehaničkih uređaja. Bez obzira na značajne razlike u detaljima, sva oružja ove grupe mogu se podeliti u dve osnovne kategorije:

- **Dugo trzanje cevi**
- **Kratko trzanje cevi**

Dugo trzanje cevi (Long recoil)

Dugo trzanje cevi je sistem kod koga su cev i zatvarač međusobno zabravljeni i trzaju se zajedno na rastojanju koje je veće od dužine neopaljenog metka. Ovo kretanje je izvor energije za rad sistema. Kada je kretanje nazad završeno, zatvarač se odbravljuje od cevi i ostaje zadržan u zadnjem položaju, dok se cev kreće napred ostavljajući praznu čauru na čelu zatvarača. Kada se cev dovoljno pokrenula napred za hranjenje oružja, zatvarač se oslobađa. U ovoj fazi cev ima još samo malo rastojanje da pređe do krajnjeg prednjeg položaja. Tada je zatvarač potisnut napred pod dejstvom povratne opruge. Pri vraćanju zatvarač prihvata i uvodi novi metak i zabravljuje se pre opaljivanja sledećeg metka.

Osnovne komponente oružja koje radi na principu dugog trzanja cevi su zatvarač, sistem za zabravljivanje, povratna opruga i opruga cevi. Ove komponente su prikazane na slici 2



Slika 2. Elementi funkcije sistema koji radi na principu dugog trzanja cevi

Radni ciklus

Osnovni principi rada sistema sa dugim trzanjem cevi su sledeći. Kada je metak smešten u ležištu i spreman za opaljivanje, zatvarač je zabavljen sa cevi. Ova situacija je prikazana na slici 2-A. Kada je metak opaljen zatvarač je potisnut nazad, povlačeći cev sa sobom. Uticaj nesabijene povratne opruge je u ovoj fazi mali i ubrzavanje trzanja je određeno veličinom trzajuće mase. Nadpritisak u komori se održava kratko vreme nakon izletanja zrna, a zatim pritisak u komori brzo opada do atmosferskog pritiska. Cev i zatvarač nastavljaju da se trzaju zajedno zahvaljujući količini kretanja koju su stekli tokom dejstva sile pritiska. Povećavanjem sila otpora koje pružaju opruga cevi i povratna opruga, trzajuća masa (cevi i zatvarač) se usporava i na kraju zaustavlja u krajnjem zadnjem položaju. Ovo je prikazano na slici 2-B. Zatvarač je još uvek zabavljen za cev i jedini deo radnog ciklusa koji je izvršen, osim opaljivanja metka, je akumuliranje energije u oprugama. Zatvarač je zadržan pozadi, a cev je oslobođena i kreće se napred (vidi sliku 2-C) da izvede izvlačenje i izbacivanje prazne čaure. Kada je cev otišla dovoljno napred novi metak se dovodi ispred zatvarača. Cev pri kraju vraćanja još uvek ima dosta kinetičke energije koja mora da se apsorbuje uz pomoć amortizera dosedanja kod većih kalibara, ili udarom kod manjih kalibara. Kada je cev završila vraćanje ona aktivira mehanizam za oslobađanje zatvarača, tako da je zatvarač potisnut napred da zahvati novi metak, uvede ga u ležište i zabravi se za cev. Kinetička energija zatvarača je apsorbovana pokretanjem mehanizma za zabavljanje, uvođenjem metka u ležište i udarom o zadnji kraj cevi.

Karakteristike sistema

Kod sistema sa dugim trzanjem cevi nema problema vezanih za izvlačenje neoslonjene čaure, jer je zatvarač zabavljen tokom polovine radnog ciklusa. Međutim, postoje problemi efikasnog rasipanja (trošenja) raspoložive energije trzanja. Kod oružja većeg kalibra kao što su topovi 30 mm, značajan poprečni presek cevi i visok pritisak barutnih gasova stvaraju ekstremno velike sile trzanja, koje mogu da prouzrokuju žestoko dejstvo i stvore velike količine energije trzanja. Ova energija mora da se utroši delovanjem protivtrzajućeg sistema. Kod dugog trzanja cevi potisak sile trzanja se troši na saopštavanje kretanja kombinovane mase (zatvarač i cev) na dugačkom rastojanju. Pošto su trzajuće mase prilično velike, brzina trzanja je relativno mala i stvorena kinetička energija nije previše velika. Pored toga, pošto energija trzanja može da se apsorbuje tokom relativno dugačkog kretanja, sila neophodna za apsorbovanje ove energije može da se zadrži u razumnim granicama, uz malo povlačenje oslonca (lafeta) oružja.

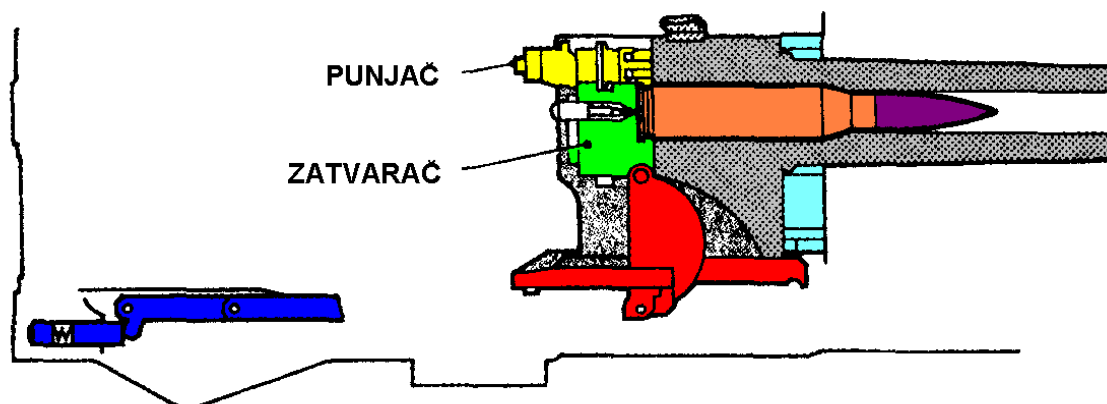
Pošto je zatvarač zabavljen tokom kompletnog procesa trzanja, bar polovina vremena radnog ciklusa protekne pre nego što započne izvršavanje normalnih funkcija izvlačenja i izbacivanja čaure i hranjenja oružja. Ovo neizbežno vodi ka izuzetno malim brzinama gađanja - oko 1/5 do 1/4 brzine koja bi mogla da se postigne kod oružja istog kalibra koje bi radilo na drugačijem principu rada automatike. Tako su osnovne karakteristike sistema sa dugim trzanjem cevi:

- Smanjena naprezanja u sistemu, posebno u protivtrzajućem uređaju. Povlačenje postolja oružja je malo.
- Vrlo mala brzina gađanja.
- Kompleksni i veoma skupi mehanizmi i teški i skupi ležajevi cevi.
- Velike promene položaja centra mase pri kretanju cevi napred - nazad.

