

KONSTRUKCIJA KLASICNOG NAORUZANJA

KOLEVKA

Cev oruđa treba u postupku navođenja na cilj da se okreće oko horizontalne ose u vertikalnoj ravni, a pri opaljenju da se trza oko svoje uzdužne ose. Ova kretanja cevi obezbeđuje svojom konstrukcijom **kolevka**. Okretanje cevi po visini vrši se oko ramena kolevke, koja su povezana sa ležištima na gornjem lafetu. Kretanje cevi pri trzanju i vraćanju vrši se po specijalnim vodičama kolevke. Kolevka spaja oscilujuće delove (delove pokretne po visini) sa gornjim lafetom.

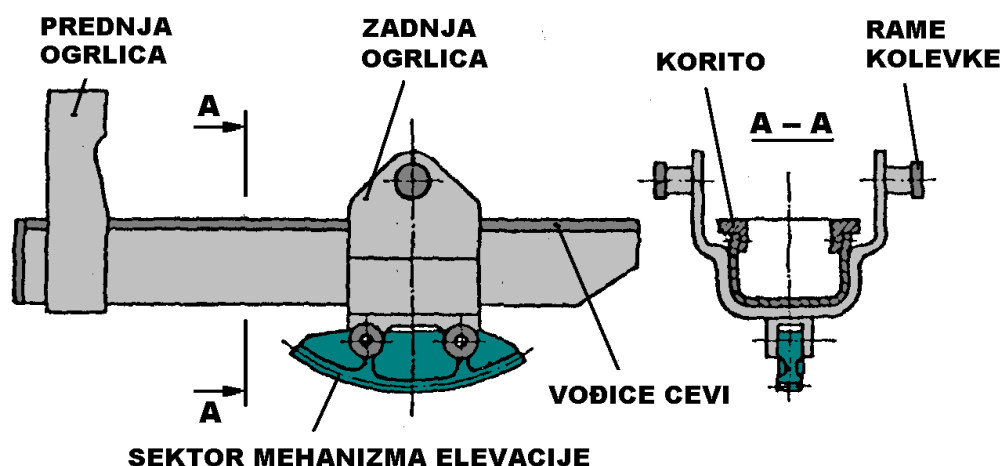
Za kolevku su vezani:

- klipnjače (ili cilindri) protivtrzajućeg uređaja,
- sektor mehanizma za pokretanje po visini (mekhanizma elevacije),
- nosač nišanskih sprava,
- pokretni oslonac izravnjača,
- elementi za automatsko otvaranje zatvarača, punjača, regulatora dužine trzanja (eventualno)

Kod savremenih oruđa primenjuju se kolevke različite konfiguracije. Po načinu vođenja kretanja cevi kolevke se mogu podeliti na tri tipa:

- koritasta
- obujmna
- mešovita

KOLEVKA KORITASTOG TIPa prikazana je na slici 1. Za korito kolevke vezane su prednja i zadnja ogrlica i vodiće cevi. Protivtrzajući uređaj je najčešće smešten unutar kolevke. Povratnik se vezuje za prednju ogrlicu, a kočnica trzanja je obično smeštena u koritu kolevke. Na zadnjoj ogrlici su ramena kolevke i sektor mehanizma za pokretanje po visini.



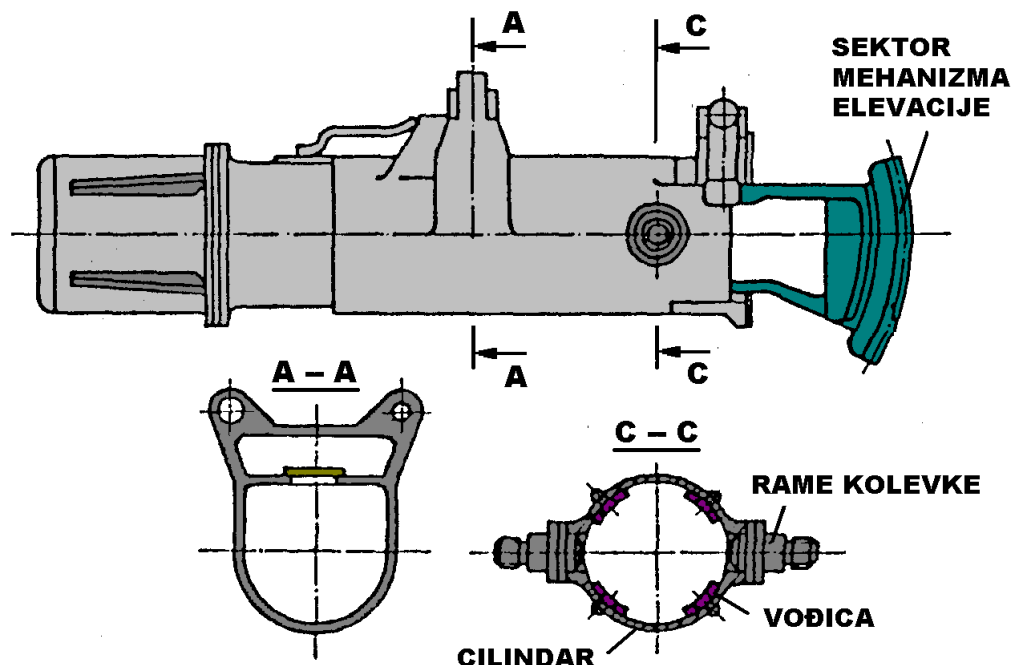
Sl 1. Kolevka koritastog tipa

Kolevka koritastog tipa obezbeđuje dobre uslove za kretanje trzajućih delova oruđa. Ovaj tip kolevke ne zahteva obradu velikih površina na cevi i kolevci; fino se obrađuju samo vodiće kolevke i klizači cevi. Kolevka ovog tipa se uglavnom primenjuje kod vučnih artiljerijskih oruđa.

Kod oruđa sa koritastom kolevkom povećana je visina vatrena linije. Ovo je osnovni nedostatak koritaste kolevke, zbog smanjene stabilnosti oruđa.

