

## TEHNIČKI DOSEG ZADNJIH MEHANIČKIH TORPEDA KOJI SU SAGRAĐENI U TVORNICI TORPEDA U RIJECI

**Mirko Rupert, dipl. ing.**  
Rijeka, Hrvatska  
**Prof. dr. sc. Dinko Zorović**  
Pomorski fakultet, Rijeka, Hrvatska

### UVOD

U svojoj dugoj povijesti torpedo se kao oružje stalno usavršavao, postajao sve precizniji, sve većeg dometa, sve ubojitiji.

Na žalost!

Mnoge je majke zavio u crno, mnoge žene učinio udovicama, mnogu djecu ostavio gladnima...

Ne želimo govoriti o torpedu kao oružju, veličati njegovu učinkovitost – da bar nikad nije nastao! No kad je već stvoren, torpedo je divljenja vrijedan kao tehničko dostignuće, i samo u tom kontekstu ćemo o njemu raspravljati.

U svojoj dugoj povijesti torpedo je, kao oružje koje samostalno plovi ususret neprijatelju, bio ideja Ivana Blaža Vukića (Giovanni Biagio Luppis). Zahvaljujući poduzetnosti Giovannija de Ciotte, ideja je bila predstavljena Robertu Whiteheadu, tada direktoru *Stabilimento tecnico Fiumano* – i trojka je započela suradnju. Whitehead je došao na ideju da oružje, umjesto da plovi po površini mora, zaroni. Kao pogonsko sredstvo odabrao je komprimirani zrak. Prvi torpedo gradio je osobno uz pomoć sina Johna i nekolicine pouzdanih radnika. Polako se usavršavao uređaj za aktiviranje eksplozivnog punjena i regulaciju urona na principu promjene hidrostatskog tlaka u ovisnosti o promjeni zarona pomoću vodoravnih kormila. Usmjeravanje u vodoravnoj ravnini izvodilo se vertikalnim kormilima koja su se u nizu probnih lansiranja prilagođavala. Usporedno s razvojem torpeda, razvijale su se i lansirne cijevi.

Osim Austro-Ugarske Monarhije, mnoge su zemlje kupile mogućnost izrade torpeda u vlastitoj zemlji.

Velik napredak postigao se uvođenjem dvaju vijaka, koaksijalnih i rotirajućih u suprotnim smjerovima, negdje 1878. Velik je napredak učinjen i uvođenjem posebnih glava torpeda za probne vožnje tako da torpedo nakon zaustavljanja samo izroni. Učinkovitost početne količine komprimiranog zraka povećala se

izgaranjem petroleja, poslije i hlađenog vodom uz dodatno povećanje volumena nastalom vodenom parom.

Vjerojatno najveći napredak postigao se uvođenjem žiroskopa kao usmjerivača torpeda u vodoravnoj ravnini. Obry je 1894. ponudio Whiteheadu svoj žiroskop, no bio je odbijen s obrazloženjem da je upravo pred dovršenjem vlastitog proizvoda koji je tada usavršavao njegov sin John. Kako se Obryev proizvod pokazao boljim, Whitehead 1897. kupuje njegov patent.

S vremenom se brzina i domet torpeda povećavaju. Od prvih 6 čvorova do 44,4 na udaljenostima do 2000 m.

Usporedno s torpedima koji se mogu lansirati s brodova, počeo se izrađivati torpedo koje se može lansirati s aviona. U Rijeci je uz lansirne rampe koje simuliraju lansiranje s brodova, izrađena rampa koja simulira lansiranje s aviona.

Ovakav razvoj torpeda dočekao je Drugi svjetski rat kada je tvornica razrušena i opljačkana. Nakon rata započelo se s obnovom tvornice i nastavilo s proizvodnjom mehaničkih torpeda. Uza stalna usavršavanja došlo se do zadnjih torpeda koje je riječka tvornica proizvela prije svog zatvaranja.

### **TEHNIČKI DOSEG ZADNJIH TORPEDA IZRAĐENIH U RIJECI**

Torpedo je podvodni projektil s vlastitim pogonskim sustavom, opremljen uređajima za kormilarenje po pravcu i u dubini. U Rijeci su se do 1966. godine izrađivali torpedi u kalibru od 450 mm i 533,4 mm (21"). Manji kalibar izrađivao se u brodskoj varijanti, avio i aviobrodskoj varijanti, dok se veliki kalibar radio samo u brodskoj izvedbi. Torpedo se izbacivao, tj. lansirao iz jednostavnih torpednih cijevi kao što su npr. torpedne cijevi na torpednim čamcima koje su na palubi čvrsto postavljene na bokovima broda ili iz torpednih aparata – “lansirnih rampi” koje su se smještale na polovici broda – na razaračima, a na još većim brodovima po boku. Torpedni aparati obično su se izvodili s cijevima u snopu, i to tri do pet cijevi. Podmornice (klasične) imale su na pramcu četiri, a na krmi dvije torpedne cijevi. Samo izbacivanje torpeda izvodilo se pomoću komprimiranog zraka ili barutnih plinova koji su se dobivali ispaljivanjem posebnih patrona u “mužaru” na samoj cijevi. Iz aviona koji su torpedo nosili ispod svoga trupa, torpedo se jednostavno ispustio, a pomoću piropatrone istodobno se aktivirao pogonski sustav. Pri lansiranju iz torpednih cijevi, pogonski se mehanizam aktivirao autonomno, tj. torpedo je pri kretanju kroz cijev zakrenulo polugu smještenu na svojoj stražnjoj strani jer je ona “zapela” za graničnik postavljen na cijev.

Klasičan torpedo najlakše je podijeliti u ove osnovne skupine:

- glava (bojeva ili vježbovna)
- spremnik zraka i vode
- komora s posudama za gorivo (petrolej), dubinskim aparatom, grupom ventila i kompletnim pogonskim sustavom

- stražnji dio u čiju su unutrašnjost smješteni dio pogonskog stroja s osovinama, pokretna poluga, smjerni ravnač (žiroskop), sprava kružnog gađanja, mehanizmi za postavljanje brzine i elemenata putanje torpeda s indikatorima i
- armature s kormilima i propelerima.

U daljnjem tekstu bit će opisan torpedo kalibra 533 mm.

### **Bojeva glava**

Oblik joj je rotacijski paraboloid koji pri kraju završava cilindričnim dijelom, a pričvršćena je na spremnik vijcima. Izrađena je iz čeličnog lima i iznutra ojačana prstenovima. Za spoj sa spremnikom na sebi nosi brončanu prirubnicu. U gornjem dijelu na glavi su smještena kućišta upaljača (dva komada), a unutrašnjost glave je do cca 4/5 visine ispunjena eksplozivom trinitrotoluonom (TNT). Unutrašnjost glave zatvorena je poklopcem.

Upaljači su inercijskog tipa, armiraju se pomoću propelera koje vrti strujanje vode pri kretanju torpeda. Aktiviranje upaljača posljedica je udara torpeda čelom ili bokom. Pri aktiviranju upaljača udarne igle silom opruge udare kapsule koje zapale inicijalne detonatore, a oni primarno punjenje TNT-a te uslijedi eksplozija kompletnog naboja.

### **Vježbovna glava**

Služi za gađanja torpeda nakon izrade ili remonta tj. kolaudacijskih gađanja odnosno pri vojnim vježbama. Po obliku je identična bojevnoj glavi, a i po težini i položaju težišta. Unutrašnjost glave prije gađanja ispuni se vodom. Na kraju puta kad torpedo stane ili potone na određenu dubinu, pirni mehanizmi (dva komada) ispuste zrak iz posuda koji istjera vodu iz glave pa torpedo dobije pozitivan uzgon i izroni na površinu. Na čelu glave pri vježbovnim gađanjima postavi se indikator dubine i nagiba oko uzdužne osi, koji na dijagramu registrira te podatke u plovidbi.

### **Spremnik zraka i vode**

Cilindričnog je oblika, izrađen od čelika, prednji veliki dio s debelom stijenkom zatvoren dvama konveksnim poklopcima služi za smještaj komprimiranog zraka (2 x 10.7 Pa). Stražnji mali dio s tankim poklopcem služi za smještaj vode. Zrak u spremnik ulazi i izlazi kroz cijev koja centralno prolazi kroz poklopce. Na gornjoj



strani spremnika vijcima je pričvršćena vodilica koja ulazi u kanal lansirne cijevi. Vodilica služi da se torpedo u cijevi fiksira u točnom položaju jer se pri uvlačenju u cijev vodicom nasloni na graničnik lansirne cijevi. Oblik vodilice ovisi o tipu lansirnih cijevi i ima pravokutan ili "T" oblik. Voda se ulijeva kroz otvor na vrhu vodnog prostora, a zatvara se čepom. Kroz cijev čiji se otvor nalazi u filtru na dnu, voda se pod pritiskom zraka odvodi u komoru izgaranja (razgrijač), gdje isparuje pri čemu hladi plinovite produkte izgaranja petroleja, a smjesa plinova i vodene pare odlazi u pogonski stroj koji je specijalni dvocilindrični kompaudirani dvo-radni "parni" stroj.

### **Komora**

Komora je limeni cilindar zakovan na završetak spremnika, a dvije prirubnice dijele komoru u dio u kojem su smještene posude za petrolej i na tu pregradnu prirubnicu dolazi dubinski aparat. Na vrhu tog dijela komore nalazi se grupa ventila (ventil punjenja, zatvorni i nepovratni ventil), čepovi za ulijevanje petroleja, mehanizam za postavljanje dubine s indikatorom dubine, a s donje strane čepovi za ispuštanje petroleja i sigurnosni ventil. Na kraju komore zakovana je spojna prirubnica koja spaja komoru sa stražnjim dijelom torpeda. U prostor između tih prirubnica smješteni su cilindri pogonskog stroja s komorom izgaranja i ostalim pripadajućim elementima. Na vrhu komore je poklopac kroz čiji se otvor poslužuju i reguliraju elementi torpeda. Plašt ima na sebi otvore kroz koje se obavljaju potrebni zahvati.

### **Posude za petrolej**

Posude za petrolej kruškolikog su oblika, izrađene iz mesinganog lima. Međusobno su spojene u donjem dijelu tako da imaju zajednički odvod petroleja kroz cijevi preko rasprskavača u komoru izgaranja. Gorivo tjera zrak pod pritiskom koji dolazi kroz cijevi u gornji dio posuda.

### **Dubinski aparat**

Dubinski aparat djeluje preko svoga polužja na razvodnik servomotora, a on preko polužja na horizontalna tj. dubinska kormila i održava torpedo u kretanju na postavljenoj dubini. Dubinu određuje ravnoteža na membrani na koju s jedne strane djeluje hidrostatski tlak vode, a sa druge strane sila opruge. Da torpedo ne bi plovio po "dubokoj" sinusoidi, na membranu djeluje i klatno s utegom i održava ga u horizontalnom položaju. Tom kombinacijom praktično se postiže gotovo ravna putanja po dubini. Dubina se na torpedu postavlja nakon što se reguliraju otkloni kormila prema dolje i gore i dok se na servomotoru ukoče kormila u inicijalnom položaju za početak gibanja odnosno dok torpedo ne dobije približnu brzinu. Tako se postupa zbog toga što se uteg jako zanjše poradi inercije pri lansiranju i pada torpeda u more te početnog ubrzanja torpeda. U početku gibanja torpeda, kormila moraju mirovati. Kormila se oslobode ukočenosti preko mehanizma tzv. aretirne sprave koja dobiva pogon od osovine pumpe vode.

Dubina se može postaviti i nakon što je torpedo uvučen u lansirnu cijev ako je ona opremljena uređajem za to ili ako ima na sebi potreban otvor kroz koji se ta operacija može obaviti.

### **Grupa ventila**

Sastoji se od tri ventila: ventil punjenja, zatvorni i nepovratni ventil. Kroz prvi se ventil puni zrak u spremnik dok je zatvorni ventil otvoren. Kad se spremnik napuni, skine se specijalna dovodna cijev i postavi čep. Otvaranjem zatvornog ventila zrak iz spremnika dolazi preko nepovratnog ventila do admisionog ventila. Nepovratni ventil sprječava prodor morske vode u spremnik nakon završetka puta torpeda.