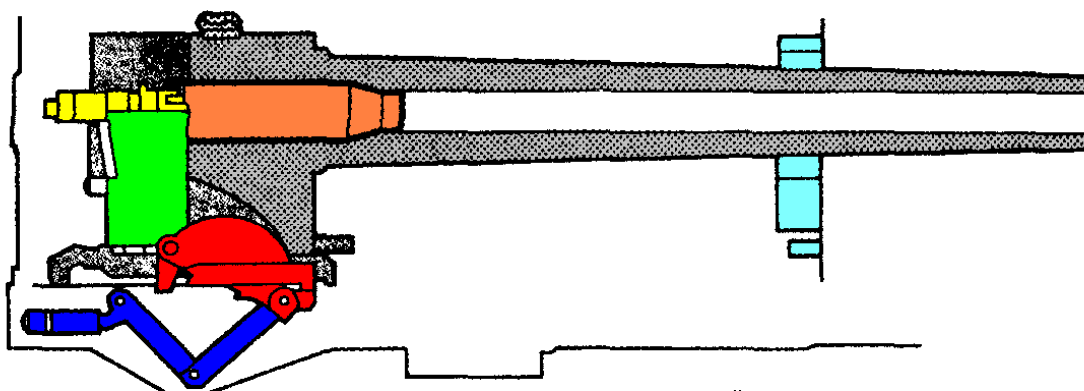
Navedene karakteristike su isključile mogućnost primene ovakvog sistema kod oružja malog kalibra namenjenog vojnim snagama. Poluautomatska sačmarica je praktično jedini primer upotrebe ovog sistema kod modernog oružja kojim se gađa iz ruke.

Primer

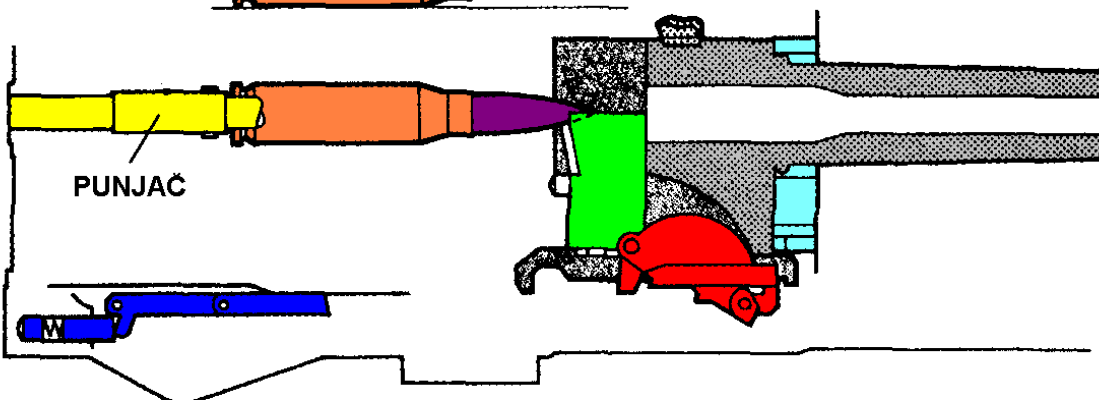
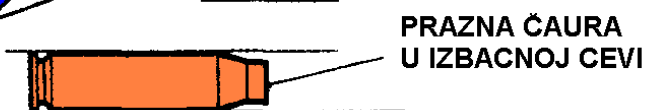
Postoji oblast primene oružja gde malo povlačenje lafeta (oslonca) i mala brzina gađanja predstavljaju prednosti. To je slučaj sa topom koji je projektovan za ugradnju na borbeno vozilo pešadije ili izviđačko borbeno vozilo, a koji je namenjen za dejstva protiv lako oklopljenih vozila ili borbenih vozila pešadije. Britanski top **30 mm RARDEN** je razvijen kao oružje koje radi na principu dugog trzanja cevi, upravo za prethodno navedene namene. Metod funkcionisanja ovog topa prikazan je na slici 3.



Top spreman za opaljivanje metka



Kraj trzanja



Punjač spreman za hranjenje oružja

Slika 3. Funkcija oruđa sa dugim trzanjem cevi - top 30 mm RARDEN

Na vrhu slike 3 prikazan je napunjen top spreman za opaljivanje metka. Cev je u krajnjem prednjem položaju, metak je u ležištu i samo treba da se aktivira solenoid ili dugme za opaljivanje.

Na drugom crtežu cev je prešla put trzanja od 330 mm i nalazi se u krajnjem zadnjem položaju. Klizni zatvarač je potpuno otvoren i kandža punjača hvata praznu čauru.

Na dnu slike 3 prikazana je cev u krajnjem prednjem položaju. Prethodno je kandža punjača zarotirala i smestila praznu čauru u izbacnu cev. Punjač rotira nazad dovodeći novi metak u liniju cevi.

Punjač se zatim kreće napred pod dejstvom svoje opruge, uvodi metak u komoru, oslobađa utvrđivač zatvarača i omogućuje zatvaranje zatvarača. Pri zatvaranju punjač biva gurnut u stranu i top je tada u stanju prikazanom na vrhu slike 3.

Dužina metka 30 mm je 285.75 mm, tako da je ukupna dužina trzanja cevi topa samo za 44.65 mm veća od dužine metka. Pošto se telo topa ne trza, očigledno je da ovakva konstrukcija topa obezbeđuje veoma malu dužinu oružja unutar borbenog vozila. Pored toga, pošto je trzanje skoro završeno pre nego što se otvori klizni zatvarač, nema većih problema sa otrovnim gasovima koji su imali dovoljno vremena da se razidu. I ono malo gasova što preostane u čauri ne može da izađe iz tela topa, koje je praktično izolovano od kabine sa posadom.