KOLEVKA OBUJMNOG TIPa prikazana je na slici 2. To je obično *cilindar* unutar koga se kreće cev. Da bi se smanjilo habanje i trenje na unutrašnju stranu obujmica ugrađuju se bronzane vođice sa kanalima za podmazivanje.

Protivtrzaajući uređaj se vezuje za spoljne površine kulevke; kočnica trzanja i povratnik su često ugrađeni iznad kulevke. Na kulevci su ugrađeni i ramena kulevke i sektor mehanizma elevacije za pokretanje po visini.



Sl 2. Kulevka obujmnog tipa

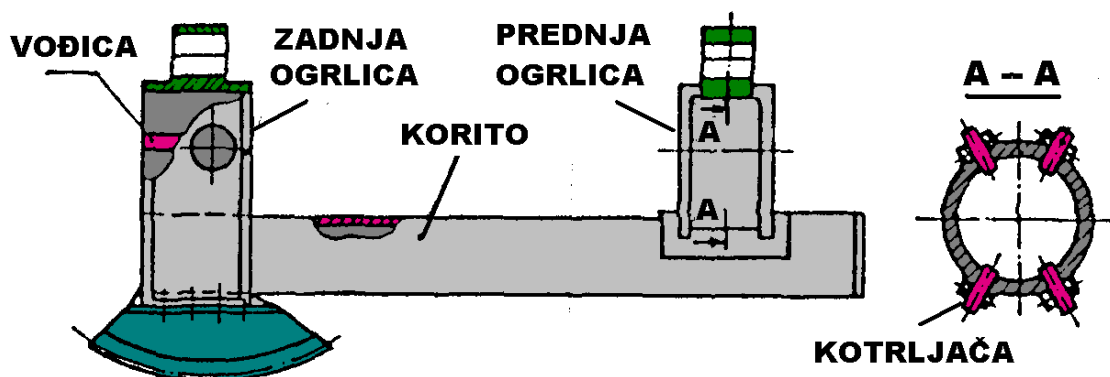
U poređenju sa koritastom kulevkom, kulevka obujmnog tipa je kompaktnija, ima veću krutost i tehnološki je za izradu. Zato se ova kulevka danas široko primenjuje, pre svega kod tenkovskih topova i samohodnih oruđa.

Glavni nedostaci kulevke obujmnog tipa su pogoršani uslovi hlađenja cevi, kao i neophodnost kvalitetnije obrade i obilnog podmazivanja cevi. Pored toga, zazor između cevi i vođica je promenljiv i zavisi od temperature cevi i elastične deformacije zidova cevi pod dejstvom pritiska barutnih gasova. Određivanje potrebnog zazora između cevi i vođica kulevke je veoma važno za pravilno funkcionisanje cevi pri trzanju i klaćenje cevi posle opaljenja, koje pri velikom zazoru može da ograniči praktičnu brzinu gađanja.

KOLEVKA MEŠOVITOG TIPa ima elemente oba razmatrana tipa. Jedno od mogućih rešenja je prikazano na slici 3.

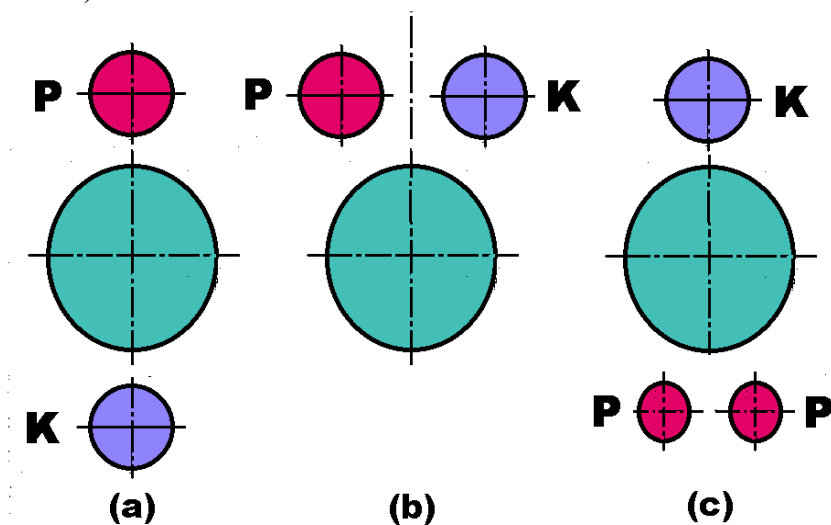
Osnovu kulevke čini korito za koje su vezane prednja i zadnja ogrlica. U zadnjoj ogrlici cev se vodi pomoću vođica, a u prednjoj ogrlici se kotrlja po kotrljačama sa kugličnim ležajima koje imaju mogućnost radijalnog podešavanja.

U postupku komponovanja oscilujućih delova oruđa važno je da se protivtrzaajući uređaj pravilno ugradi u odnosu na kulevku. Elementi protivtrzaućeg uređaja treba da budu ugrađeni tako da sile koje dejstvuju tokom trzanja i vraćanja budu simetrično raspoređene u odnosu na vertikalnu ravan koja prolazi kroz osu cevi (sl. 4-a). U tom slučaju cev zadržava isti položaj pri opaljenju metka, pa se ne remeti tačnost gađanja, a smanjuju se i sile reakcije kulevke na trzajuće delove u ravni normalnoj na ravan gađanja.



Sl 3. Kolevka mešovitog tipa

Kod nekih oruđa protivtrzaјуći uređaj se ugrađuje iznad klevke (sl. 4-b). Takav položaj smanjuje visinu vatrene linije i povećava stabilnost oruđa u periodu trzanja. Ako se projektuje uređaj sa dva povratnika, poželjno je da njihov raspored bude simetričan u odnosu na vertikalnu ravan (kao na sl. 4-c).