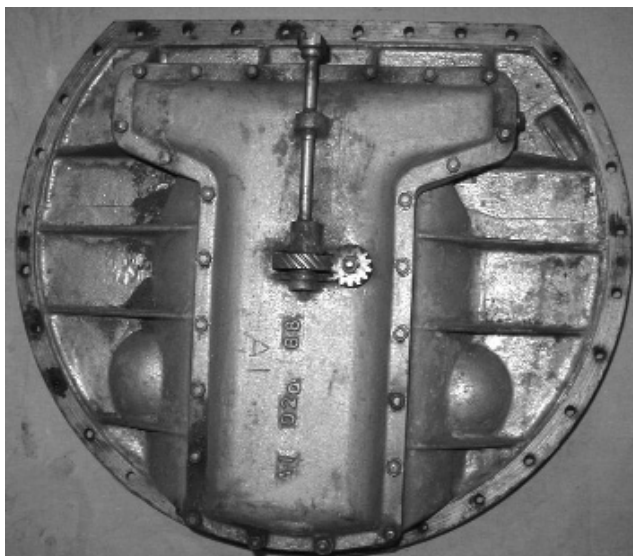
### **Admisioni ventil**

Pri lansiranju torpedo zakrene pokretnu polugu, a ona otvori admisioni ventil. To se događa vrlo naglo jer se zrak mora pod punim pritiskom proslijediti prema smjernom ravnaču radi impulsa zvrka (cca 18.000 o/min za 0,34 s). Pogonski stroj ne smije raditi dok je torpedo u zraku, tj. dok ne padne u more, zatezna sprava zadržava otvaranje niskog tlaka zraka oko tri sekunde vremenski ili dok torpedo ne padne u more jer tada inercijski uteg zatezne sprave djeluje i zrak sada normalno ulazi u komoru izgaranja. Iz komore izgaranja zrak odlazi preko višeputnog pipca u vodnu komoru i petrolejske posude te potiskuje gorivo i vodu u komoru izgaranja. Istodobno zrak aktivira pištolju koja zapali pristiglo gorivo i pogon započne. Nakon što torpedo prevali postavljenu daljinu, zatvara se admisioni ventil i pogon staje. Kako je broj okretaja osovina tj. propelera direktno proporcionalan prevaljenom putu, taj se "put" postavi na admisionom ventilu na tzv. tempirnoj spravi.

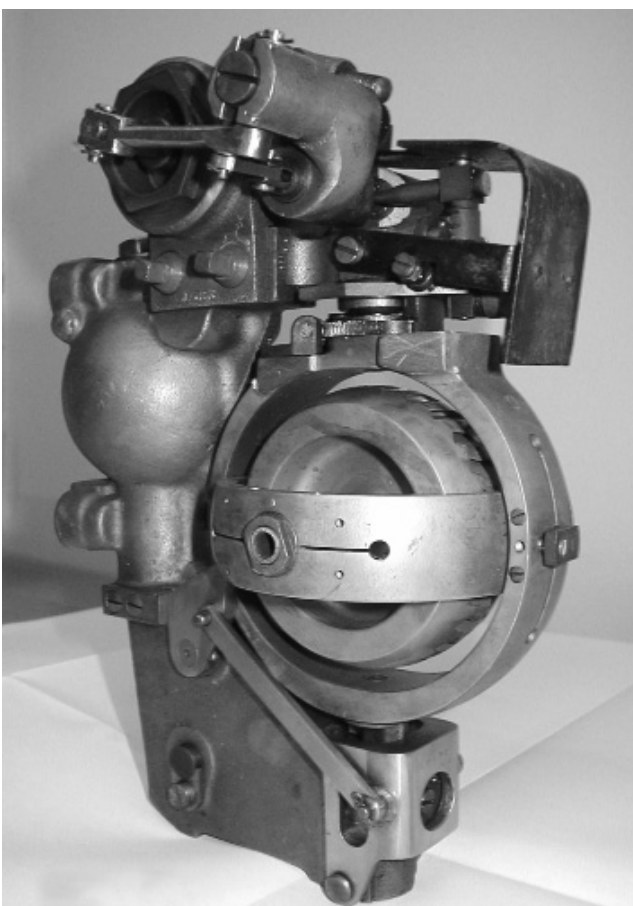
### **Reduktor pritiska (zračni ravnač)**

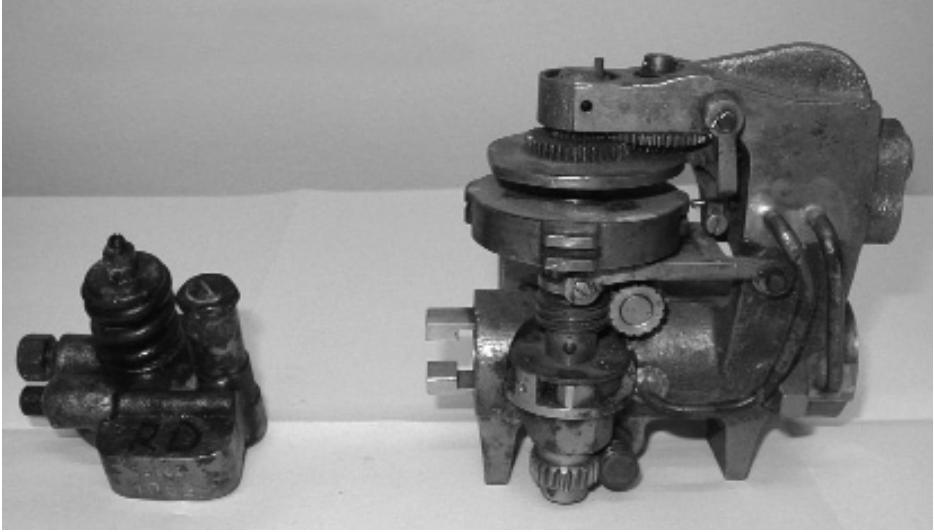
Kako pogonski stroj mora dobivati plinove izgaranja konstantnog i manjeg pritiska od onog u spremniku, zadatak je reduktora da to osigura. To se postiže dvostupanjskom redukcijom, a izlazni je pritisak u funkciji brzine, tj. dometa. Kako je punjenje gorivom, zrakom i vodom u torpedu uvijek konstantno, torpedo na svome putu troši zalihe i postiže maksimalnu brzinu za zadani domet. Torpedo je imao mogućnost postavljanja tri brzine (50, 40 i 30 čvorova odnosno druga kombinacija brzina), a pritom su se dobivali različiti dometi. Manji ulazni pritisak rezultirao je manjom snagom stroja, manjom brzinom vrtnje propelera odnosno manjom brzinom torpeda. Ti su se pritisci na izlazu iz reduktora dobivali različitim stiskanjem opruge, što se reguliralo posebnim vijcima pri kočenju stroja na kočnici. Osim zraka, moralo se regulirati doziranje petroleja i vode pomoću posebno kalibriranih sapnica. Dakle, za tri je brzine potrebno po tri para sapnica smještenih u vretenu tzv. višeputnog pipca. Kad su se sve veličine punjenja potrošile uz zadovoljavajuću temperaturu u cilindru, brzinu vrtnje, snagu i ukupan broj učinjenih okretaja osovina postigli, stroj je odlazio dalje u montažu i na

Dubinski aparat -  
pogled sprijeda



Smjerni ravnač



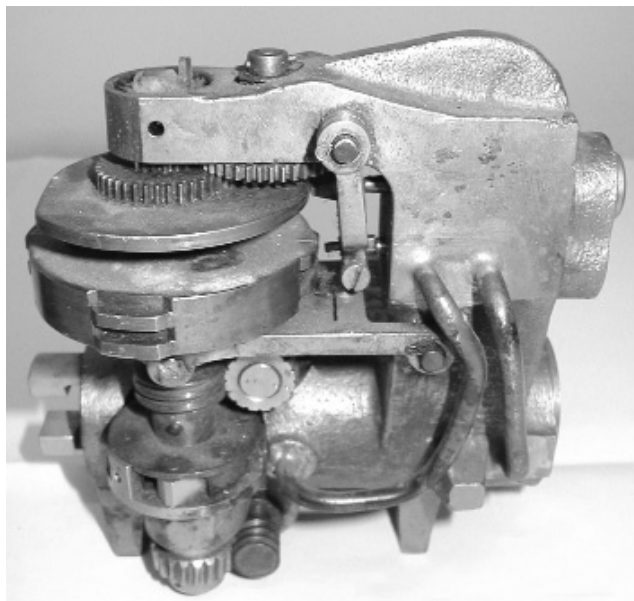


Reduktor i sprava kružnog gađanja

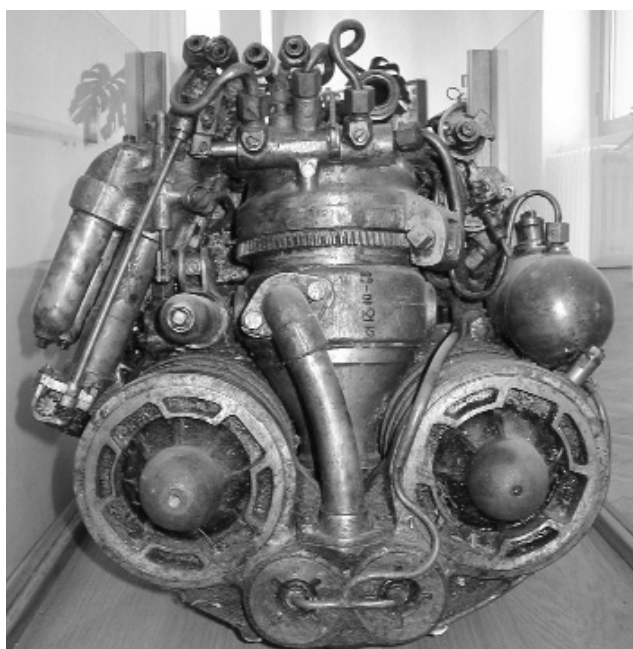


Dvostupanjski reduktor pritiska smjernog ravnača



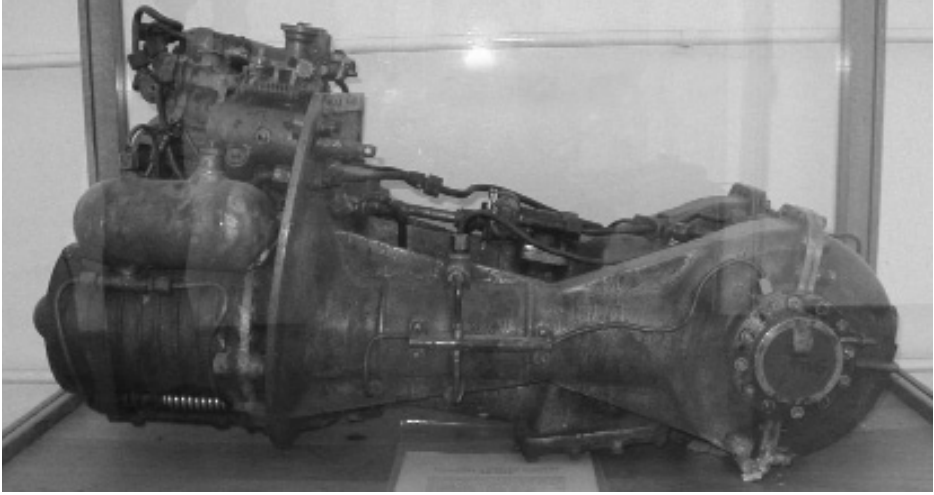


Sprava kružnog gađanja



Pogonski sustav - prednji pogled





Pogonski sustav - bočni pogled



Komplet pogonski sustav

kontrolna gađanja, gdje se moralo zadovoljiti sve parametre, tj. domet, brzinu, smjer, dubinu plovidbe i oscilacije odnosno nagib oko uzdužne osi.