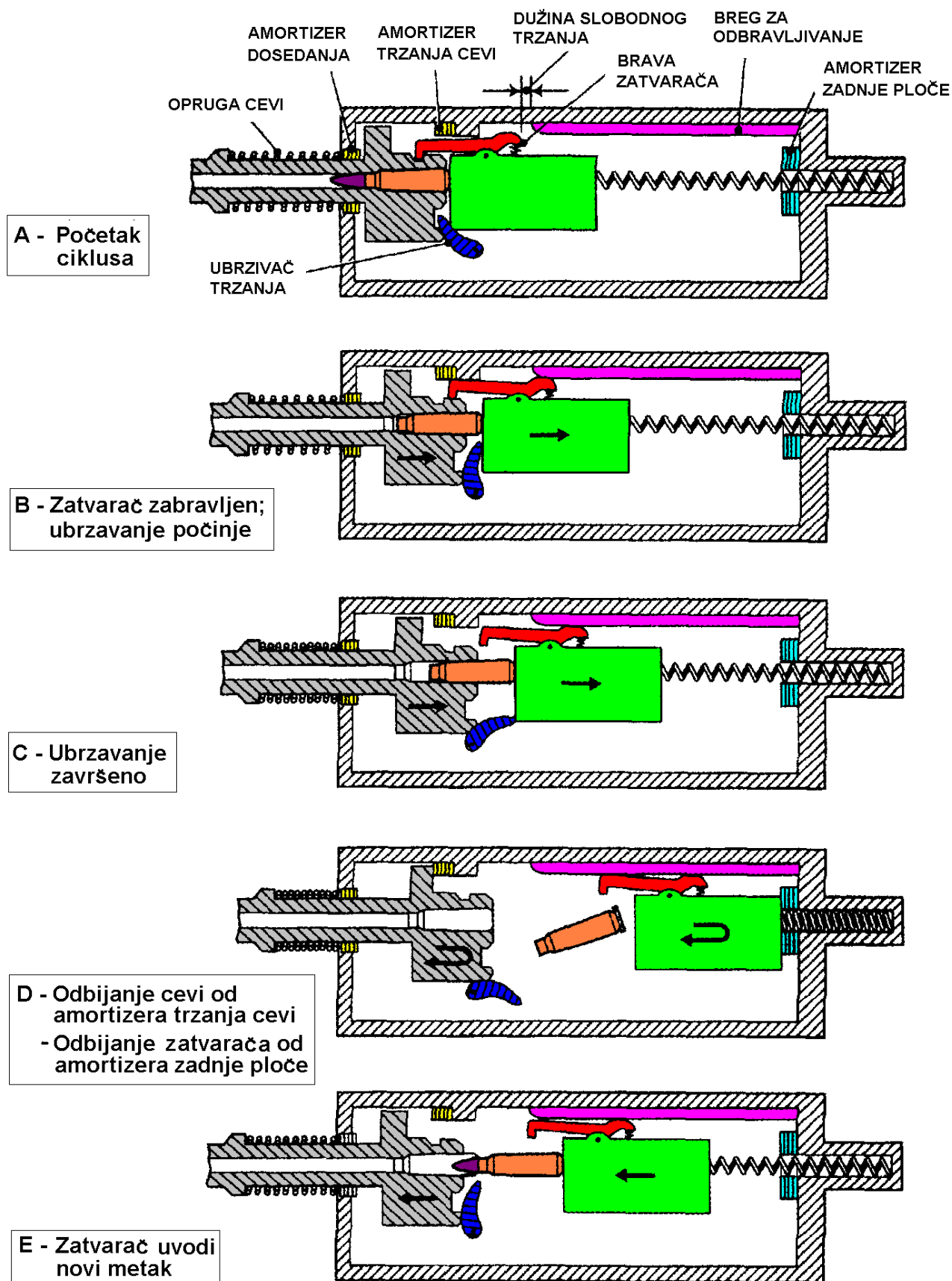
Kratko trzanje cevi (Short recoil)

Kod oružja koje radi na principu kratkog trzanja cevi zatvarač i cev se pri trzanju razdvajaju posle kratkog pređenog puta. Ovaj put je daleko manji od onog neophodnog za hranjenje oružja, ali je dovoljan da obezbedi pad pritiska do bezbednog nivoa. Nakon odbavljanja, cev se još veoma malo kreće nazad, a zatim se ili zaustavlja ili vraća u prednji položaj. Zatvarač nastavlja trzanje pod dejstvom sopstvene količine kretanja, koja se često povećava mehaničkim putem korišćenjem ubrzivača. Trzanje zatvarača je dovoljno veliko da omogući dovođenje novog metka, koga zatvarač pri vraćanju uvodi u ležište i zatim se zabavljuje.

Osnovni elementi oružja koje radi na principu kratkog trzanja cevi prikazani su na slici 4. Osnovne komponente su zatvarač, sistem za zabavljanje, ubrzivač, zaustavljač cevi, povratna opruga zatvarača i opruga cevi. Na dijagramskom prikazu na slici 4 cev se vraća u prednji položaj čim dođe do razdvajanja cevi i zatvarača. Ovo je uobičajena organizacija kod savremenog oružja, ali je kod nekih starih modela, kao što je mitraljez Browning, cev držana u zadnjem položaju sve dok zatvarač pri vraćanju ne dođe u položaj za hranjenje.

Radni ciklus

Ciklus kratkog trzanja cevi započinje sa metkom u ležištu i zatvaračem zabavljenim za cev (slika 4-A). Nakon opaljivanja metka barutni gasovi potiskuju zatvarač nazad. Zatvarač se trza unutar tela oružja i povlači sa sobom i cev. Kao i kod dugog trzanja cevi ubrzavanje je kontrolisano masom trzajućih delova. Nakon oko 6 mm slobodnog puta (kod pušcanog kalibra) zatvarač može da se odbavi, jer je pritisak opao na bezbedan nivo (slika 4-B). Odmah nakon odbavljanja zatvarača cev dolazi u dodir sa **ubrzivačem**. Postoji više različitih tipova ubrzivača, ali je najčešći ubrzivač u obliku poluge, prikazan na slici 4. Ubrzavanje trzanja zatvarača odvija se na sledeći način. Ekstenzija cevi prvo dodirne polugu ubrzivača na njenom kraju, a zatim kako se cev dalje trza poluga rotira i tačka dodira između ekstenzije cevi i poluge se postepeno pomera prema obrtnoj tački, povećavajući odnos brzina zatvarača i cevi.