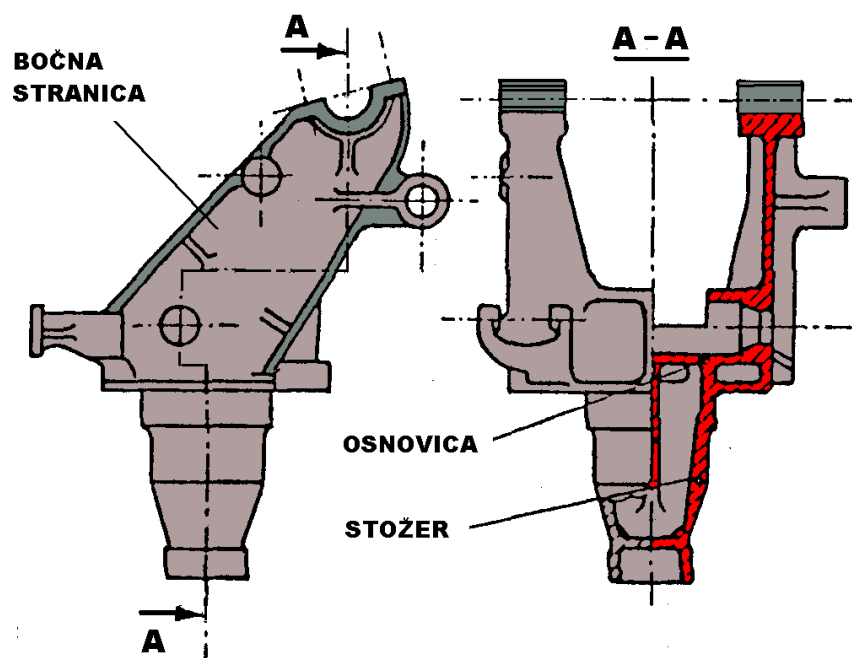
Sl 4. Varijante rasporeda ugradnje protivtrzaјуćeg uređaja
(K - kočnica trzanja, P - povratnik)

GORNJI LAFET

U procesu navođenja na cilj cev treba da ima mogućnost okretanja u horizontalnoj ravni oko vertikalne ose. Zato se oscilujuć delovi oruđa ugrađuju na specijalnu obrtnu osovinu. Kod vučnih oruđa zemaljske i protivavionske artiljerije funkciju nosača oscilujućih delova vrši **gornji lafet**, a kod tenkova i nekih samohodnih i brodskih oruđa funkciju nosača vrši **obrtne kupola**.

Gornji lafeti različitih oruđa mogu međusobno znatno da se razlikuju po spoljnom izgledu i načinu formiranja elemenata strukture, obliku ležišta za ramena klevke, načinu veze sa donjim lafetom i razmeštajem mehanizama koje na sebi nose.

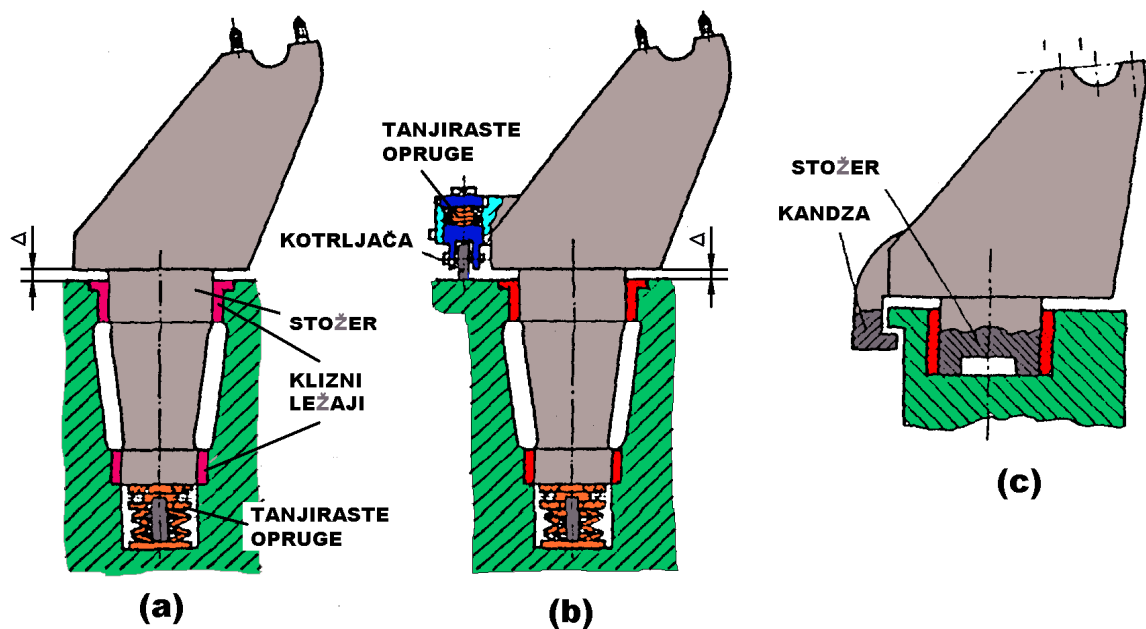
Gornji lafet je najčešće livena ili zavarena konstrukcija složenog oblika (sl. 9). Sastoji se od bočnih stranica koje su međusobno spojene osnovicom na kojoj se nalazi centralni stožer za vezu sa donjim lafetom.



Sl 9. Gornji lafet

Rastojanje između bočnih stranica gornjeg lafeta određuje se na osnovu dimenzija kolvke, a visina bočnih stranica treba da obezbedi okretanje oscilujućih delova oko ose ramena kolvke u krajnjem ugaonom opsegu dejstva po visini. U gornjem delu bočnih stranica nalaze se ležišta za ramena kolvke.

Gornji lafeti se međusobno bitno razlikuju po konstrukcionom rešenju veze sa donjim lafetom. Šematski prikaz tipičnih i u praksi najčešće primenjenih rešenja gornjeg lafeta sa stožerom dat je na slici 10.