### **Komora izgaranja (razgrijač)**

Izvedena je s dvostrukim stijenkama, a na svom poklopcu nosi reduktor pritiska na koji se nastavlja admisioni ventil. U sredini poklopca smješten je rasprskač goriva. Poklopac još nosi višeputni pipac i pištolju. Iz višeputnog pipca u komoru dolazi gorivo (petrolej) i to preko rasprskavača djelomično pomiješano sa zrakom, dok zrak ulazi u komoru kroz rupice na gornjoj unutrašnjoj stijenci. Dolaskom zraka aktivira se pištolja pa njezin plamen zapali smjesu goriva i zraka. Voda također dolazi iz višeputnog pipca i cirkulira između stijenci, hladi stijenske i kroz rupice pipaka kao para ubrizgava se u komoru. Iz komore pomiješana s plinovima izgaranja odlazi preko razvodnika u cilindre stroja.

### **Pogonski stroj**

U osnovi je dvocilindrični kompaudirani dvoradni parni stroj s visokim i nepromjenljivim stupnjem punjenja (oko 70%) jer od njega se jedino zahtijeva maksimalna snaga. Na stapajice preko križnih glava vezane su ojnice, a one na rukavce koljena. Na unutarnjim ramenima nalaze se uklinjeni konični zupčanci koji su u zahvatu sa zupčanicima na osovinama. Radi ovoga “diferencijalnog” zahvata zupčanika osovine se okreću u suprotnim smjerovima. Na unutarnju osovinu uklinjen je vijčani zupčanik koji pokreće svoj par što pogoni osovinu razvodnika. Drugi zupčanik pokreće osovinu sustava zupčastih pumpi ulja i morske vode. Uljem se podmazuju klizne plohe križnih glava i ležajevi, a morska se voda ubrizgava u ispušnu stranu razvodnika i hladi ispušne plinove. Ispušni se plinovi odvođe kroz unutarnju osovinu van. Na krajeve osovine uklinjeni su propeleri. Osovine su zaštićene košuljicom. Kompletan pogonski stroj montira se na prirubnicu stražnjeg dijela, a stražnji dio na komoru.

### **Stražnji dio**

Stražnji je dio izrađen od lima, iznutra ojačan prstenima. Paraboličnog je oblika i u unutrašnjosti su uz dio pogonskog stroja: smjerni ravnač, sprava kružnog gađanja, rezervoar ulja, polužje kormilarenja, uređaji za postavljanje kuta, brzine i kruženja s indiktorima, pokretna poluga, sigurnosni ventil, čep za ispust. Kroz poklopac s donje strane omogućen je pristup za montažu i regulaciju smjernog ravnaca i polužja. Na kraju plašta stražnjeg dijela učvršćena je armatura (križ) s kormilima.

### **Pokretna poluga**

Kučiste pokretne poluge zakovano je na plašt desno od simetrale na manjem promjeru od kalibra. Pokretnu polugu u otvorenom položaju zadrži zupčasti segment. Pokretna je poluga direktno spojena s polugom admisionog ventila i njezinim se zakretom admisioni ventil otvori, tj. započinje proces pogona. Kod pripreme torpeda

za gađanje, pokretna se poluga ručno dovede u otvoren položaj, a zatvara se pritiskom na svornjak čiji jezičac oslobađa zakočenost na zupčastom segmentu.

### **Smjerni ravnač (žiroskop)**

Sastoji se od rotora (zvrka), horizontalnog i vertikalnog prstena koji čine troosni slobodni rotacijski sustav. Vertikalni je prsten uležišten u kućište. Kućište je učvršćeno na svoj nosač zakovan na plašt. Os rotacije zvrka paralelna je sa simetralom torpeda. U trenutku otvaranja admisionog ventila, zrak kroz cijev preko nosača kroz tijelo smjernog ravnača i lavalove sapnice (u kojoj postiže nadzvučne brzine) zavrti zvrk na 18.000 o/min za svega 0,34 s. Vrijeme tog impulsa određuje gušnik u klipu koji nakon što se u komori klipa podigne pritisak – zatvori izlaz zraka i oslobodi vertikalni prsten (za vrijeme impulsa vertikalni je prsten bio ukočen i osigurao sustav u osnovnom položaju). Sada je sustav slobodan i to se mora postići dok je torpedo u lansirnoj cijevi. Da se tijekom vremena ne smanji brzina vrtnje zvrka, dvije male sapnice smještene u svornjacima ležaja horizontalnog i vertikalnog prstena pušu zrak u utore zvrka koji od toga povećava brzinu na 21.000 okr./min. Svaka promjena položaja osi torpeda prema osi zvrka zakreće mlaznicu koja dovodi zrak u razvodnik servocilindra koji preko polužja pomiče kormila odnosno vraća torpedo u kurs. Zrak na mlaznici niskog je pritiska iz posebnog dvostupanjskog reduktora pričvršćenog na nosač s ravnača. Os zvrka ostaje orijentirana u prostoru odnosno ostaje uvijek sama sebi paralelna radi svojstva žiroskopa. Da bi osovina zvrka ostala relativno paralelna prema pravcu koji spaja dvije točke na Zemljinoj površini (osim ako su točke na ekvatoru), zbog rotacije Zemlje ravnač se mora regulirati tako da os zvrka ima istu precesiju kao i kućište ravnač, jer je ono fiksno prema Zemlji i zajedno s njom rotira. Ta se regulacija ravnača izvodi na probnom stolu, a postiže se pomakom težišta zvrka pomoću regulacijske matice. Najbolja se regulacija postiže u onom pravcu u kojem se i lansira torpedo. Na ekvatoru i u slučaju gađanja po meridijanu nema precesije jer su svi pravci tangente na meridijan i paralelni s osi rotacije Zemlje. Uvjet da precesija zvrka prati rotaciju Zemlje postiže se samo u slučaju najveće preciznosti geometrije izrade dijelova, visoke kvalitete obrade i precizne montaže dijelova ravnača. Vrlo mnogo čimbenika utječe na ponašanje ravnača, kao npr. površina kuglica ležajeva koje su se pregledavale pod 20 x povećanjem i morale su biti bez riseva, kaverni, tragova korozije i visokog sjaja, polirane kao i unutarnji i vanjski prsten ležaja. Ti kuglični ležajevi nisu imali kavez nego kuglice po cijelom obodu. Smjerni ravnač na gornjem dijelu vertikalnog prstena ima mogućnost da se na ozubljenom pužnom kolu s izdankom postavi “kut” pod kojim će torpedo ploviti nakon što padne u more, a prema pravcu u kojem je izbačen. Kut može biti do 90 stupnjeva desno/lijevo. Taj se kut mogao kontinuirano mijenjati preko zupčanika na stražnjem dijelu uređaja za kutno postavljanje na lansirnoj cijevi.

### **Sprava kružnoga gađanja**

Taktičke potrebe torpeda nametnule su zahtjev da torpedo osim ravne vožnje može voziti i cik-cak. Vožnja je izgledala ovako: ravni put do postavljene

udaljenosti zatim za “desno” – polukružni luk udesno tako da je torpedo vozio prema natrag – vožnja ravno prema natrag (prema postavljenom kraće ili dužem putu oko 300 ili 600 m) pa luk ulijevo za 180 stupnjeva, opet ravno paralelno i u smjeru naprijed itd. Nakon svakog polukruga torpedo je imao odmak udesno dok nije stao. Isto je s kruženjem “ulijevo”. Takvo kretanje torpeda dolazilo je u obzir za gađanja broda u konvoju jer ako bi torpedo promašio brod, okrenuo bi se, mogao je u povratnom putu možda pogoditi koji drugi brod, odnosno učiniti pomutnju u komandiranju brodovima, pa dok bi svi pazili na torpedo koji se “mota”, drugi bi torpedo s većom vjerojatnošću pogodio cilj. Dakle sprava kružnoga gađanja je programator koji preko svojih krivulja djeluje na svoj servocilindar tako da svlada sile cilindra smjernog ravnača i “prisili” torpedo na polukružnu vožnju. Ravne vožnje opet preuzima smjerni ravnač. Sprava kružnoga gađanja dobiva pogon za pokretanje krivuljnih ploča od stroja, a samo postavljanje programa izvodi se preko indikatora ili preko regulacijskog zupčanika na plaštu.

### **Sigurnosni ventil**

Sigurnosni ventil osigurava izlaz zraka iz torpeda koji se skuplja nakon što obavi potrebne radnje u smjernom ravnaču i spravi kružnoga gađanja.

### **Čep za ispušt**

Služi za ispuštanje eventualno prodrle morske vode u unutrašnjost stražnjeg dijela torpeda.

### **Armatura (križ)**

Sastoji se od četiri “peraje” učvršćene na plašt sa stražnjim konusom (koje su stabilizator protiv njihaja torpeda) te četiri vodilice koje povezuju križ s kormilima i peraje. Unutar prostora križa i stražnjeg konusa smješteni su propeleri. Kormila dobivaju pogon od motki preko sustava poluga. Smjerna se kormila reguliraju na simetričan otklon desno i lijevo te srednji položaj dok se dubinska kormila reguliraju na asimetrične točno određene položaje. Kroz centralni otvor na križu izlaze ispušni plinovi. Kad se torpedo pripremao za gađanje, morao je imati “ukočene” propelere. To se postiglo specijalno oblikovanim komadom koji se umetnuo jednim krajem u otvor križa, a drugim između krila propelera. Ta se “kočnica” vadila kad je torpedo bio u lansirnoj cijevi, a cijev se nije mogla zatvoriti dok se kočnica nije skinula.

## **PRIPREMA TORPEDA ZA LANSIRANJE**

Nakon montaže torpeda se morao na kontrolnim lansiranjima dotjerati tako da zadovoljava sljedeće tehničke karakteristike:

- brzina i domet
- dubina u plovidbi mjereno od površine i
- smjer.

Kod torpeda s mogućnosti vožnje u cik-cak putanji, iz serije su se odabirali uzorci koji su se ispitivali za kutna i kružna gađanja.

### **Pripremne radnje za lansiranje**

- Ugradnja pirne (vježbovne) glave na spremnik
- Postavljanje propelerne kočnice na propelere
- Priklučenje spremnika na punjenje zrakom (puni se oko 1 1/2 sat tako da se ujedno hladi vodom)
- Punjenje vodne komore vodom
- Punjenje petrolejskih posuda petrolejem
- Punjenje uljnih posuda uljem (glavne, pomoćne i posudice zračnih ravnača)
- Regulacija otklona dubinskih kormila (kod dubine 0)
- Postavljanje aretacije dubinskih kormila
- Postavljanje dometa na tempirnoj spravi
- Postavljanje dubine
- Ugradnja smjernog ravnača i reduktora smjernog ravnača
- Regulacija otklona smjernih kormila
- Regulacija spojnice spravom kružnoga gađanja tako da su otkloni kormila simetrični
- Proba impulsa smjernog ravnača prebacivanjem pokretne poluge ručno
- Zatvaranje stražnjeg dijela torpeda postavljanjem poklopca na mjesto
- Vađenje pištolje i punjenje kartučama te postavljanje pištolje na razgrijač
- Blokiranje pirnih mehanizama
- Punjenje pirne glave zrakom i vodom
- Postavljanje papira u indikator dubine i nagiba
- Baždarenje indikatora i to na način da se uranja na dubine 3, 4 ili 5 m a između svakog urona ručno okrene propelica desetak puta tako da se na početku papira dobiju tri crte koje predstavljaju pojedine dubine. Indikator se malo zanjiše oko uzdužne osi tako da druga igla upiše krajnje položaje njihaja. Na indikator se ugradi propelica za gađanu daljinu.
- Ugradnja indikatora u pirnu glavu

- Ugradnja vodnog svjetla u pirnu glavu (nije obvezna)
- Skidanje priključka zraka sa ventila punjenja i zatvaranje zatvornog ventila. Ključ obično ostaje na torpedu.
- Podizanje razvodnika ulja zračnih ravnača nekoliko puta tako da se klipiće zatezne sprave dobro razradi.
- Neposredno prije uvlačenja torpeda u lansirnu cijev otvaranje zatvornog ventila i provjera je li podignut razvodnik ulja zračnih ravnača
- Uvlačenje torpeda u cijev, skidanje propelerne kočnice i zatvaranje poklopca torpedne cijevi
- Punjenje posude lansirne cijevi zrakom

Kod svih regulacija dubinskih i smjernih kormila i impulsa, drži se podignut razvodnik ulja zračnih ravnača. Višeputni pipac u zatvorenom položaju odveže se od admisionog ventila tako da sprječava prolaz petroleja i vode iz posuda. Rukom se otvori pokretna poluga. Nakon regulacije vrati se pokretna poluga u prednji položaj, poveže se poluga višeputnog pipca s admisionim ventilom i postavi poklopac komore na svoje mjesto.