Slika 4. Elementi funkcije sistema koji radi na principu kratkog trzanja cevi

Nakon potpunog ubrzavanja zatvarača cev se zaustavlja. U zavisnosti od konstrukcije cev može ili da bude zaustavljena u zadnjem položaju, ili (uobičajeno kod savremenih rešenja) da pod dejstvom sabijene opruge cevi bude odmah potisnuta napred. Zatvarač uz pomoć ubrzivača dobija dovoljnu kinetičku energiju za trzanje na daljinu dovoljnu za hranjenje oružja. Pri trzanju zatvarač izvlači i izbacuje praznu čauru i sabija povratnu oprugu. Povratna opruga pružajući mali otpor omogućuje trzanje zatvarača velikom brzinom. Ona treba da akumulira samo energiju potrebnu za potiskivanje zatvarača napred, kada se on iz zadnjeg položaja oslobodi povlačenjem zapinjače, da izvrši opaljivanje prvog metka. Na kraju trzanja zatvarač udara u amortizer zadnje ploče, koji mu daje brzinu vraćanja neophodnu za hranjenje i uvođenje novog metka u komoru. Koeficijent restitucije amortizera je manji od jedan, tako da se zatvarač odbija od amortizera brzinom manjom od brzine udara. Povratna opruga pomaže zatvaraču da savlada gubitke trenja pri hranjenju i održi dovoljno veliku brzinu vraćanja. Novi metak je uveden u ležište dok se cev još uvek kreće napred, a kod mnogih konstrukcija i opaljivanje metka se obavlja pre nego što je cev u stanju mirovanja u prednjem položaju. Ovo je izuzetno značajno kod težih oružja jer je udar cevi na kraju vraćanja amortizovan impulsom barutnih gasova.

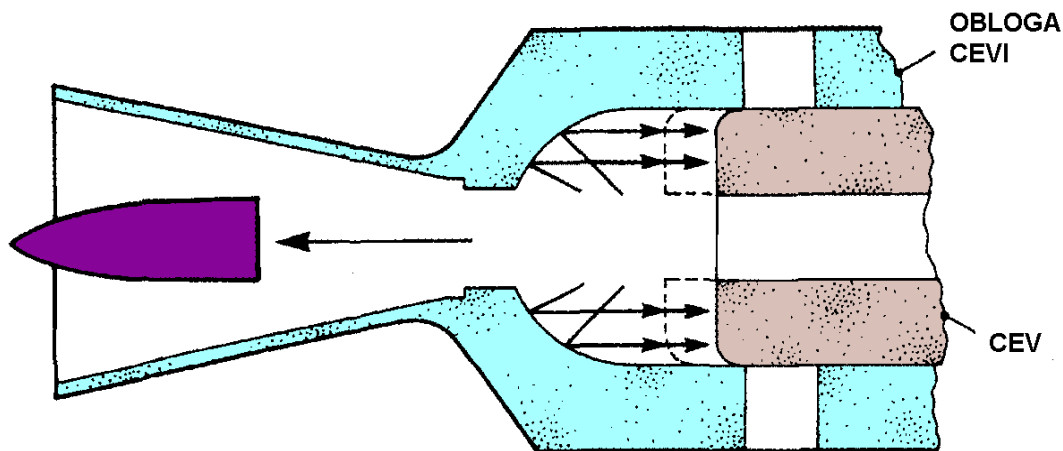
Karakteristike sistema

Dobro projektovani sistem kratkog trzanja cevi može da obezbedi veoma veliku teorijsku brzinu gađanja. Dobar primer je nemački mitraljez **7.62 mm MG3 Rheinmetal**, koji postiže brzinu gađanja od 1200 met/min. Ovako velika brzina gađanja je rezultat sledeća tri faktora:

- a) Velika brzina trzanja cevi i zatvarača u trenutku odbravljivanja.
- b) Doprinos trzanja zatvarača.
- c) Dejstvo ubrzivača.

a) Velika brzina trzanja u trenutku odbravljivanja rezultat je velikog impulsa sile barutnih gasova. Ova brzina je utoliko veća ukoliko je manja masa cevi i zatvarača.

Da bi se omogućila dugotrajna paljba bez prekomernog zagrevanja cevi, cev mora da bude debela, a time i teška. Cev, ekstenzija cevi, čelo zatvarača i mehanizam za zabravljivanje su izloženi velikim naprezanjima, tako da u cilju postizanja željene otpornosti moraju takode da budu teški. Ovi teški delovi ne mogu dovoljno da se ubrzaju i obezbede veliku brzinu gađanja, tako da postaje neophodno uvođenje dodatnog izvora energije. Ovu ulogu preuzima **pojačivač trzanja**. Tipičan pojačivač trzanja prikazan je na slici 5.



Slika 5. Pojačivač trzanja - mitraljez 7.62 mm MG3 Rheinmetal

Oko cevi je postavljena obloga koja se ne trza. Iza usta cevi obloga je tako oblikovana da formira ekspanzionu komoru. Kada zrno prolazi kroz izlaz iz ekspanzione komore, dolazi do porasta pritiska barutnih gasova ispred usta cevi iza projektila. Pod dejstvom ovog pritiska cev je potisnuta nazad, čime se povećava brzina trzanja cevi i zatvarača baš neposredno pre odbravljivanja zatvarača. Tako se povećava energija koju ubrzivač prenosi na zatvarač.

b) Kod sistema sa kratkim trzanjem cevi, nakon odbravljivanja zatvarača njegova brzina se dodatno povećava efektom koji je veoma sličan efektu prisutnom kod sistema sa odloženim trzanjem zatvarača. Osnovni faktor koji utiče na izbor trenutka otvaranja zadnjaka cevi je dozvoljeno kretanje čaure u komori tokom dejstva preostalog pritiska. Dejstvo trzanja zatvarača zavisi od slobodnog kretanja čaure u komori i nemoguće je ako je čaura vezana za zidove komore. Ako se odbravljivanje zatvarača toliko odloži da smanjeni pritisak omogući vraćanje čaure na njene prvobitne dimenzije, neće biti efikasnog "blow back" efekta. Međutim, pošto se zatvarač odbravljuje dejstvom trzanja, u konstrukciju može da se ugradi uređaj koji će izvršiti "inicijalno izvlačenje" u cilju oslobađanja čaure od komore. Kada se ovakav uređaj ugradi u mehanizam za odbravljivanje, zatvarač nije odmah potpuno odbravljen, već se laganim snažnim dejstvom poluge čelo zatvarača izvlači i oslobađa vrh čaure. Ovakav način inicijalnog izvlačenja nikako nije moguće izvesti kod sistema na principu trzanja zatvarača jer čaura gura zatvarač nazad, dok kod sistema na principu trzanja cevi zatvarač može u početnoj fazi da se pomera u odnosu na cev i oslobodi čauru. Posle toga oslobođena čaura može da potiskuje zatvarač nazad i ubrzava ga. Masa zatvarača i trenutak odbravljivanja moraju tako da budu izabrani da neoslonjena čaura ne bude izložena unutrašnjem pritisku većem od 52 bar.