Sl 10. Veze gornjeg i donjeg lafeta (sa stožerom na gornjem lafetu)

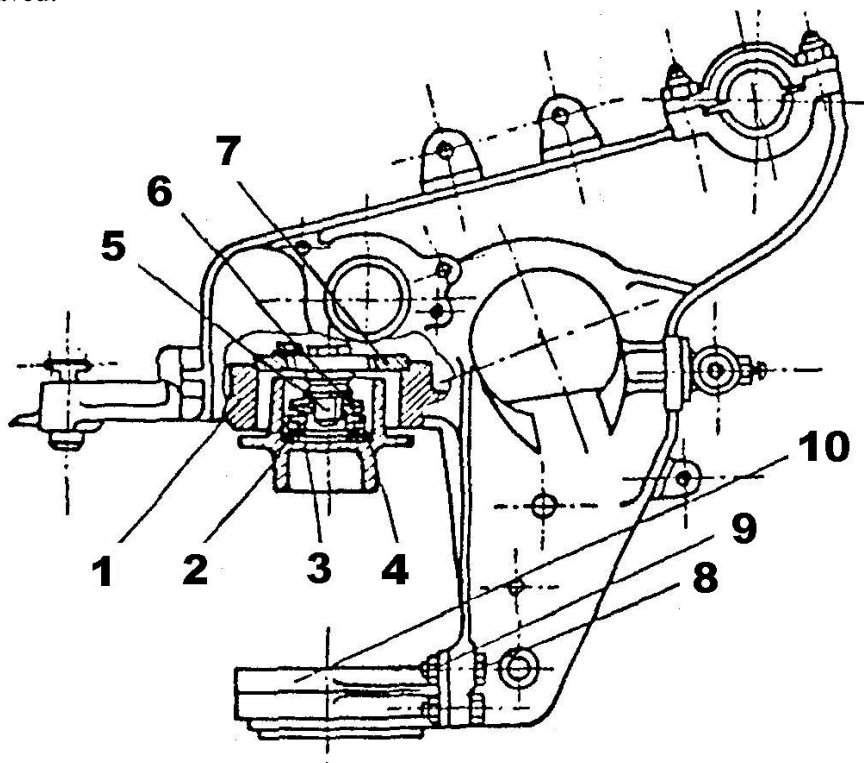
Na slici 10.-a prikazano je rešenje gornjeg lafeta sa stožerom koji se centrira u kliznim ležajima na donjem lafetu i koji se oslanja na tanjiraste opruge, tako da se između površina

gornjeg i donjeg lafeta formira zazor $\Delta = 0.1 \div 0.4$ mm, čime se obezbeđuje lako pokretanje cevi po pravcu. Pri opaljenju ovaj zazor se potpuno ili delimično poništava, što zavisi od ugla elevacije pod kojim je izvršeno opaljenje. Konstrukcijom mora da se obezbedi mogućnost regulisanja ovog zazora.

Na slici 10.-b prikazano je rešenje slično prethodnom, s tom razlikom što se umesto zazora gornji lafet oslanja na kliznu površinu donjeg lafeta preko nekoliko kotrljača koje su elastično uležištene pomoću tanjirastih opruga. Ovim kotrljačama je obezbeđeno ravnomerno naleganje gornjeg na donji lafet pri opaljenju u periodu trzanja i vraćanja pri svim uglovima elevacije. Na ovaj način stvoreni su uslovi za dobru preciznost gađanja. Ovakvo rešenje se uglavnom primenjuje kod lafeta sa kružnim dejstvom po pravcu.

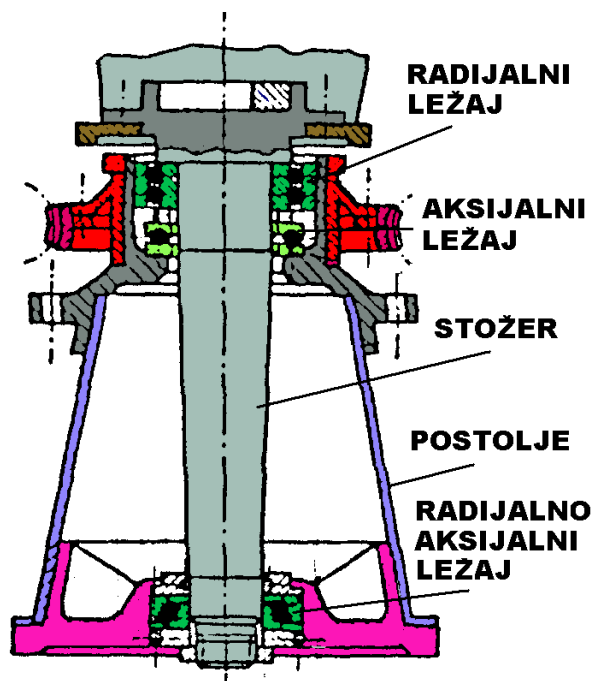
Kada je konstrukcijom uslovljeno rešenje gornjeg lafeta sa kratkim stožerom, neophodno je da se ugradi kandža koja obezbeđuje da se klimanje gornjeg lafeta zadrži u granicama prihvatljivog zazora. Na slici 10.-c prikazano je rešenje kada je kandža, koja ne dozvoljava razmicanje lafeta pri opaljenju, element gornjeg lafeta. Nedostatak ovakvog rešenja je povećani moment trenja između lafeta.

Ređe se primenjuje rešenje veze gornjeg sa donjim lafetom kada donji lafet ima na sebi gornji i donji stožer. Takvo rešenje gornjeg lafeta prikazano je na slici 11. U osnovici tela gornjeg lafeta je cevna priрубnica (1), u čiji otvor ulazi gornji stožer donjeg lafeta. Na gornjem stožeru su aksijalni kuglični ležaj (2), čaura (3), tanjiraste opruge (4), potisni vijak (5) i oslonac (6) navrnut u poklopac (7). Na donji kraj tela lafeta je, sa čeine strane pomoću vijka (8) sa navrtkom (9), ugrađeno telo ležaja (10) za vezu gornjeg lafeta sa donjim stožerom donjeg lafeta. Pomoću tanjirastih opruga i drugih elemenata veze podešava se da zazor između gornjeg i donjeg lafeta bude u granicama $0.1 \div 0.3$ mm. Ovakvo rešenje omogućava isključivo sektorsko polje dejstva po pravcu.