### **Priprema poligona za gađanje**

Na pravcu gađanja radi kontrole brzine i otklona od smjera moraju postojati "mjerna mjesta". To su u Rijeci bile usidrene splavi (catare) na udaljenostima 1000, 2000, 3500, 4000, 6000, 8000, 10.500 m. Na splavima su se nalazili promatrači koji su zastavicom dali signal kad je torpedo prošao kroz njihovu zonu. Na splavima su postojali strujomjeri koji su mjerili komponentu struje mora okomito na liniju gađanja točnosti 1/10 čv i to na dubini 4 m. Na zgradi *Torpeda* lijevo od lansirne stanice postojalo je 5 signalnih polja za komunikaciju s promatračima. Signalna polja bila su prekrivena crnim zastorom. Ako je zastor pokrivaio polje do polovice, to je značilo jedan broj, a ako je otkrio cijelo polje, drugi broj. Tako se kombinacijom tih brojeva i njihovim položajem dobilo mnoštvo raznih komandi. Npr.:

- gađanje na 4000 m
- izmjeri struju
- priprema gađanja do...
- završena gađanja

Promatrači bi se na splavi razvezli čamcem prije gađanja. Kad je sve bilo spremno, obavilo bi se gađanje. Meta je bila desni rub tornja crkve u Brseču. Sve su splavi imale za svoj položaj i fiksne orijentire na kopnu jer su se za vrijeme većih vremenskih nepogoda znale pomaknuti iz svog položaja pa su se morale ponovno usidriti na točnu poziciju. Kad je poligon bio čist i nije bilo na pravcu gađanja nikakvih plovila, moglo se započeti gađanjem. Na promatračnici iznad lansirne stanice nalazila su se 3 kontrolna mjesta:



- mjesto za predstavnika torpeda
- mjesto za člana komisije mornarice koja preuzima torpedo i
- rezervno mjesto s dalekozorima učvršćenim i orijentiranim na desni rub tornja. Svaki kontrolor imao je štopericu koju je uputio u trenutku izlaska torpeda iz cijevi, tj. pada u more. Kontrolori su gledali dolje sa svog mjesta i pratili izlazak torpeda iz cijevi. Kad je torpedo krenuo, pratili su njegov trag na površini vode kroz dalekozore. Čim je torpedo lansiran, na signalnim poljima dan je znak promatračima na splavima. Promatrači su se tada nalazili na krovu kućice splavi i imali su podignut signalni barjačić. Kad je torpedo prošao kroz njihov pravac, oštrim pokretom barjačića dali su znak, a kontrolori su to registrirali stankom na štoperici i upisali vrijeme u izvještaj kao i očitani odklon traga torpeda lijevo ili desno od linije gađanja. Nakon toga se ponovno štoperica uputila. To se ponavljalo na svakoj sljedećom distanci. Dakle, uvijek se mjerilo vrijeme za koje je torpedo stigao na pojedinu distancu od trenutku lansiranja. Nakon što je torpedo završio svoj put, pirni mehanizmi aktivirali su zrak iz posuda u glavi, a on je istjerao vodu iz glave. Sada je torpedo dobio pozitivan uzgon i isplivao na površinu. Za slučaj da zataje, u pirnim je mehanizmima bila ugrađena membrana koja se aktivirala kad bi torpedo potonuo na 15 m i aktivirala opet izlaz zraka iz osnovnog spremnika, čime bi torpedo postao znatno lakši.

Čamac koji je čekao u blizini krajnjeg dometa prihvatio bi torpedo u tegalj i vozio do lansirne stanice. Kad je čamac imao u teglju jedan torpedo, signalni se barjačić postavio na desni bok kabine, a za dva torpeda u teglju barjačić se postavio na lijevi bok kabine. U lansirnoj stanici torpedo bi se liftom podignuo iz mora i odmah isprao slatkom vodom. Izmjerali su se ostaci zraka, vode, petroleja i ulja iz glavne uljne posude, a vizualnim pregledom ustanovilo bi se ima li još ulja u posudama zračnih ravnača i u pomoćnoj uljnoj posudi. Nakon toga provelo se “propuhivanje” torpeda; torpedo se pogonio zrakom tako da iz sebe istjera svu preostalu morsku vodu koja je prodrla u unutrašnjost pogonskog kompleksa preko osovine koja ima i funkciju ispuhovoda. Podaci o ostacima unosili su se u zapisnik. Iz pirne glave vadio se indikator dubina i nagiba i iz njega uzimao dijagram. U kontrolne zapisnike upisivale su se pojedine brzine na distancama, što se doznavalo iz posebnih knjiga s tabelama u kojima su bile izračunate brzine u čvorovima kao funkcija očitanoog vremena na štopericama. Sve se upisivalo na dvije decimale točnosti. Upisivao se i podatak o odstupanju torpeda od pravca gađanja s izračunatom korekcijom zbog djelovanja struje mora. Dijagram dubine i nagiba iz indikatora priložio se uz izvještaj.

Ako torpedo ne bi ispunio uvjete, korigirali su se elementi i gađanje se ponavljalo dok se nisu postigla po tri uzastopna uspješna gađanja na svakoj distanci. Ta su se zadnja gađanja unosila u torpednu knjigu s ostalim podacima o mjerama, težinama, tlakovima itd.

## **Završni radovi**

Nakon uspješnih gađanja torpeda se rastavlja. Svi su se dijelovi prali, ponovno montirali i konzervirali, a torpeda se ponovno kompletno montirao. Tako montiran i konzerviran pakirao se u specijalne sanduke (bez glave) i otpremao. Bojeve glave izrađivale su se i pakirale u posebne limene košuljice. Punile su se trinitrotoluolom u Lepetanama (Boka kotorska). Upaljači su se isporučivali pakirani u posebnim kutijama. Smjerni ravnač i njegov reduktor nakon ponovne regulacije konzervirali su se i pakirali u posebne kutije.

Uz torpeda se isporučivao i potreban alat za njegovo opsluživanje, pakiran u posebne kutije.

## **DODATAK**

Da ga ne prekrije prašina zaborava, u nastavku se daje detaljan tehnički opis rada dijelova torpeda s pripadnim tehničkim oznakama. Redoslijed je dan prema važnosti koje je imao u svojoj osnovnoj funkciji: oružju.

### **Upaljač (AC-00.68)**

Po dva upaljača smještena su u svaku bojevu glavu. Upaljač pri udaru torpeda u cilj izazove eksploziju naboja bojevine glave. Upaljač ima sljedeće dijelove i uređaje:

- temeljnu ploču
- paljbenu spravu
- spravu za armiranje
- kontrolnu spravu
- nosač upaljnih kapisla
- inicijalni naboj.

Temeljna ploča (AC-2a/54) kružnog je oblika i učvršćena u otvor okučja kao njegovo dno. Izvana uz obod ploče ramenica ima žljeb za brtvu i s unutarnje strane ojačanje za klin AC-36/54 koji osigurava točan položaj temeljne ploče u kućištu. Temeljna ploča u svom centralnom izdanku nosi nosač udarnih igala koje su pod djelovanjem sile opruge. Pri okretanju propelice AC-9/54 i okretanju osovine AC-44/54 preko puža okreće se pužno kolo br. AC-23/54. To kolo vrti vreteno AC-12/54 koje se radi navoja izvlači iz košuljice AC-8/54. Na taj način udarne igle izlaze izvan udubljenja u košuljici AC-8/54. Tim okretanjem i spuštanjem vretena, vreteno izlazi iz otvora u utegu AC-3/54. Uteg AC-3/54 svornjacima V-21 zavješten je na prsten AC-4/54. Prsten se može zakrenuti oko svornjaka V-123a, ali u suprotnoj ravnini od ravnine u kojoj je zavješten uteg. Dakle, uteg se može pomaknuti prema naprijed i svojim lijevim krakom pritisnuti oprugu M-72. U slučaju bočnog zakretanja utega sabija se opruga M-109 radi zakretanja prstena

AC-4/54. Ta je opruga manje sile tako da za bočno pomicanje utega treba manja inercija utega. To pomicanje utega naprijed, odnosno bočno, oslobađa dvokraku polugu AC-5/54 koja pri tom pomaku oslobađa polugu AC-6/54. Nakon što se poluga AC-6/54 pomakne udesno, njezin nos izlazi iz utora i sada ima slobodan izlaz košuljica udarnih opruga koje pod djelovanjem sabijene sile opruge M-108a udare po kapislama smještenim u nosač kapisla AC-16/54. One zatim zapale detonator smješten u košuljici AC-65a/54, a on upali inicijalni naboj u kućici AC-34a/54.

Kad su udarne igle uvučene u košuljici, a vreteno AC-12/54 ulazi u utor utega, upaljač je potpuno blokiran. Okretanjem trokake propelice on se "armira", a to se aktiviranje prati na kontrolnoj spravi i može se vidjeti kroz prozorčić na vrhu upaljača kroz staklo AC-43/54. Kad je upaljač armiran, pokazuje indikator AC-31/54 koji skoči pod prozorčić.

Osovina propelice ima u svom provrtu smješten stap koji pod pritiskom opruge tjera iz njezina središnjeg dijela kroz rupice vazelin i podmazuje osovinu. Toj opruzi potpomaže i tlak morske vode koja kroz rupicu na čepu ulazi i potiskuje stap.

Kad torpedo udari o cilj čelom ili bokom, uteg se zbog inercije zakrene unaprijed odnosno bočno lijevo-desno i oslobodi dvokraku polugu, a ona polugu AC-6/54 te udarna opruga potisne vodilicu AC-8/54 udarnim iglama koje obave funkciju upaljivanja.

### **Spremnik zraka i vode (SB-00.68)**

Spremnik zraka i vode izrađen je iz čelične cijevi cilindričnog oblika zatvoren sprijeda poklopcem SB-04/68, a straga poklopcem (SB-06/68). Poklopac SB-07/68 čini s poklopcem SB-06/68 vodnu komoru. Sva su tri poklopca sferičnog oblika, a kroz dva stražnja prolazi cijev za ulaz i izlaz zraka u spremnik. Spremnik ima ojačanje na koje se pričvršćuje vodilica torpeda. U vodnu komoru ulazi cijev za zrak s priključkom B-70 i cijev za izlaz vode s priključkom B-71. Spremnik je iznutra presvučen slojem kositra radi zaštite od korozije. Voda se ulijeva u komoru kroz čep na vrhu spremnika, a izlazi kroz čep koji ujedno služi i kao filter i kao ispušni otvor iz komore. Na kraju zračnog spremnika iza poklopca vodne komore zakovan je plašt dubinsko-strojne komore.

### **Dubinsko-strojna komora (01.CR-00.68)**

Plašt je izrađen iz lima i na sebi nosi dva prstena – pregradni prsten 01.CR-05a/68 i spojni prsten CR-02/68. Pregradni prsten komoru dijeli na dva dijela:

- dio petrolejskih posuda i dubinskog aparata i
- dio u koji se smjestio pogonski kompleks (cilindri stroja s razgrijačem, admisionim ventilom, zračnim ravnačima ...)

Na njemu je zakovana i grupa ventila (ventil punjenja, zatvorni i nepovratni ventil, grupa priključaka petrolejskih posuda i indikator dubine). Kroz pregradni prsten prolaze priključci za zrak, vodu i petrolej B-63, B-62. Komora ima poklopac 01.CR-07/68 kroz koji se obavljaju potrebne radnje za opsluživanje pogonskog kompleksa. Komora se spaja s repom torpeda pomoću vijaka V-347.

### **Petrolejske posude (01.VP-00.68)**

Kruškolikog su oblika izrađene iz lima od mjedi, imaju priključke za punjenje petroleja i priključke za odvod petroleja u donjem dijelu. Zajednički odvod B-2 na vrhu kućice koja je također zakovana za plašt komore. U gornjem dijelu posude imaju priključak za ulaz zraka koji tlači petrolej donjim otvorima preko filtra i priključka B-2 kroz cijevi prema pogonskom kompleksu. Ispust petroleja može se obaviti odvrtanjem čepa VP-17/68.