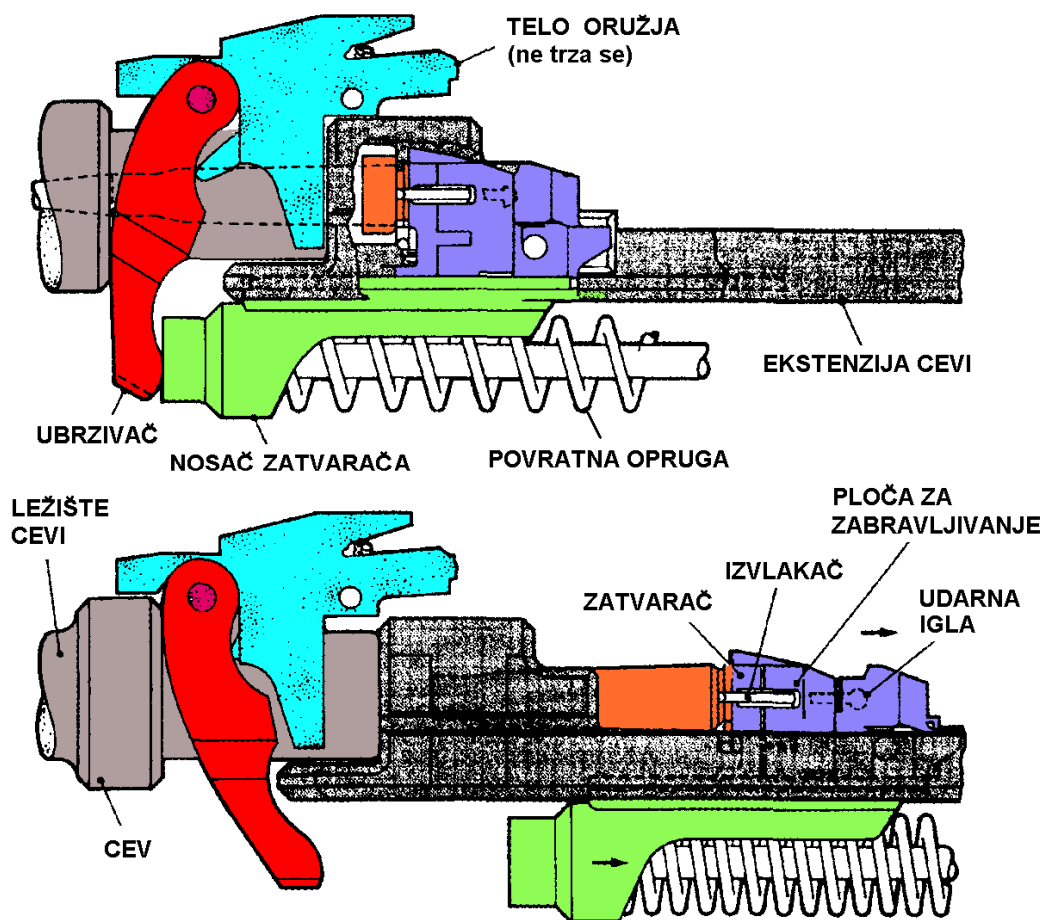
c) Treći faktor koji kontroliše brzinu zatvarača je ubrzivač. On može da stupi u dejstvo tek pošto se potpuno iskoristi brzina zatvarača u trenutku odbravljivanja (uključujući efekat pojačivača trzanja) i efekat trzanja zatvarača (blow back).

Projektovanje ubrzivača je prilično komplikovano. On mora da deluje mirno i da prenosi energiju sa pokretnih delova na zatvarač bez udara ili trenja. Dejstvo ubrzivača može da traje samo nekoliko milisekundi i ukoliko se prenos energije ne vrši mirno biće ukucavanja uparenih delova, deformacija i čestih lomova. Zato su fundamentalni zahtevi za ubrzivač jednostavnost konstrukcije, pouzdanost, jačina i mirnoća rada. Postignuti odnos brzina cevi i zatvarača zavisi od dimenzija ubrzivača. Ubrzivač nikada ne može potpuno da zaustavi cev, tako da sistem nikada ne može da bude 100 % efikasan. Kod dobro projektovanog ubrzivača odnos brzina može da bude 4:1.

Na slici 6 je na primeru američkog teškog mitraljeza **.50 M85** pokazan način kako da se ispune navedena tri zahteva: postizanje velike brzine zatvarača u trenutku odbravljivanja, izraženi efekat trzanja zatvarača i dejstvo ubrzivača. Zatvarač je mali i lak, tako da u izvesnoj meri nadoknađuje zahtevanu veliku masu cevi. Zadnjak cevi se rano otvara da se obezbedi efekat trzanja zatvarača. Ubrzivač je tako dobro projektovan da praktično zaustavlja cev obezbeđujući maksimalan transfer energije.

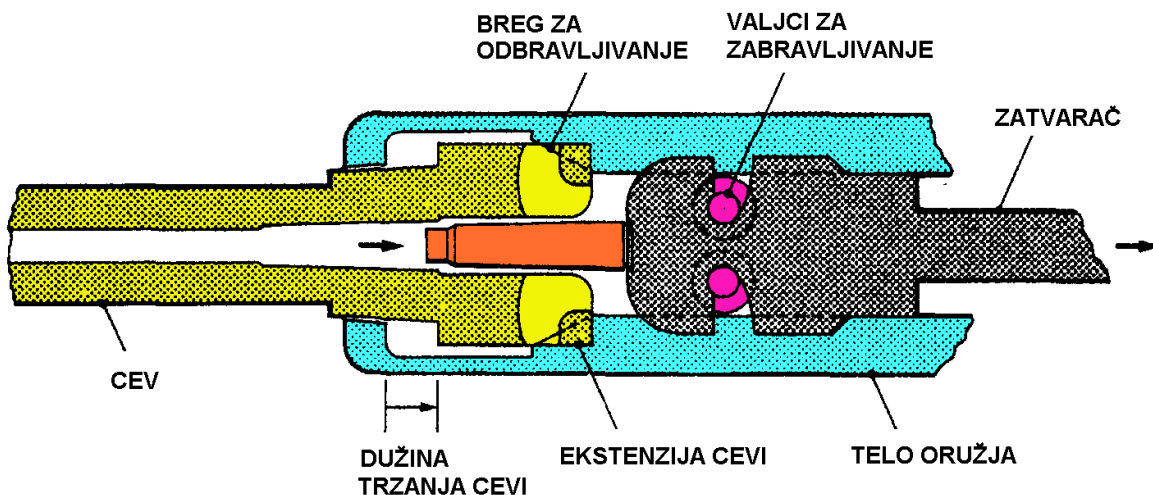
Primeri

Nemački mitraljez 7.62 mm MG3 (šematski prikazan na slici 7) je bez sumnje jedan od mitraljeza sa najefikasnijom dugotrajnom paljbom. Nakon opaljivanja metka cev i zatvarač se trzaju zajedno nešto manje od 6 mm. Tokom ovog kratkog slobodnog trzanja pojačivač trzanja (slika 5) ubrzava njihovo kretanje. Valjci za zabavljanje su tada potisnuti ka sredini i diferencijalno dejstvo prouzrokovano promenom ugla između proreza na ekstenziji cevi i proreza na čelu zatvarača dovodi do ubrzavanja zatvarača u odnosu na cev. Efekat trzanja zatvarača (blow back) je sada omogućen u otvorenom delu ekstenzije cevi.