Sl 11. Veze gornjeg i donjeg lafeta (sa stožerima na donjem lafetu)

Konstrukciona rešenja prikazana na slikama 10 i 11 primenjena su na vučnim artiljerijskim oruđima. Kod stacionarnih oruđa, uglavnom obalskih i brodskih, primenjuje se veza gornjeg lafeta sa donjim lafetom prikazana na slici 12. Stožer gornjeg lafeta je preko radijalnog, aksijalnog i radijalno - aksijalnog ležaja uležišten u zvonasto postolje.



Sl 12. Veze gornjeg lafeta sa zvonastim postoljem stacionarnog oruđa

IZRAVNJAČI

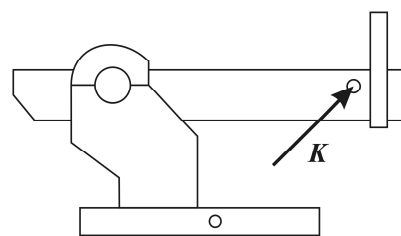
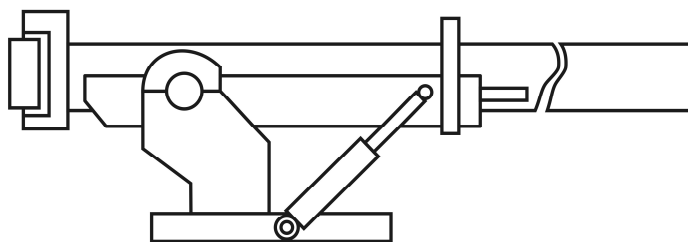
Izravnjaci se primenjuju sa ciljem da se mehanizam za pokretanje cevi oruđa po visini rastereti od dejstva momenta sile težine oscilirajucih delova oruđa. Ovaj moment se javlja zbog toga što se osa ramena kolenke ne poklapa sa položajem ose sredista mase oscilirajucih delova. Kod vučnih oruđa rastojanje ovih osa je sve veće ukoliko se iz taktičkih razloga zahteva da oruđe ima što nižu visinu vatrene linije.

Kod topova kupolne ugradnje (brodski i tenkovski topovi) primenjuje se često postupak statičkog uravnoteženja, tako što se povećava masa zadnjaka. Prema zahtevima otpornosti masa zadnjaka obično iznosi $17 \div 22$ % mase cevi, a zbog navedenog postupka statičkog uravnoteženja masa zadnjaka tenkovskog topa se povećava čak do 35 % mase cevi.

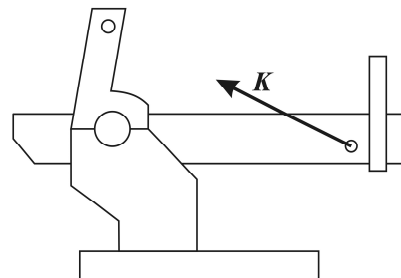
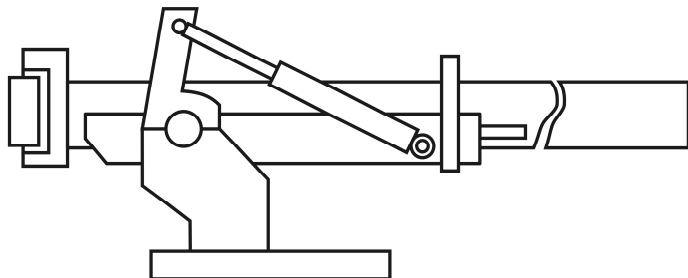
Izravnjač je uređaj sa ugrađenim elastičnim elementom, koji može da bude sabijena opruga (jedna ili više) ili sabijeni gas (azot ili vazduh) ili sabijeni gas sa oprugom (jednom ili dve) koja deluje na kraćem ili dužem putu rada izravnjača. Izravnjači, najčešće dva a izuzetno jedan, ugrađuju se između kolenke i lafeta.

Zavisno od smera dejstva sile u izravnjaču na oscilirajuće delove oruđa razlikuju se dva tipa izravnjaca:

- gurajući
- vukući.