### **Grupa ventila (CC-00.68)**

Grupa ventila sastoji se od tri ventila: ventila punjenja, zatvornog i nepovratnog ventila. Njihova su kućišta učvršćena vijcima i zalemljena na plašt komore. Kroz ventil punjenja čije je tijelo CC-01/68, puni se zrak u spremnik. Skidanjem čepa CC-07/68 s pladnjem CC-08/68, na njegovo se mjesto postavi specijalni priključak i puni zrakom kroz međucijev CC-03/68 i otvoren zatvorni ventil pomoću vretena CC-13/68. Zrak struji kroz sabirnu cijev u spremnik. Nakon što se spremnik napunio zrakom, zatvori se ventil CC-15/68 okretanjem vretena CC.13/68, skine priključak za punjenje i na mjesto postavi čep CC-07/68. Protustrujni ventil CC-10/68 sprječava izlaz zraka kroz ventil punjenja kod otvorenog zatvornog ventila. Prostor iznad pladnja CC-15/68 spojen je prostorom ispod pladnja nepovratnog ventila CC-18/68. Nepovratni ventil sprječava da se nakon izlaska zraka iz spremnika kroz vodove ne puni spremnik morskom vodom. U slučaju da se zrak iz spremnika mora ispustiti, to se obavi tako da se otvori zatvorni ventil, a umjesto čepa CC-07/68 postavi se priključak s izdankom koji potisne protustrujni ventil CC-10/68 i tako omogućiti izlaz zraka.

### **Admisioni ventil (VI-00.68)**

Admisioni ventil smješten je u strojnoj komori i pričvršćen na komoru izgaranja, a spojen je s glavnim zračnim vodom na nepovratni ventil grupe ventila. Glavne su mu grupe:

- upusni ventil i
- tempirna sprava.

Upusni ventil služi da u trenutku prekretanja pokretne poluge (što se događa pri prolazu torpeda kroz lansirnu cijev) otvori prolaz zraku do zračnog ravnača i ostalih potrošača zraka. Ventil se mora naglo otvoriti, što se postiže tako da se preketom poluge VI-39/68 podigne spojnica VI-41/68 koja zakrene polugu

VI-09/68, a ona svojim nosom podigne stapalo VI-68. Stapalo otvori ventilić VI-04/68 i ispusti zrak što je kroz rupicu u stapalu VI-03/68 dolazio u prostor iznad stapala i čvrsto ga pritiskao na sjedište. Pomakom ventilića VI-04/68 zrak prostruji kroz donje otvore na stapalu VI-03/68 i padne pritisak zraka iznad stapala. Budući da je površina na koju djeluje zrak u donjem dijelu stapala pod većim pritiskom, ventil se naglo otvori i oslobodi izlaz zraka prema zračnom ravnaču. Dok je stapalo ventila otvoreno, zrak slobodno prolazi kroz ventil. U slučaju povratka poluge VI-39/68 u zatvoreni položaj, stapalo VI-06/68 oslobađa ventilić i sada se ponovno kroz rupicu puni zrak iznad stapala VI-03/68 koji zbog djelovanja opruge i pritiska zraka ponovno zatvara prolaz zraka. Taj se proces zatvaranja može obaviti i preko tempirne sprave koja je sastavni dio admisionog ventila. Tempirna sprava sastoji se od pužnog kola u čijem je donjem dijelu postavljena frikciona ploča 01.VI-17/68. U frikcionoj ploči izbušena je jedna rupa u koju može upasti trn podizača VI-15/68 kad se ta rupa poklopi s trnom. Okretanje frikционе ploče pužnim kolom dobiva se preko pogonskog vretena koji okreće osovina pumpe morske vode. Na frikcionu ploču usađeno je vreteno koje na vrhu ima kazaljku. Kad kazaljka pokazuje nulu, rupica je na frikcionoj ploči iznad trna spojnice VI-15/68. Na ploči VI-24a/68 ugravirane su oznake dometa torpeda. Zakretanjem vretena kazaljkom, rupa se u frikcionoj ploči odmiče ili primiče k trnu podizača VI-15/68. Budući da je domet torpeda točno određen brojem okretaja osovine, može se registrirati kutom i oznakama na samoj ploči VI-24a/68. Pri zakretanju poluge VI-39/68, trn podizača gurne frikcionu ploču u samo pužno kolo i s njim se zajedno okreće pri okretanju pogonskog sustava.

### **Zračni ravnač (RP-00.68)**

Zračni ravnač ili reduktor pritiska zraka ima zadatak osigurati u komori izgaranja točno određeni pritisak, bez obzira na pritisak zraka u spremniku koji tijekom trošenja pada. Ima dva stupnja gdje mu je izlaz (niži stupanj) u funkciji pritiska opruge. Ta sila opruge može se mijenjati s veličinom njezina stiskanja. Kako su za slučaj opisivanog torpeda moguće tri brzine, zračni ravnač ima spravu za postavljanje tih brzina. I visokotlačni i niskotlačni ravnač su u zajedničkom kućištu. Visokotlačni dio zračnog ravnača sastoji se od ventila RP-06/68 koji je s košuljicom RP-43/68 preko motke RP-28/68 spojen na donji klip s košuljicom RP-44/68, u koji ulazi opruga M-136/68, a sve je zatvoreno čepom RP-09/68. Opruga stalno drži otvoren ventil RP-06/68. S gornje strane čep RP-05/68 ograničava hod ventila RP-06/68. Niskotlačni dio sastoji se od ventila RP-11/68 s košuljicom RP-46/68. Donji dio ventila zatvoren je spojnicom RP-50/68 kroz koju prolazi spojna motka RP-50/68 i veže spojnicom RP-27/68 donje stapalo RP-14/68. Košuljice RP-45/68 i RP-46/68 istog su promjera i ubrušene u kućište. Stapalo RP-14/68 svojim kuglastim izdankom preko šesirića RP-16/68 pritišće na oprugu M-236. U donjem dijelu opruga leži u čašici RP-33/68 u čijoj se bazi nalazi stožasti izdanak RP-34/68. On se oslanja na regulacijski vijak 01.RP-40/68. S gornje strane ventil RP-11/68 zatvara čep RP-10/68 oprugom M-212. Opruga i

čašica smještene su u spojnu cijev RP-19/68 koja na svom donjem dijelu nosi prirubnicu postavljača brzine. Donji dio postavljača brzine smješten je asimetrično na spojnu cijev RP-19/68 i u sebi nosi pužno kolo u kojem su uvijena tri regulacijska vijka – 01.RP-39/68, 01.RP-40/68, 01.RP-75/68. Čašicu opruge podižu dvije opruge M-221 tako da se vijci ne sudaraju sa stožastim izdankom pri postavljanju brzine. Ulaskom ulja pod pritiskom iz uljnih posuda 01.RP-02/68 zbog ulaska zraka u prostor ulja preko provrta, a kroz gušnik RP-03/68, ventil RP-11/68 i stapalo RP-14/68 razmaknu se međusobno koliko dopušta spojnica RP-26/68 i sada djeluju kao čvrsto tijelo. Opruga se sabije jer se stožasti izdanak oslanja na čelo vijka koji određuje donji položaj opruge, a ventil na čep koji određuje maksimalni gornji položaj. Ta sila opruge mora odgovarati sili pritiska na gornju površinu pladnja ventila RP-11/68. Ako se pritisak poveća, ventil se zatvara, odnosno ako se smanji, ventil se otvara i tako osigurava konstantan pritisak zraka na ulazu u komoru izgaranja. Zrak ulazi u uljne komore 01.RP-02/68 i to iz srednjeg tlaka za niski tlak i iz visokog tlaka za srednji stupanj. Ulje preko odvodnih cijevi i provrta podmazuje klizne plohe. Ulje iz niskotlačnog stupnja, prije nego što dođe u prostor između klipova, dolazi na razvodnik RP-76/68. Svrha je tog razvodnika da ne propusti odmah ulje između klipova, tj. da zadrži početak rada pogonskog sustava dok torpedo ne padne u more. Zatezna sprava učvršćena na tijelo zračnih ravnača povuče razvodnik prema dolje i on oslobodi prolaz ulju između klipova, tj. dovodi u funkciju oprugu M-236. To se izvodi vremenski ili pak inercijom utega pri padu torpeda u more.

Promjena brzine torpeda, tj. promjena regulacijskih vijaka u regulacijskoj spravi, promjena gušnika koji određuju protoke petroleja i vode obavlja se sinkrono i istodobno, a sve se dobiva pri okretanju vretena RP-36/68 koje je preko zupčanika RP-60/68 povezano s kompletnim sustavom postavljanja.

### **Pneumatska zatezna sprava (01.MN-00.68)**

Sastoji se od tijela 01.MM-01/68 koje se pričvršćuje na zračni ravnač. U tijelo je uvijena posuda MM-43/68, s prednje strane zatvorena čepom. U tijelo je uvijena i košuljica MM-31/68 u koju ulazi klip MM-34/68. Klip nosi stapalo MM-34/68 u koje ulazi poluga MM-30/57. Unutarnja kuglica zahvaća stapalo, a vanjska i šesirić pod oprugom dvokrake poluge MM-32/68. Na istu osovinu s polugom MM-30/57 postavljen je uteg MM-29/57. Kada zrak kroz priključak B-53 preko gušnika MM-42/68 ispuni prostor posude, djeluje na klip MM-31/68, podigne ga gore i zakrene polugu MM-30/57. Ona zakrene dvokraku polugu MM-32/68 koja svojim drugim krakom potegne razvodnik zračnih ravnača i omogući prolaz ulja među klipove. To vrijeme dok se puni posuda do pritiska koji je u stanju prebaciti polužje mora izostatati onoliko vremena koliko je potrebno torpedu da padne u more (cca 2 do 3 s). U slučaju da zrak zbog eventualnog trenja i povećanog otpora gibanja klipa ne obavi ovu radnju, uteg će svojom inercijom pri padu torpeda u more djelovati na polugu MM-30/57 i obaviti radnju zakretanja. Sigurnost rada zatezne sprave osigurana je djelovanjem utega. Zrak zaostao u posudi uvijek se



prije lansiranja torpeda mora ispustiti preko čepa P-2a, a sam razvodnik podignuti ručno prema gore.

### **Razgrijač – komora izgaranja (01.RS-00.68)**

Smješten je između cilindara pogonskog stroja direktno uvijen u komoru ulaza plinova. Sastoji se od tijela i kape koja na sebi nosi višeputni pipac, rasprskič i pištolju. Tijelo komore u sebi ima unutrašnju košuljicu koja osigurava dobro hlađenje jer između košuljice i tijela struji rashladna voda koja ulazi preko kanala na vrhu glave. Na lijevi priključak izveden u obliku spirale ulazi zrak u komoru izgaranja iz zračnih ravnaca i kroz sapnice RS-02/68 ulazi u prostor iznad dvostruke kalote, kroz čije otvore struji u unutrašnjost komore. Kapa komore 01.RS-01/68 učvršćena je na tijelo RS-03/68 pomoću spojnice RS-04/68 na kojoj je ozubljeno pužno kolo, a u zahvatu s pužem RS-05/68 koji pokreće osovina RS-06/68. U centralni provrt kape uvija se rasprskič, a prostor se nakon uvijanja rasprskiča zatvara čepom P-23. Samo tijelo višeputnog pipca izliveno je na kapi i ima priključke za zrak, vodu i petrolej. U klipu RS-16a/68 uvijeni su gušnici RS-69/68, RS-68/68 i RS-67/68 koji su točno kalibrirani i služe za ulaz vode. Gušnici RS-17/68, RS-18/68 i RS-49/68 služe za petrolej. Oko klipa RS-16a/68 postavljena je zakretna košuljica RS-50a/68 koja se preko poluge 01.RS-64/68 sustavom polužja preko spojnice RS-61/68 zakreće istodobno kada se otvara admisioni ventil. Njezinim se zakretanjem postavljaju prolazne rupe na košuljici točno iznad rupa s gušnicima na klipu RS-16a/68 čime je omogućen slobodan prolaz goriva i vode. Pomakom udesno ili lijevo od nacrtanog dolazi drugi par gušnika na radnu poziciju, ovisno o postavljenoj brzini. Voda iz vodne komore pod pritiskom zraka koji je došao u komoru vode preko priključka B-68 na tijelu višeputnog pipca dolazi iz vodne komore preko cijevi do priključka B-60 kroz rupice filtra F-18, ulazi nakon zakretanja košuljice kroz gušnik i dolazi u prstenasti kanal na vrhu glave. Kroz rupice na spojnici RS-21/68 ulazi između košuljice i tijela komore. Spiralno kruži u tom cilindričnom prostoru, spušta se konusnim dijelom i vraća kroz cijevi RS-19/68 u prostor trokutnog presjeka već gotovo isparena. Zatim vodena para kroz pipke RS-11/68 učvršćene na konusnom dijelu košuljice izlazi preko rupica i miješa se s plinovima izgaranja. Petrolej također pod pritiskom zraka iz petrolejskih posuda dolazi na priključak B-60 i kroz gušnik ulazi u rasprskič. Gorivo preko rasprskiča već djelomično pomiješano sa zrakom ulazi u komoru gdje se s ostalim zrakom miješa i gori nakon što tu smjesu zapali pištolja. Oko rasprskiča je postavljen vijenac RS-52/68 koji na lijevom kraju ima priključak za spojnicu RS-54/68 koja odvodi jedan dio ispušnih plinova iz cilindara preko priključka RS-57/68 prema komori ispuha, a iz nje kroz unutarnju pogonsku osovinu napolje. To je dodatno sekundarno hlađenje samog razgrijača.