Slika 6 Ubrzivač američkog mitraljeza 12.7 mm M85

Snažan čelični spiralni amortizer vraća zatvarač u prednji položaj, pri čemu se izvršava hranjenje oružja i uvođenje metka u ležište. Nakovanj drži valjke za zabravljivanje u unutrašnjem delu proreza sve dok čelo zatvarača ne uđe u ekstenziju cevi. Tada su valjci potisnuti ka obodu i čelo zatvarača se zabravluje u ekstenziji cevi. Nakovanj sada može da prođe napred i potisne udarnu iglu prema inicijalnoj kapsli, izvršavajući tako opaljivanje metka.

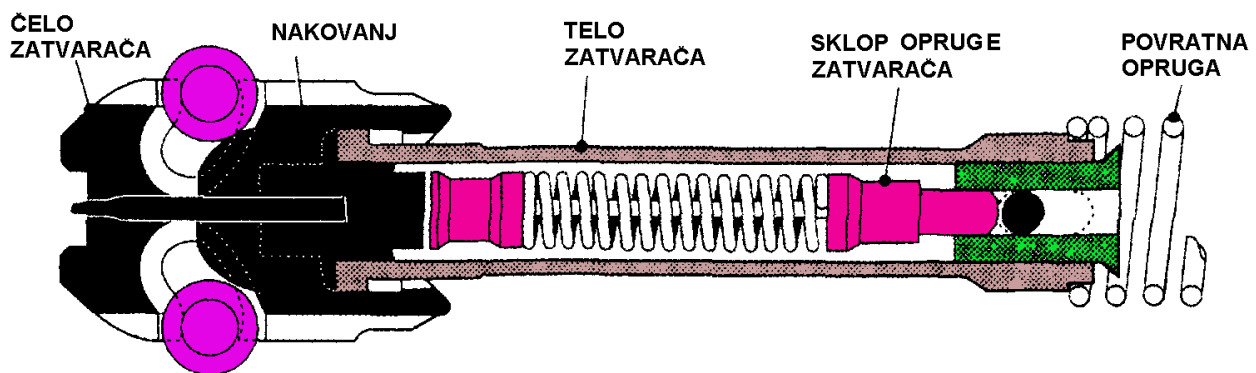


Slika 7. Kratko trzanje cevi - nemački mitraljez 7.62 mm MG3 Rheinmetal

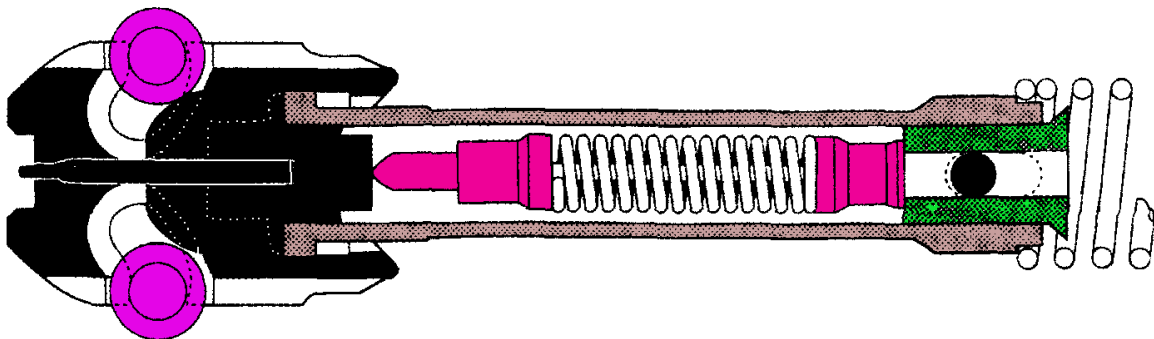
Mitraljez MG3 ima interesantan metod stvaranja alternativnih brzina gađanja. Postoje tri načina za kontrolisanje brzine gađanja mitraljeza:

- Promenom zapremine ekspanzione komore pojačivača trzanja, čime se menja brzina trzanja nezabavljenog zatvarača i cevi.
- Usporavanjem delovanja ubrzivača.
- Promenom opruge amortizera.

Normalna brzina gađanja od 1200 met/min postiže se na način prikazan na gornjoj šemi slike 8. Povratna opruga je ta koja potiskuje nakovanj napred, drži valjke u zabavljenom položaju i odupire se njihovom kretanju ka sredini. Manja brzina gađanja od 600 met/min postiže se tako što se zatvarač izvadi iz oružja i sklop opruge u telu zatvarača okrene na suprotnu stranu, kao što je prikazano na donjoj šemi slike 8. Na ovaj način se znatno pojačava sila opruge koja deluje na nakovanj, odnosno sila otpora odbavljivanju. Odbavljivanje zatvarača sada traje duže i dejstvo ubrzivača je smanjeno. Manja brzina trzanja zatvarača daje manju brzinu gađanja.