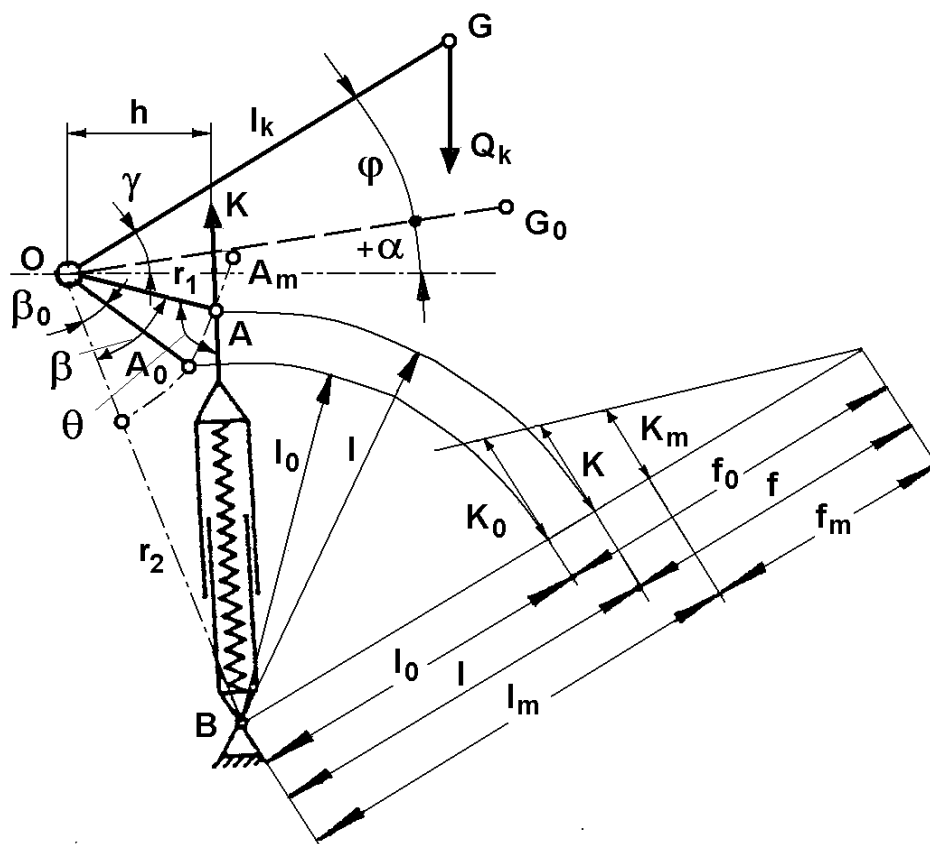
Sl. 14. Izravnjač gurajućeg tipa



Sl. 15. Izravnjač vukućeg tipa

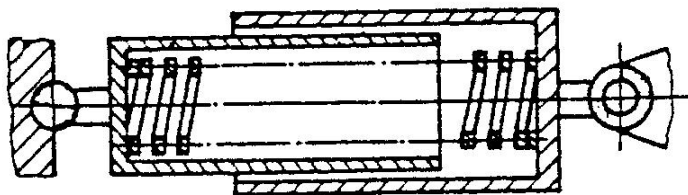
Izravnjači gurajućeg tipa

Na sl. 16 je šematski prikazan rad izravnjača gurajućeg tipa. Pri zaokretanju oscilirajućih delova centar **A** šarnirne veze izravnjača se sa kolevkom premešta po luku poluprecnika r_1 sa centrom u tački **O** kroz koju prolazi osa ramena kolevke. Druga šarnirna veza izravnjača **B** je na gornjem lafetu. Sila **K** izravnjača sa krakom **h** u odnosu na rame kolevke stvara moment uravnoteženja suprotnog smera od dejstva momenta težine oscilirajućih delova. Veličina kraka **h** se menja pri promeni elevacije cevi oruđa.



Sl. 16. Šema dejstva izravnjača gurajućeg tipa

Opružni izravnjač gurajućeg tipa je prikazan na slici 17. Zavisno od konstrukcije unutrašnji cilindar može da bude vezan za kolevku a spoljni za gornji lafet. Najčešće, opruga je podeljena na nekoliko sekcija; to pojednostavljuje izradu opruga i omogućava njeno pravilno uzdužno vođenje uz smanjeno trenje. U nekim izravnjačima se primenjuju opruge izrađene od žice pravougaonog preseka.



Sl. 17. Opružni izravnjač gurajućeg tipa

Izravnjač gurajućeg tipa, koji deluje na deo klevke ispred ramena klevke, ne obezbeđuje potpuno uravnoteženje pri svim uglovima elevacije. Da bi se postiglo što bolje uravnoteženje potrebno je da izravnjač bude tako ugrađen na oruđe da se njegov nepoketni šarnir nalazi na produžetku linije koja spaja tacke A_0 i A_m , koje odgovaraju položajima pokretnog šarnira pri elevaciji 0° i najvećoj elevaciji. Kada je ovaj uslov ispunjen dobija se potpuno uravnoteženje pri graničnim elevacijama i još pri jednoj međuelevaciji.

Pneumatski izravnjač gurajućeg tipa je prikazan na slici 18. Da bi se smanjile dimenzije izravnjača i šupljina klipa se koristi za smeštaj gasa. Zapremina i pritisak gasa pri najmanjem i najvećem uglu elevacije određuju se proračunom iz uslova potpunog uravnoteženja oscilirajućih delova oruđa (ili pri željenim uglovima elevacije). Da bi se postiglo što bolje uravnoteženje, položaj za ugradnju izravnjača na oruđe (ugao β sa sl. 16) se bira tako da se potpuno

uravnoteženje postigne na graničnim elevacijama i jednoj međuelevaciji. Taj uslov je ispunjen, ako je:

$$\theta \approx \frac{\pi}{2} + \frac{2}{3} \varphi_{\max} \quad \text{pri} \quad \frac{l_0}{r_1} \leq 2$$

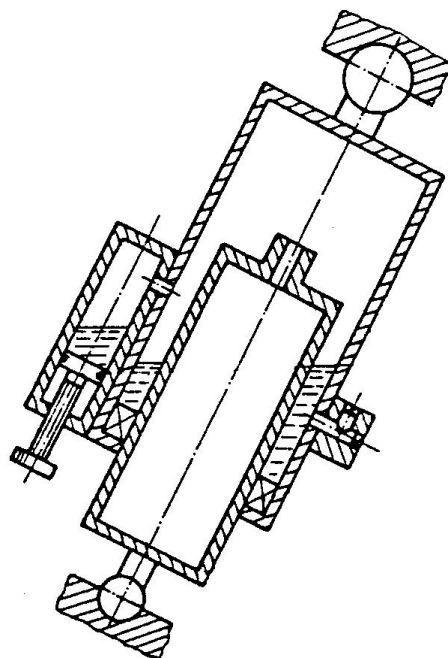
odnosno

$$\theta \approx \frac{\pi}{2} + \frac{5}{6} \varphi_{\max} \quad \text{pri} \quad \frac{l_0}{r_1} > 2$$

gde su:

l_0 - rastojanje između šarnirnih oslonaca izravnjača pri $\varphi = 0$

r_1 - poluprečnik luka po kome se kreće pokretni šarnir izravnjača (A)