### **Rasprskič (PV-00.68)**

Rasprskič se sastoji od tijela PV-01/68, košuljice PV-04/68 i unutarnjeg gljivastog vretena. Gorivo dolazi u prostor između čepa kape rasprskiča i vrha rasprskiča, i

preko filtra ulazi u provrt vretena. Kroz rupice na vretenu koso bušene ulazi u prostor između košuljice i vretena. Vreteno je izbrazdano tako da na sebi ima naizmjenično postavljene izdanke koji liježu na košuljicu i prisiljavaju gorivo koje se sudara s tim izdancima da se miješa sa zrakom koji ulazi kroz bočne provrte tijela i preko rupica na košuljici dolazi u isti prostor u kojem je i gorivo. Sve skupa izmiješano struji preko prstenastog otvora između košuljice i gljivastog vretena. Tako izmiješano gorivo miješa se sa strujom glavnog zraka koji preko rupica kalota razgrijača dolazi u prostor komore.

### **Pištolja (01.PS-00.68)**

Pištolja je smještena na vrhu kape razgrijača koso, a njezin otvor gleda prema centralnoj struji plinova. Sastoji se od tijela pištolje PS-01/68 i nosača barutnih kartuča PS-02/68. U tijelu pištolje smješten je klip PS-3/54 koji opruga F-102 stalno drži u gornjem položaju. Klip preko čepa PS-10/54 drži bat PS-4/54 također u gornjem položaju. U batu su smještena dva zapornika PS-5/54 koji se svojim gornjim krajem oslanjaju na podlošku PS-6/54. Između podloške i čela klipa s unutarnje strane smještena je udarna opruga M-101c. U donjem dijelu tijela smještene su dvije udarne igle 01.PS-13/68. Kada se u nosač kartuča PS-02/68 postave kartuče, tijelo se s nosačem spoji pomoću matice PS-09/68.

Kad zrak dođe u kapu razgrijača kroz otvore bočno i vertikalne provrte u nosaču kartuča ulazi preko spojnic PS-7/54 i provrta iznad klipa PS-3/54. Kako zapornici pridržavaju bat, pritisak zraka na čelo klipa potisne ga prema dolje. Donji kraj klipa pritiska na zapornike PS-5/68 koji se uvuku u sam bat i oslobode bat u kretanju prema dolje. Pri kretanju klipa prema dolje, sabila se opruga M-101c i djelovala na bat tako da on udari po udarnim iglama 01.PS-13/68. Udarne igle pritom izvrše zapaljenje kapisla, a one barutno punjenje koje počne gorjeti i zapali se smjesa goriva petroleja i zraka u komori. Gornje smjese se održava i nakon što barutno punjenje izgori. Kad nestane zraka u prostoru iznad klipa, klip se pod djelovanjem opruga M-102 podigne prema gore i svojim čepom PS-10/54 podigne bat, a zapornici se opet rašire i zadrže bat u gornjem položaju. Upotrebljavaju se dvije kartuče kako bi, u slučaju da jedna zataji, druga mogla izvršiti zapaljenje smjese.

### **Stroj (01.MC-00.68)**

Pogonski stroj torpeda sastoji se od okučja 01.MC-01/68 na čijem su prednjem kraju učvršćeni cilindri MC-9b/68. Cilindri na svom stražnjem dijelu nose spojnicu poklopca MC-146/68 u koji je uvrnuta konična vodilica stapajice MC-96a/68. Kroz tu se vodilicu maticom MC-75/68 spaja okučje s cilindrima. S prednje strane cilindar zatvara poklopac MC-56/68 pomoću spojnice MC-55/68. Na stapajicu je vezan klip s četiri okrugla brtvena prstena. Klip MC-33/68 učvršćuje na ojnicu matica MC-35/68 osigurana rascjepkom. U donjem dijelu cilindra nalaze se sigurnosni ventili MC-10/68 pod opterećenjem opruge M-227 koja na ventile djeluje preko svojih završetaka. Stapajica je vezana na križnu glavu, a križna glava preko dvodijelnog svornjaka MC-115/68 i MC-29/68 na ojnicu 01.MC-27/68.

Okućje ima stražnji poklopac 01.MC-02/68 koji zatvara prostor koljenastih osovina i ojnice. Ojnica je velikom pesnicom vezana na dvodijelnu koljenastu osovinu čije vanjsko rame leži u koničnom ležaju, a unutarnje rame leži na svornjaku križa MC-19/68 fiksno u okućju. Svi se spojevi najlakše razabiru u nacrtu 01.MC-00.68/III. Unutarnja ramena MC-15a/68 nose konične zupčanike MC-24a/68, a oni su vezani sa svojim parovima uklinjenim na pogonskim osovinama. Bočni se otvori koljeničastih osovina zatvaraju poklopcima 01.MC-07/68 i 01.MC-07a/68. Na unutarnjoj osovini nalazi se zupčanik MC-57/68 koji je u zahvatu sa zupčanikom MC-46/68 koji pokreće osovinu razvodnika MC-44/68. Osovina razvodnika svojim ekscentrima pomiče razvodnike preko stapajica MC-40/68. Razvodnici MC-50a/68 učvršćuju se klizačima MC-51/68 na ojnice preko koničnog priključka MC-145/68 i spojnice MC-37/68. Položaj razvodnika prema otvorima regulira se zakretanjem i fiksiranjem pomoću vijka V-311. Čela otvora razvodnika zatvorena su čepovima MC-72/68 u čijem se središtu nalazi cijev MC-73/68 kroz koju se ubrizgava morska voda u sam razvodnik i na taj način hladi ispušne plinove.

Stroj je zapravo klasičan dvoradni parni stroj s unutarnjim punjenjem i cilindričnim razvodnicima. Kako su cilindri uklinjeni pod 90° i suprotno rotirajući, izlazi da su i kompaudirani. Plinovi izgaranja iz komore ulaze u prostor razvodnika i otvaraju ulaz odnosno izlaz plinova u cilindar te potiskuju klip s jedne strane, a suprotno plinovi izlaze kroz razvodnik prema prostoru koji spaja komoru ispuha s unutarnjom osovinom. Dio plinova na čelu opet s cijevi preko prstena oko razgrijača ulazi u isti prostor ispuha. Preveliki tlak u cilindrima osiguravaju sigurnosni ventili s donje strane cilindra i vanjskih strana razvodnika. Pokretanje klipa preko stapajice okreće koljeničaste osovine, a oni preko spregnutih zupčanika vrte osovine propelera. Kako je stroj visokotermički opterećen, mora se dobro podmazivati. U tu svrhu služi pomoćna uljna posuda smještena iznad cilindra koja podmazuje razvodnike pod pritiskom zraka. Glavna uljna posuda smještena je u rep torpeda i s tim uljem podmazuje sve ostale vitalne dijelove pomoću dviju zupčastih pumpa koje dobivaju pogon od unutarnje osovine propelera. Ulje se razvodi centralno preko cijevi do svih mjesta.

Svaki se stroj prije konačne ugradnje, nakon što je kompletno montiran, ispituje na probnom stolu. Tu se određuju visine regulacijskih vijaka zračnih ravnača i time određuju potrebni pritisci kao i gušnici petroleja i vode. Na probnom stolu, tj. kočnici mora se zadovoljiti postavljena udaljenost odnosno domet torpeda što korespondira s ukupnim učinjenim brojem okretaja osovina, snaga stroja i potrošnja svih zaliha vode, zraka i petroleja. Mjeri se posebno temperatura u cilindru koja ne smije prijeći određenu vrijednost. Mjeri se i temperatura ispušnih plinova. Sam se proces snima na poseban dijagram koji predstavlja ukupan moment stroja. Kako je on pulsirajući, uzima se srednja vrijednost kroz cijelo vrijeme rada i iz tog izračunava efektivna vrijednost snage. To se ponavlja za svaku brzinu sve dok se ne postignu propisane vrijednosti. Nakon toga se stroj rastavlja i čisti, ponovo montira i sastavlja kompletan torpedo a pri lansiranju se te veličine moraju potvrditi, tj. torpedo mora zadovoljiti u plovidbi svoje karakteristike.

**Pumpa za vodu i ulje (PM-00.68)**

Pričvršćena je na okučje stroja i dobiva pogon preko zupčanika PM-13/68 koji je u zahvatu sa zupčanicom na unutarnjoj osovini stroja. On pokreće centralnu osovinu PM-44/68, a ona preko puža i pužnog kola osovinu PM-49/68. Na osovini su uklinjeni zupčanci PM-52/68 u zahvatu sa slobodnim zupčanicima PM-53/68. Oni pak čine dvije zupčaste pumpe u koje ulazi ulje preko cijevi s lijeve strane nacrta, a izlazi kroz cijevi na desnoj strani nacrta. Osovina PM-44/68 zaštićena je s cijevi PM-16/68 u čiji nastavak PM-15/68 ulazi osovina PM-34/68 koja pogoni zupčanic PM-35/68. Zupčanic PM-35/68 je u zahvatu sa zupčanicima PM-37/68 što preko osovina PM-36/68 pokreće zupčanicke PM-05/68. Oni su u zahvatu sa slobodnim zupčanicima PM-04/68 uležištenim u svornjacima PM-08/68. Time se tvore dvije zupčaste pumpe za morsku vodu, koje imaju usis preko cijevi PM-41/68 i PM-30/68 na čijim su vrhovima filtri F-28. Zupčanci su smješteni u kućištu pumpe PM-01/68 koji zatvara poklopac PM-02/68. Kroz poklopac PM-02/68 prolazi kraj osovine PM-34/68 na čijem se čelu nalazi pužni vijak PM-18/68 u zahvatu s pužnim kolom PM-19/68. Ono pak zakreće osovinu PM-38/68 i preko spojnice PM-39/68 vrti osovinu PM-22/68, a ona preko pužnog vijka i kola pokreće tempirnu spravu admisionog ventila. Na poklopcu PM-02/68 su dva priključka za izlaz morske vode koja se vodi u razvodnike stroja.

Ulje se razvodi iz pumpi na potrebna mjesta za podmazivanje kliznih i rotacijskih dijelova stroja kroz sustav cjevovoda.

**Stražnji dio (01.PP-00/68)**

Stražnji dio torpeda čini plašt paraboličnog oblika na čijem je prednjem kraju spojna prirubnica PP-03a/68. Na tu se prirubnicu vijcima i maticama učvršćuje prirubnica okučja stroja tako da cilindri s razgrijačem i ostalim elementima ulaze u strojnu komoru, a okučje stroja cijevima u stražnji dio. Na plašt 01.PP-01a/68 učvršćeni su ostali elementi: kućica pokretne poluge, nosači uljne posude s uljnom posudom, nosač smjernog ravnača i sprave kružnoga gađanja, polužje za kormilarenje po dubini i pravcu, stražnji konus s priključcima za učvršćenje peraja. S donje strane plašta nalazi se okučje poklopca kroz čiji se otvor ulazi u unutrašnjost prostora stražnjeg dijela. Plašt 01.PP-01a/68 izrađen je od čeličnog lima i iznutra ojačan prstenima. Prsten PP-09/68 svojim bočnim stranama ima i nosače za kućište mašine. Ostali prsteni služe samo za ukrućenje profila. Spojna prirubnica PP-03a/68 izlivena je iz bronce, a na plašt pričvršćena vijcima čije su glavice raskovane. Na plašt su zakovani na isti način i kućica pokretne poluge i nosači smjernog ravnača PP-96a/68, PP-95/68, nosač polužja PP-98/68, stražnji konus PP-05a/68, nosači peraja PP-95/68 i PP-94/68. Unutrašnjost je plašta kalajem zaštićena od korozije.