Kretanju valjaka ka sredini odupire se samo povratna opruga



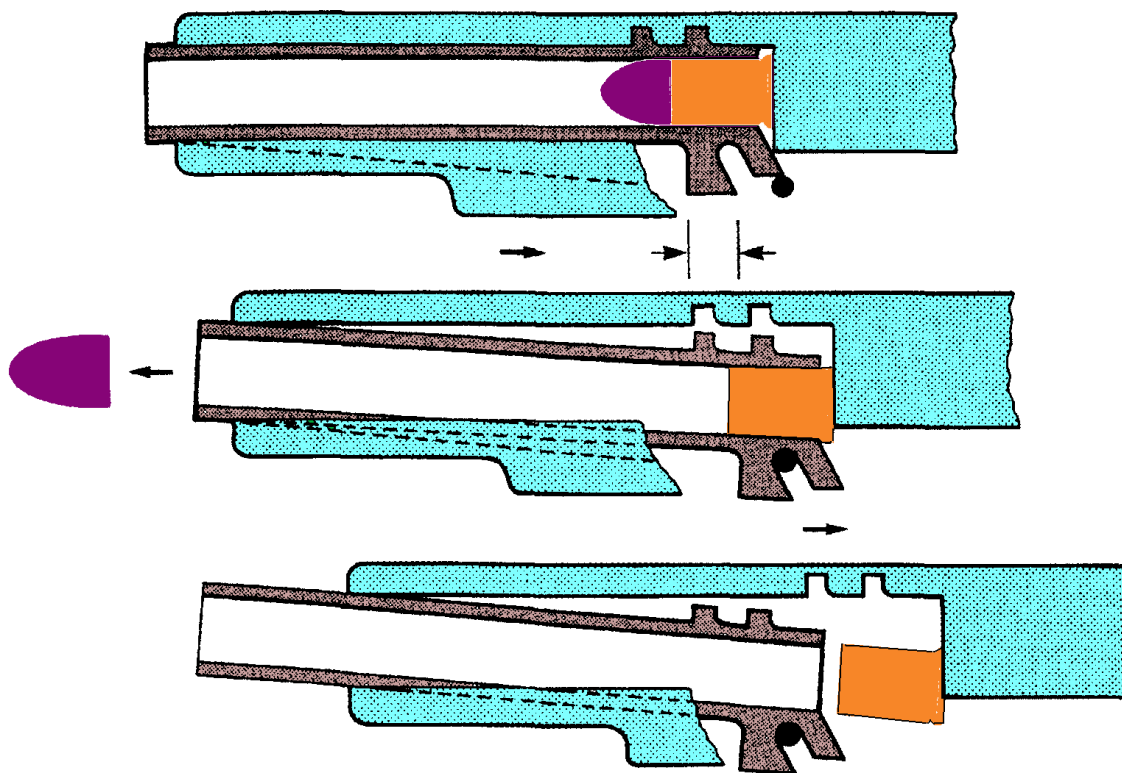
Kretanju valjaka ka sredini odupiru se povratna opruga i opruga zatvarača

Slika 8. Sistem za promenu brzine gađanja - zatvarač mitraljeza 7.62 mm MG3

Poluautomatski pištolji

Princip trzanja cevi se široko primenjuje kod vojnih pištolja. Iako su vojni pištolji najčešće samo poluautomatski, kod njih se korišćenjem energije trzanja izvršava kompletan automatski ciklus. Međutim, u oružje je ugrađen mehanizam koji omogućava samo pojedinačnu paljbu. Upotreba principa trzanja cevi kod poluautomatskih pištolja deluje na prvi pogled nelogično. Međutim, postoji nekoliko fundamentalnih razlika između pištolja i puškomitraljeza/mitraljeza koje čine primenu ovog principa kod pištolja praktičnim.

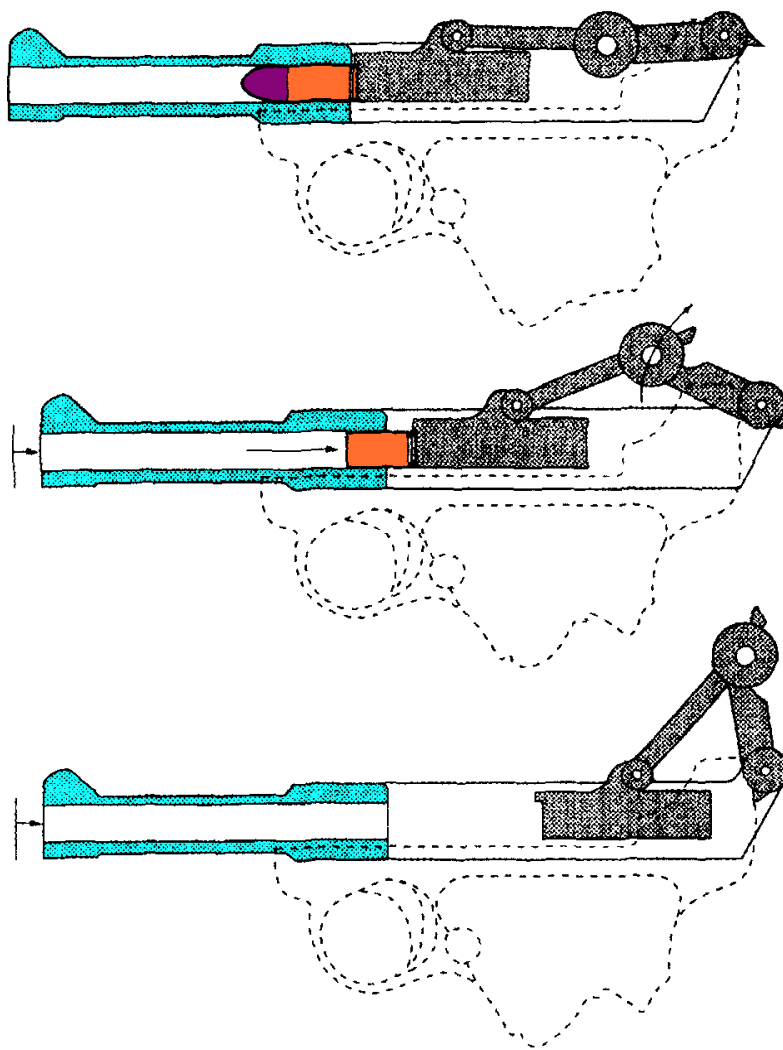
- Masa zrna i masa cevi se daleko manje razlikuju kod pištolja, tako da ima puno energije na raspolaganju.
- Pošto je cev pištolja kratka, mehaničko kašnjenje trzanja koje obezbeđuje izletanje zrna pre otvaranja zadnjaka cevi nije toliko značajno.
- Zahvaljujući maloj dužini cevi ona lako može da bude obložena. Obloga cevi (**navlaka**) može da bude izrađena kao jedinstvena celina sa zatvaračem, a cev može tako da bude konstruisana da se zabavljuje u oblozi. Ovaj sistem eliminiše mnoge trzajuće delove i delove koji posebno funkcionišu, uprošćavajući mehanizam i obezbeđujući malu masu oružja. Ovo ne bi bilo moguće ako bi se zahtevala dugotrajna ili automatska paljba, a bilo bi nekompatibilno sa tačnošću gađanja. **Većina današnjih teških poluautomatskih vojnih pištolja koristi navedeni princip rada.** Na slici 9 je dat primer zabavljivanja pištolja **9 mm HP Browning**.