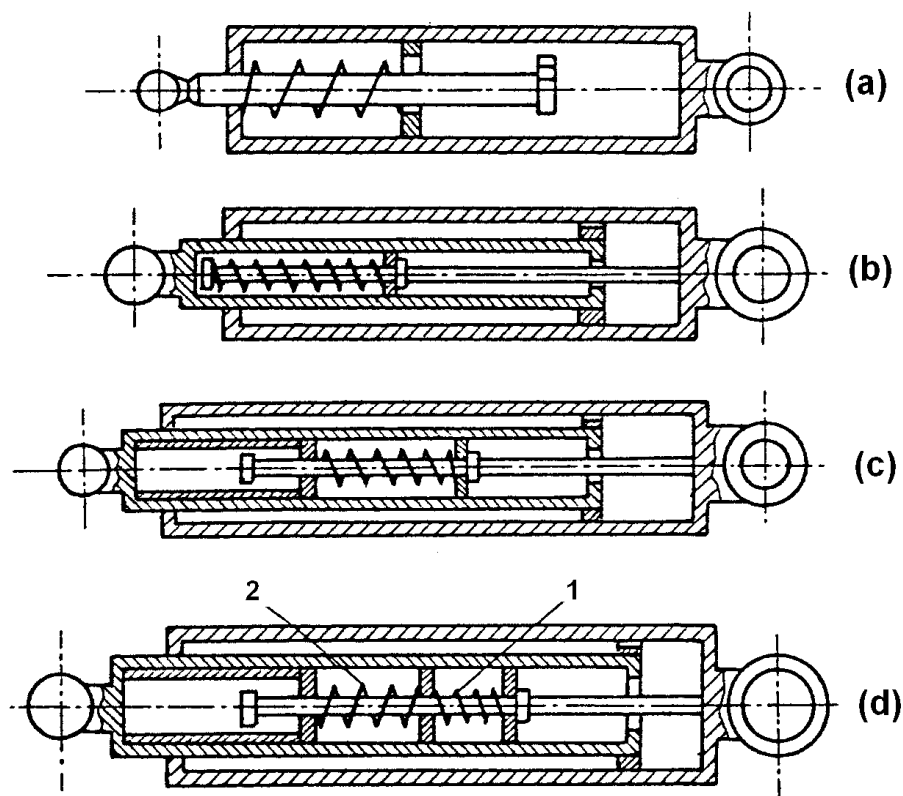


Sl. 18. Pneumatski izravnjač gurajućeg tipa

Pneumatski izravnjači su lakši i kompaktniji od opružnih, ali zato imaju sledeće nedostatke:

- Pritisak gasa zavisi od temperature okoline, pa to negativno utiče na tačnost uravnoteženja; zato je neophodan mehanizam (temperaturni regulator) kojim se podešava pritisak u izravnjaču.
- U zaptivnom sistemu izravnjača javljaju se značajna trenja koja ne mogu da se uravnoteže pri pokretanju oscilirajućih delova u suprotnim smerovima.
- Manje su pouzdani u eksploataciji.

Pomoću pneumatskih izravnjača može da se ostvari visoka tačnost uravnoteženja u relativno malom rasponu elevacionih uglova, ali je tada u preostalom intervalu neuravnoteženost veća. Zato se, po potrebi, u izravnjače ugrađuje jedna ili dve opruge. U najvećem broju slučajeva zadovoljavajući rezultat se postiže ugradnjom jedne kontraopruge, koja se sabija samo pri velikim elevacionim uglovima. Kontraopruga se smešta u cilindar (sl. 19-a) ili u šupljinu klipnjače (sl. 19-b).



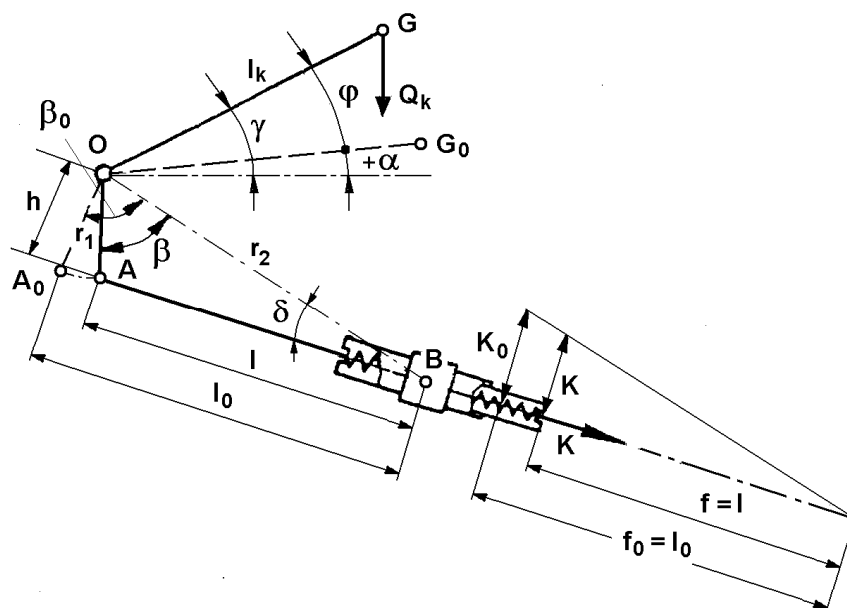
Sl 19. Pneumatsko opružni izravnjač

Odgovarajućim konstrukcionim rešenjem može da se obezbedi rad jedne iste opruge u početnom i krajnjem rasponu elevacionih uglova (sl. 19-c). Pri malim uglovima elevacije se pomoću opruge povećava sila pritiska gasa, a zatim, pri većim elevacijama oprugom se smanjuje sila pritiska gasa. Radi bolje korekcije dijagrama promene sile u pneumatski izravnjač mogu da se stave dve opruge (sl. 19-d). Pri malim uglovima elevacije deluje opruga male krutosti (2), dok opruga veće krutosti (1) skoro ne radi. U srednjem intervalu uglova elevacije opruge ne rade, a zatim delimično kompenziraju dejstvo sabijenog gasa.