U kućici pokretne poluge PP-34b/68 smještena je pokretna poluga PP-40/68 i uležištena je u donjem dijelu kućice, a spojena je ušicom na spojnicu PP-45/68. Spojnica je preko cijevi PP-47/68 zakovana na glavu PP-48/68 koja se vijkom V-308

veže na spojnicu PP-92/57 što zahvaća u polugu admisionog ventila. Sve je zaštićeno s cijevi PP-35/68 učvršćenom na spojnu prirubnicu i kućicu pokretne poluge. U pokretnoj poluzi PP-40/68 nalazi se klip PP-41/68 sa zapornicom PP-42/68 koja ulazi u zupčasti segment PP-38/68. Klip PP-41/68 je pod pritiskom opruge M-25 koja pritišće klip sa zapornicom i ne dopušta slobodan povrat pokretne poluge u gornji položaj. Pokretna se poluga prebaci u donji položaj u trenutku izbacivanja torpeda iz cijevi, što osigurava spušten pokretni svornjak u lansirnoj cijevi za koji zapne poluga pri kretanju torpeda. Pri pripremi torpeda za gađanje mora se ručno pokrenuti pokretna poluga, a to se izvodi umetanjem trna u provrt pokretne poluge. Za zatvaranje pokretne poluge tim se trnom potisne svornjak PP-41/68 prema dolje i obavi zatvaranje pokretne poluge. Poklopac PP-102/68 zatvara otvor na prirubnici PP-101/68 pomoću stremena PP-104/68 i vijka PP-105/68. Poklopac u svom obodu ima gumenu brtvu G-106a. Stremen je u obliku slova X pa se lako uvuče kroz otvor, postavi na obod kućice i zakrene u svoja ležišta prije postavljanja poklopca. Poklopac u točnom položaju osigurava vijak V-329. Poklopac PP-102/68 je iz brončanog odljeva, a na sebi nosi plašt 01.PP-103/68 iz čeličnog lima koji odgovara obliku onog dijela plašta. Kroz poklopac se montira na mjesto smjerni ravnač, reduktor pritiska smjernog ravnaca, sprava kružnog gađanja i vrši regulacija poluzja dubine i smjera. Poluzje za kormilarenje po dubini sastoji se od motke PP-51/68 s priključcima PP-52/68 i PP-16/68, motke PP-15/68 na čijem je lijevom kraju regulacijska matica PP-54/68, a na desnom spojna vilica PP-18/68 koja se spaja na kutnu polugu u križu. Motka PP-15/68 prolazi kroz zaštitnu cijev PP-19a/68 koja je učvršćena u stražnjem konusu i kućici brtve PP-13/68. Kućicu brtve nosi nosač PP-11a/68. Brtvu iz lojne pletenice G-605 pritišće šupernica PP-14/68. Spojnica PP-62/68 veže se svornjakom na klip servomotora dubinskih kormila. Poluzje smjernog ravnaca tj. poluzje za kormilarenje po pravcu sastoji se iz motke PP-97a/68 na čijoj je lijevoj strani regulacijska matica PP-54/54, a na desnoj strani preko spojnice PP-85/68 spojena na dvokraku polugu PP-99/68 postavljenu na nosač PP-98/68. Drugi kraj dvokrake poluge preko spojnice je vezan na motku PP-22a/68 što prolazi kroz donji dio stražnjeg konusa, a spojnicom PP-28/68 vezana je za polugu križa. Brtljenje motke PP-22a/68 obavlja se brtvom G-605 i šupernicom PP-06/68. Na prednjem kraju spojnog prstena PP-03a/68 uvijen je priključak B-61 kroz koji prolazi zrak prema smjernom ravnaču. Kroz kose otvore na prirubnici pomoću vijaka spaja se stražnji dio s komorom, a pomoću vijaka V-347 spaja se križ.

### **Uljna posuda (VO-00.68)**

Uljna posuda cilindričnog je oblika, na krajevima zatvorena polukuglastim poklopcima. U donjem dijelu je pričvršćena preko nosača VO-02/68 zakovanog za plašt pomoću spojnice VO-09/68 koju zatvara čep P-3a. Na gornjem dijelu posuda je pričvršćena preko uljevne cijevi VO-08a/68 koja se brtvi u kućici VO-03a/68 brtvom G-605 i šuparnicom VO-10/68, a zatvara čepom P-14a. U posudu ulazi zrak pod pritiskom preko kutnog priključka VO-14/68, a ulje izlazi kroz odvodnu cijev VO-12/68 i priključka B-60 prema pumpama za ulje. Čep P-3a služi i za ispušt ulja iz posude.

**Sigurnosni ventil (VS-00.68)**

U komori vode na spremniku postavljen je sigurnosni ventil koji ograničava previsoki pritisak zraka u komori vode. Sastoji se od tijela VS-29/68, ventila VS-2a/54 pod oprugom M-123. Napon opruge regulira se maticom D-91, a sve skupa zatvara se kućicom filtra VS-7/54. Sigurnosni ventil komore dubinskog aparata i stražnjeg dijela sastoji se od kućice VS-04/68, ventila VS-5/54 pod oprugom M-223. Pritisak otvaranja regulira se maticom D-91. Filtar se uvrće u nosač VS-03/68 zakovan za plašt stražnjeg dijela odnosno komore. Nepovratni ventil smjernog ravnača i zatezne sprave sastoji se od kućišta VS-18/68 koje je diferencijalnom maticom D-60 učvršćeno na kućište reduktora pritiska (zračnih ravnača). Na sebi ima dva izvoda u čije su utore smješteni ventili VS-19/54 pod oprugama M-50. Kroz priključke VS-20/68 i VS-22/68 zrak odlazi prema smjernom ravnaču odnosno zateznoj spravi. Opruge se reguliraju tako da ventili moraju otvoriti prolaz zraku kod određenog pritiska ( $9-11 \text{ kp/cm}^2$ ) što osigurava nagli impuls zračnom ravnaču odnosno zateznoj spravi. Nepovratni ventil za uljnu posudu služi samo da osigura jedan smjer strujanja zraka. Sastoji se od tijela VS-23/68, priključka VS-25/68, brtvene pločice VS-24/57 pod oprugom M-141.

**Križ s propelerima (AR-00.68)**

Sastoji se od križa kojim praktički završava torpedo AR-02/68, prednjeg konusa AR-01/68, vertikalne peraje AR-21/68 i AR-20b/68 te horizontalne peraje AR-18/68. Peraje su zakovane u kanale prednjeg konusa, a vodilicama AR-10/68, AR-15/68 i AR-16/68 te AR-13b/68 i AR-14b/68 zakovan je križ s perajama. Križ na sebi nosi dubinska (velika) kormila AR-26a/68 i smjerna kormila AR-32b/68 i AR-30b/68. Donje vertikalno kormilo manje je površine u odnosu na gornje. Pogon dubinskih kormila dolazi preko kutne poluge AR-22/68 koja preko rašljaste poluge AR-24/68 pokreće kormila preko dvokrake poluge AR-25/68. Smjerna se kormila pokreću preko dvokrake poluge AR-27/68 koja povlači polugu AR-28/68, a ona izdanak na donjem kormilu AR-30b/68. Kormila su uklinjena na prsten AR-31/68 i zajedno se zakreću. Zakretom poluge AR-27/68 udesno, smjerna kormila zakreću se ulijevo s obzirom na smjer gibanja torpeda. U prostor između prednjeg konusa i križa smješteni su propeleri.

**Propeleri (01.EL-00.68)**

Propeleri su od čeličnog otkivka, navučeni na svoje glavčine 01.EL-01a/68 i 01.EL-02/68 od bronce. Spoj propelera i glavčine izveden je pomoću klinova EL-03/68. Sile potiska od propelera prenose se na tijelo torpeda preko kugličnih ležajeva od kojih je prednji čisto aksijalni, a stražnji radijalno aksijalni. Propeleri se na osovine osiguravaju posebnom cijevi koja na svom kraju ima narezanu maticu. Propeleri su četverokrilni. Prednji propeler je desni, a stražnji lijevi. Korak propelera iznosi 1100 mm. Propeleri moraju jednak zakretni moment. Katkad se dogodi i različit moment, posljedica čega je vožnja torpeda s nagibom. To se ispravlja skidanjem materijala po obodu krila jačeg propelera. Sam nagib registrira se na indikatoru pri kolaudacijskom lansiranju torpeda.



## **KORMILARENJE PO DUBINI I PRAVCU**

### **Kormilarenje po dubini**

Kormilarenje po dubini postiže se djelovanjem dubinskog aparata koji pomiče razvodnik servomotora dubinskih kormila, a servomotor preko polužja pomiče horizontalna ili dubinska kormila torpeda smještenih na križu.

### **Dubinski aparat (01.AI-00a.68)**

Dubinski aparat učvršćen je na pribudnicu koja dijeli komoru na dva dijela. Sastoji se od kućišta 01.AI-01a/68 u kojem su smješteni njihalo 01.AI-04/68 s utegom AI-09/68. Njihalo je ovješeno na svornjake AI-17/68. Na njihalo je ekscentrično ovješeno tanjurić membrane AI-25/54 s rašljama. Membrana je između tanjurića i podloške 01.AI-22/68 pritisnuta maticom D-39 pomoću svornjaka AI-21/68. Na gornjem središnjem dijelu kućišta uvijena je spojnica AI-29/68 kroz koju je svornjakom AI-28/54 pričvršćena dvokraka poluga AI-27/54. Donji krak poluge AI-27/54 se preko trna AI-21/68 oslanja na spojnicu 01.AI-21/68, a gornji krak dvokrake poluge preko spojnice AI-30/68 vezan je na oprugu M-154a. Njihalo dakle pomiče membranu lijevo i desno pri svojim oscilacijama, a opruga samo gura membranu prema van odnosno udesno. Maksimalni hodovi membrane reguliraju se na njihalu vijcima V-424 i V-423, a njihaji se ublažavaju amortizerima AI-13/68 i AI-15/54 s oprugama M-153. Slika je vidljiva u utegu AI-09/68. Opruga M-154a je u donjem dijelu uhvaćena u košuljicu s narezom M-31/68. Košuljica se okretanjem pužnog kola AI-33/68 pomiče prema dolje i na taj način razvlači oprugu. Kako se opruga razvlači do 70 mm, gubi svoju linearnu karakteristiku što se ispravlja pomoću opruge M-170a. Samo gibanje membrane prenosi se preko sustava polužja koje se sastoji od osovine AI-47/68 uležištene u vijcima AI-45/68. Vijci AI-45/68 uvrnuti su u nosače AI-71/68. Poluga AI-48/68 uklinjena je na osovinu AI-47/68 i preko vijaka AI-43/54 vezana za spojnicu AI-42/54. Poluga AI-48/68 elastično je vezana na poluge AI-49/68 i AI-50/68 koje spajaju vijkom V-309 kompletno polužje na razvodnik servomotora. Kućište 01.AI-01/a/68 zatvara se poklopcem AI-02a/68. Membrana dubinskog aparata G-103 u ravnoteži je pritiska vode s desne strane i sile opruge s lijeve strane preko dvokrake poluge. Dakle, sila opruge određuje dubinu na kojoj će torpedo ploviti. Ta se dubina postiže okretanjem pužnog kola AI-33/68 smještenog u kućištu AI-35/68, a u zahvatu je s pužnim vijkom AI-36/68 uklinjenom na osovinu AI-37a/68. Na osovinu je uklinjen zupčanik koji svojim parom pripada grupi regulacije dubine. Svaki pomak membrane od utega, tj. njihala koji je izazvan promjenom položaja horizontalne osi torpeda djeluje na membranu tako da ona svojim pomakom preko polužja djeluje na razvodnik servomotora, a servomotor preko svojih motki ispravlja položaj torpeda dubinskim kormilima.