Slika 9. Primena trzanja cevi - pištolj 9 mm HP Browning

Kada je pištolj spreman za paljbu metak je u ležištu, ispusti za zabavljivanje na gornjoj površini cevi spregnuti su sa prorezima na navlaci, a breg za zabavljivanje je iznad ramena za zabavljivanje. Povlačenjem obarača čekić potisne udarnu iglu u inicijalnu kapslu i zрно počinje da se kreće kroz cev. Zatvarač, koji je jedinstvena celina sa navlakom, trza se i ispusti na donjoj strani cevi najaši na rame za zabavljivanje smešteno na telu pištolja. Nakon kratkog perioda slobodnog trzanja, tokom kojeg zрно napusti cev i pritisak gasova opadne, rame dolazi u dodir sa bregom za odbravljivanje i zadnji kraj cevi se potiskuje naniže. Ovim se cev odbravljuje od navlake i ostaje u stanju mirovanja. Navlaka nastavlja da se trza pod dejstvom sopstvene količine kretanja, izvlačeći čauru iz ležišta i izbacujući je. Pri vraćanju navlaka zahvata novi metak iz okvira, podiže cev i zabavljuje se. Ovakav sistem je jednostavan, pouzdan i bezbedan, i čini oružje čvrstim. Međutim, usled obrtnog kretanja cevi mora da postoji zazor na prednjem ležištu cevi, koji prouzrokuje povećano habanje na ustima cevi, a time i relativno kratak život cevi u pogledu tačnosti gađanja.

Nemački pištolj **9 mm Luger** (slika 10) takođe radi na principu trzanja cevi, ali je primena ovog principa nešto drugačija. Ovde se cev trza duž svoje ose bez ikakvog nagnjanja. Zatvarač se kreće napred - nazad duž iste ose i nema navlake. Nakon opaljivanja metka postoji period slobodnog trzanja cevi i zabravljenog zatvarača, sve dok se polužni spoj ne prekine i zatvarač odbravi. Ovaj metod zabravljivanja, iako je nešto složeniji i skuplji, obezbeđuje mnogo duži život cevi u pogledu tačnosti gađanja, jer je kretanje cevi čisto pravolinijsko.



Slika 10. Primena trzanja cevi - pištolj 9 mm Luger

Faktori koji utiču na rad sistema sa trzanjem cevi

Nedostatak energije

Kod mitraljeza koji rade na principu kratkog trzanja cevi postoji nedostatak raspoložive energije za izvršavanje radnog ciklusa. Ukupna raspoloživa energija za trzanje čini samo oko 0.1 % od ukupne energije baruta, dok barutni gasovi na ustima cevi, poseduju oko 40 % energije baruta, tj. 400 puta više energije. To znači da u sistem moraju da se ugrade pojačivači trzanja, ubrzivači i veoma efikasni amortizeri, kako bi se iskoristio što veći deo raspoložive energije. Odavde sledi da postoji veoma mala rezerva energije koja bi obezbedila funkcionisanje oružja u nepovoljnim uslovima, ili pri nekom uglu elevacije, odnosno depresije. Pored toga, ima malo raspoložive energije za podizanje dugačkog redenika do oružja.

Raspodela mase

Kod oružja sa kratkim trzanjem cevi energija za izvršavanje radnog ciklusa se saopštava zatvaraču na sledeća tri načina:

- Preko početne brzine zatvarača u trenutku njegovog odvajanja od cevi (odbravljivanja).
- Efektom trzanja zatvarača (blow back).
- Dejstvom ubrzivača koji prenosi energiju sa cevi na zatvarač..

Odavde sledi da:

- Cev i zatvarač moraju da budu što je moguće lakši da bi se obezbedila velika brzina trzanja pre njihovog razdvajanja.
- Zatvarač mora da bude što je moguće lakši da bi se postiglo njegovo maksimalno ubrzavanje efektom trzanja zatvarača (blow back).
- Odnos masa zatvarač/cev mora da bude što je moguće manji da bi se postigao maksimalni doprinos ubrzivača.

U opštem slučaju i zatvarač i cev bi trebalo da budu laki, ali praktična razmatranja čvrstoće, zagrevanja i habanja ograničavaju stepen smanjivanja mase cevi. Konstruktori se zato koncentrišu na svođenje mase zatvarača na minimalnu vrednost, koja je kompatibilna sa čvrstoćom neophodnom za izvršavanje taktičke uloge oružja.

Tačnost gađanja

Cev se kreće nazad i napred i mora da bude tačno kontrolisana. Ovo zahteva teške, skupe ležaje sa uskim tolerancijama izrade, koji stvaraju probleme diferencijalnog širenja pri zagrevanju cevi. Pošto se cev kreće napred - nazad prednji nišan je obično pričvršćen za oblogu cevi ili telo oružja. Kod oružja sa više od jedne cevi potrebno je da se omogući podešavanje nišana na cevi tako da se pri zameni cevi radikalno ne menja položaj srednjeg pogotka pri gađanju.

Hlađenje

Hlađenje se ostvaruje ugradnjom masivne cevi koja deluje kao toplotni ponor, ili brzom izmenom cevi. Oba ova metoda se koriste kod automatskog oružja koje radi na principu kratkog trzanja cevi. Brza izmena cevi se bez problema primenjuje kod ove vrste oružja, pri čemu je značajna kontrola položaja cevi pri trzanju. Kada se zatvarač povukao pozadi i odbravio od cevi, cev može lako da se izvuče pozadi. Međutim, ako se cev nakon razdvajanja od zatvarača ne vraća u prednji položaj pod dejstvom sopstvene opruge, izmena cevi može ba bude komplikovana.

Izvlačenje cevi

Izvlačenje cevi pozadi predstavlja veliku prednost oružja. Kod pešadijskog naoružanja, pri izmeni cevi sa izvlačenjem pozadi strelac ili drugi član posade se daleko manje izlažu neprijateljskoj vatri nego pri izvlačenju cevi napred. Kod oklopnog borbenog vozila, gde cev izvire ispod plašta, izvlačenje pozadi u ogromnoj meri pojednostavljuje izmenu cevi.

Prljanje oružja

Za razliku od automatskog oružja koje radi na principu trzanja zatvarača ili na principu odvođenja barutnih gasova, automatsko oružje koje radi na principu trzanja cevi nije sklono zastojeima zbog prljanja oružja. Pojačivač trzanja mora da se čisti, ali to je praktično jedina zona u kojoj dolazi do akumuliranja prljavštine.

Gasovi

Količina barutnih gasova koja kod zaptivanja pomoću čaure izlazi iz zadnjaka cevi zavisi od brzine gađanja. Što se zadnjak cevi ranije otvori, doprinos efekta trzanja zatvarača je veći, ali je veća i zapremina otrovnih gasova iza oružja. Zbog toga tenkovski mitraljezi na principu kratkog trzanja cevi obično imaju brzinu gađanja od oko 600 met/min. Tako mitraljez MG3 koji se ugrađuje u oklopno vozilo gađa sa svojom manjom brzinom. U opštem slučaju problem otrovnih gasova je manji kod oružja sa trzanjem cevi, neko kod oružja sa trzanjem zatvarača ili oružja sa odvođenjem barutnih gasova.