Izravnjačima gurajućeg tipa ne može potpuno da se uravnoteži moment sile težine oscilirajućih delova oruđa pri svim elevacionim uglovima. Taj nedostatak se utoliko jače ispoljava što je raspon uglova elevacije veći i što su veći momenti sile težine oscilirajućih delova. Pored toga postoje i konstrukciona ograničenja koja remete povoljnu ugradnju izravnjača na oruđe.

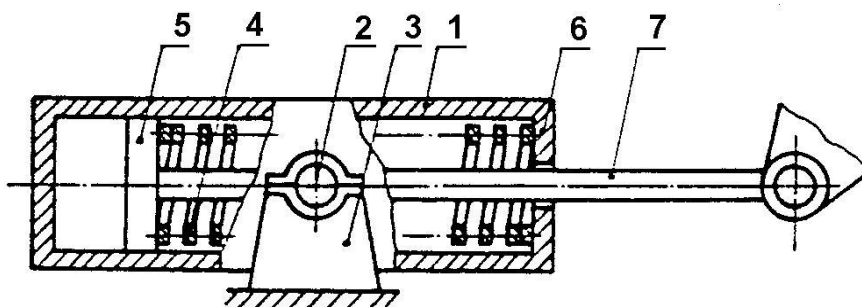
Izravnjači vukućeg tipa

Šema dejstva izravnjača vukućeg tipa, sa oscilirajućim cilindrom, prikazana je na slici 20. Sila opruge izravnjača K na rastojanju h u odnosu na osu ramena kolevke stvara moment koji može potpuno da uravnoteži moment sile težine oscilirajućih delova oruđa pri svim elevacijama, ukoliko su ispunjeni određeni uslovi.



Sl. 20. Šema dejstva izravnjača vukućeg tipa

Izravnjači ovog tipa su, zbog navedene pogodnosti potpunog uravnoteženja, uglavnom opružni. Na slici 21 je prikazan opružni izravnjač vukućeg tipa sa oscilirajućim cilindrom. Rame (2) cilindra (1) izravnjača je šarnirno vezano sa nosačem (3) gornjeg lafeta. Sabijena opruga (4) se jednim krajem oslanja na klip (5) klipnjace, a drugim krajem na dno cilindra na kome je otvor za izlaz klipnjače (7), čiji je kraj šarnirno vezan za kolevku.

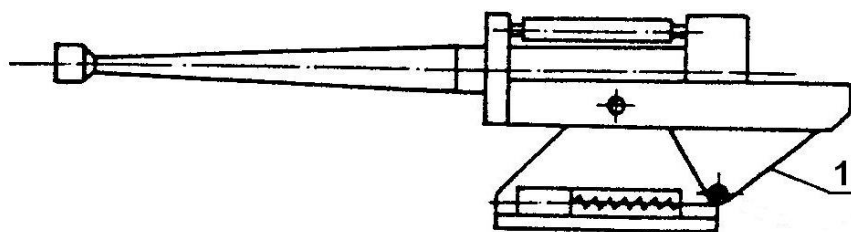


Slika 21. Opružni izravnjač vukućeg tipa sa oscilirajućim cilindrom

Nedostaci izravnjača ovog tipa su:

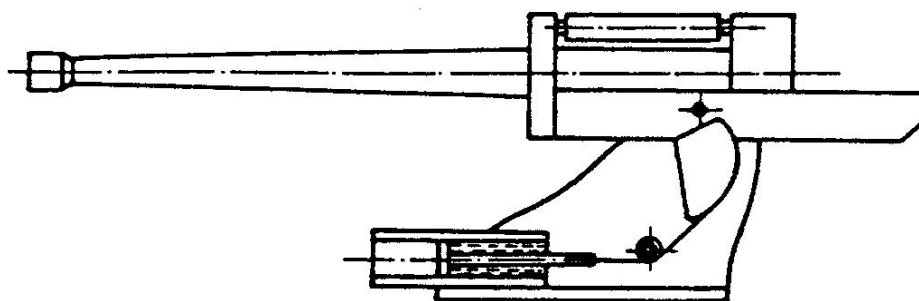
- Pri projektovanju oruđa treba obezbediti slobodan prostor za zakretanje oscilirajućeg cilindra.
- Moment sile težine samog izravnjača u odnosu na osu ramena klevke negativno utice na tačnost uravnoteženja oscilirajućih delova oruđa.

Opružni izravnjači velikih dimenzija i masa mogu da se izvedu sa cilindrom koji je nepokretno vezan za gornji lafet (slika 22). Sila opruge se prenosi na oscilirajuće delove oruđa pomoću lanca ili sajle (1).



Sl. 22. Opružni izravnjač vukućeg tipa sa nepokretnim cilindrom

Korišćenje pneumatskih izravnjača vukućeg tipa pogodno je zbog manjih dimenzija i mase cilindra, ali je sa njim otežano uravnoteženje oscilirajućih delova uz prihvatljivu tačnost. Dobro uravnoteženje može da se postigne ugradnjom bregaste ploče, preko koje se ostvaruje veza sajle sa kolevkom (slika 23). Profil bregaste ploče može tako da se odabere da se pri zakretanju oscilirajućih delova oruđa sila izravnjača i krak njenog dejstva menjaju zavisno od promene momenta sile težine oscilirajućih delova.



Sl. 23. Pneumatski izravnjač vukućeg tipa sa bregastom pločom

Pri konstrukciji opružnih i pneumatskih izravnjača treba obavezno da se predvidi mogućnost njihovog podešavanja u toku eksploatacije. To je bilo potrebno zbog grešaka u izradi opruga i njihovog “starenja” tokom vremena, bilo zbog promene zapremine ili pritiska gasa. Podešavanje sile opruge se vrši njenim pritezanjem, a sile pritiska promenom zapremine gasa pomoću klipa (5) u dopunskom cilindru (vidi sliku 18).