Promjena dubine izaziva i pomak membrane, što opet dovodi do pomaka razvodnika servomotora, a servomotor pomiče kormila. Zahvaljujući toj kombinaciji utega i membrane torpeda plovi gotovo u pravcu po dubini.

**Uređaj za postavljanje dubine (RI-00.68)**

Smješten je u komori dubinskog aparata, a sastoji se od kućice RI-10/68 zakovane na plašt u kojoj je smješteno vreteno RI-06/68 spojeno vretenom RI-03/68 pomoću spojnice RI-05/68 i RI-4/54. Vreteno RI-03/68 ima uklinjen zupčanik RI-02/68, a koji je u zahvatu sa zupčanikom RI-01/68. Zupčanik RI-01/68 pokreće osovinu što zakreće preko puža pužno kolo koje napinje oprugu dubinskog aparata. Na vretenu RI-06/68 izglođan je vijčajni zupčanik u zahvatu sa svojim parom na osovini RI-13a/54 što na drugom kraju nosi pužni vijak u zahvatu s pužnim kolom na indikatoru dubine RI-11a/68. Na indikatoru su ugravirane brojke od 0 do 14 m dubine koje se mogu postaviti na dubinskom aparatu. Postavljena dubina očitava se na otvoru kroz poklopčić RI-14/68 (za svaka dva okretaja vretena RI-06/68, dubina se povećava za 1 m).

U nekim izvedbama torpeda postoji mogućnost postavljanja dubine pomoću zupčanika koji je smješten na plaštu stražnjeg dijela (grupa RG).

**Kormilni stroj – servomotor dubinskih kormila (01.SM-00-68)**

Smješten je na prirubnici okučja stroja, a funkcija mu je da prenese pomake dubinskog aparata do kormila. Sastoji se od tijela SM-01/68 u kojem je ubrušen klip SM-08/68. Prostor kućišta s prednje je strane zatvoren čepom SM-06/68, a produžeci klipa prolaze kroz čep i kroz stražnji brtveni prostor. U samom klipu ubrušen je razvodnik SM-12/68. Razvodnik razvodi zrak s lijeve i desne strane klipa svojim pomicanjem koje dobiva od dubinskog aparata. S desne je strane na osovinu klipa uvijena spojnica SM-09/68 koja se svornjakom veže za motku sustava polužja. S lijeve strane razvodnik ima spojnicu SM-13/54 koja se sustavom regulacijske matice SM-18/54 i poluge SM-22/68 veže na polužje dubinskog aparata. Zrak u cilindar ulazi preko priključka B-60 kroz sito F-2 u čepu SM-23/68. Taj zrak ispunjava lijevi kanal u klipu i kroz provrt klipa dolazi u unutarnji prostor razvodnika. Pomakom razvodnika ulijevo iz središnjeg prostora razvodnika sustavom rupa zrak se dovodi s desne strane čela klipa i putuje za razvodnikom dok se ponovno ne prekrije ulaz zraka iz razvodnika. Istodobno se sustavom rupa odvodi zrak iz lijevog prostora klipa preko otvora desno od B-60 van. Isto se događa pri pomaku razvodnika udesno. Klip uvijek prati gibanje razvodnika jer razvodnik u klipu ima vrlo mali ukupni hod (svega 1,8 mm). Kućište SM-01/68 na sebi nosi aretirnu spravu koja se sastoji od tijela SM-26/68, osovine SM-31a/68 koju opruga M-142 uvijek povlači prema desno. Na tijelo s lijeve strane postavljena je čahura SM-25/68 koja nosi stremen SM-24a/68. Stremen se svojim izdankom na vrhu naslanja na segment SM-33/68 nasađen na osovinu SM-31a/68. Na segment SM-33/68 uležišten je donji segment SM-37/68 koji se svojim donjim izdankom naslanja na stremen. Gornji i donji segment mogu se međusobno fiksirati pomoću vijka V-394 i podloške SM-40/57 koja klizi u utoru segmenta SM-33/68. Zupčani segment SM-27/54 fiksiran je na tijelo aretirne sprave SM-26/68 i u zahvatu je sa zupčanikom koji pokreće tempirnu spravu na admisionom ventilu. Na srednjem dijelu tijela aretirne sprave pod oprugom M-18 postavljen je

postavljač inicijalnog položaja koji u svom donjem dijelu ima spiralu. Zakretanjem postavljača spirala potiskuje čahuru SM-25/68, a ona stremen SM-24a/68 koji se ne može gibati i time povlači razvodnik odnosno klip SM-08/68 na položaj koji odgovara traženom položaju kormila. Kad torpedo prevali određeni put i nakon što je zupčanik na pogonu tempirne sprave obavio određeni broj okretaja, zakrenuo je zupčasti segment aretirne sprave koji je s njim u zahvatu. Zupčasti segment SM-27/54 zakrenuo je tijelo aretirne sprave SM-26/68 tako da su segmenti SM-37/68 i SM-33/68 oslobodili stremen, a on polužje od ukočenosti. Samo postavljanje vremena aretacije provodi se zakretom poluge SM-35/68 jer pritom zupčasti segment ispada iz zahvata sa svojim parom i povlačenjem na određeni položaj prema graviranom na SM-33/68 ponovno dovodi u zahvat s pogonskim zupčanikom. To se izvodi kad se torpedo priprema za gađanje i pod pritiskom zraka u servomotoru. Sam inicijalni položaj ukočenog kormila postavlja se zakretanjem postavljača inicijalnog položaja SM-28/68 lijevo odnosno desno dok kormila ne zauzmu položaj prema specijalnom graviranom kutniku koji se postavlja na peraju i križ. Maksimalni otklon kormila gore i dolje određuje hod servomotora. Ti se položaji reguliraju regulacijskom maticom u unutrašnjosti stražnjeg dijela torpeda. Srednji položaj kormila regulira se regulacijskom maticom SM-18/54 kada je torpedo u horizontalnom položaju i pri postavljenoj dubini 0 metara.

### **Kormilarenje po pravcu**

Nakon lansiranja torpedo se upravlja u svojoj zadanoj putanji tako da njegov smjerni ravnač djeluje na kormila koristeći se svojstvom žiroskopa. Putanja torpeda može biti pravac u kojem je torpedo izbačen, zatim pravac koji čini s pravcem lansiranja neki kut od  $\pm 90^\circ$  od mjesta lansiranja te vožnja u cik-cak putanji koja počinje ulijevo ili udesno nakon zadanog ravnog dijela puta.

Kormilarski uređaj po pravcu sastoji se od:

- smjernog ravnača
- reduktora pritiska
- sprave kružnog gađanja
- prenosnog polužja s kormilima
- uređaja za postavljanja kuta s indikatorom i
- uređaja za postavljanje kružnog gađanja s indikatorom.

### **Smjerni ravnač (01.SR-00.68)**

Fizikalna osnova smjernog ravnača svojstvo je rotirajućeg tijela koje zbog zahvatnog momenta tj. produkta momenta inercije rotirajućeg tijela (zvrka) i kutne brzine, osovina rotirajućeg tijela nastoji ostati paralelna sama sebi u prostoru, jer je zahvatni moment vektor – žiroskopski efekt. Uležištenjem zvrka u horizontalni prsten, a horizontalni u vertikalni prsten dobije se sustav slobode

rotacije u sve tri osi i taj sustav osigurava da osovinu zvrka uvijek može ostati sama sebi paralelna. Relativno zakretanje vertikalnog prstena i tijela smjernog ravnača koje je fiksno u torpedu koristi se za djelovanje na smjerna kormila jer pri skretanju torpeda od svog smjera, kućište smjernog ravnača se zakrene prema vertikalnom prstenu za određeni kut. Taj se zakret koristi za davanje pomaka klipu smjernog ravnača čiji se pomaci prenose na kormila. Smjerni se ravnač sastoji od tijela 01.SR-01/68 u kojem je smješten stap SR-05/68. Zvrk SR-86/68 uležišten je preko ležajeva SRGKG-87 i ležaja SRGKG-85 utisnutog u košuljicu SRGKG-84 u horizontalnom prstenu SR-82/68. Horizontalni je prsten skupa sa zvrkom uležišten u vertikalni prsten 01.SR-58/68 preko ležajeva SRGKG-83 i priključka SRGKG-77. Vertikalni je prsten uležišten u tijelu smjernog ravnača u donjem dijelu preko čahure SRGKG-19, a oslanja se na kuglicu SRGKG-20 svojim donjim osloncem 01.SR-59/68. U gornjem je dijelu uležišten preko svornjaka 01.SRGKG-74 u ležaj SRGKG-41, a ležaj je utisnut u kućište. U vertikalnom prstenu smještena je mlaznica 01.SR-64/68. Na vrhu kućišta pričvršćeno je tijelo servomotora smjernog ravnača 01.SRGKG-89. U donjem dijelu kućišta nalazi se opruga M-279 koja preko polužja i zupčastog segmenta 01.SR-11/68, tj. njegove kutne poluge drži stapalo SR-05/68 otvorenim za prolaz zraka visokog pritiska kroz provrte i mlaznicu do zvrka. Nakon što zrak (200 atp) uđe u tijelo smjernog ravnača kroz mlaznicu, postigne nadzvučnu brzinu i zarotira zvrk, kroz provrte u klipu stapa preko filtra i gušnika SRGKG-7 ulazi u komoru tijela. Nakon svega 0,34 s pritisak zraka je dovoljan da zatvori prolaz zraka prema zvrku pri čemu zakrene zupčasti segment 01.SR-11/68, a ovaj preko zupčanika s njim u zahvatu zakrene ušice 01.SR-34/68 i 01.SR-37/68 koje oslobode horizontalni i vertikalni prsten. Zakret poluge odnosno ušice 01.SR-34/68 preko spojnice 01.SR-32/68 zakrene segment SRGKG-26, a ušica 01.SR-37/68 preko poluge SR-120/68 i poluge 01.SR-118/68 podigne osovinu priključka postavljanja kuta 01.SR-127/68. Zrak niskog pritiska ulazi u gornji otvor u tijelo smjernog ravnača i kroz provrte u tijelu odlazi kroz svornjak 01.SRGKG-74, kroz cjevčicu SR-61/68 u ležaje SRGKG-77 i preko rupica mlazom još povećava broj okretaja zvrka nakon impulsa. Zatim zrak odlazi kroz osovinicu SRGKG-49 i mlaznicu SR-51/68 u cilindar kroz rupice na razvodniku SRGKG-104 koji je ubrušen u provrt. Mlaznica istodobno dovodi zrak kroz obje rupice koje su spojene s jednom i drugom stranom cilindra 01.SRGKG-89 u kojem je ubrušen klip SR-91/98. Dakle, pritisak zraka je s obje strane klipa isti i stalno istječe van kroz rupice blizu čepova. Čepovi SRGKG-96 kroz svoje centralne provrte vode stapajice SR-92/68 i SR-94/68. Stapajica SR-94/68 vezana je preko poluge 01.SRGKG-109 i spojnice 01.SRGKG-107 na sam razvodnik 01.SRGKG-103. Kad se zbog relativnog kuta vertikalnog prstena i tijela smjernog ravnača skupa s vertikalnim prstenom zakrene i pužno kolo s izdancima, izdanak na pužnom kolu zakrene viljušku SR-53/68 koja je učvršćena na osovinicu SRGKG-49 skupa s mlaznicom SR-51/68. Mlaznica sada puše više zraka u jednu rupicu i na taj način izazove razliku pritiska između komora u tijelu cilindra i klip se pomakne u stranu u kojoj se pomicala i mlaznica. To kretanje klipa preko poluge 01.SRGKG-109 povuče i razvodnik tako

da se opet postave dvije rupice ispred mlaznice i klip zadrži u novom položaju. Ako se nastavi kretanje mlaznice u istom smjeru klip opet povlači za njom i razvodnik dok ne dođu u krajnji položaj. Pri krajnjem položaju lijevo odnosno desno, samog klipa SR-91/68, preko spojnice SR-97/68 pomiče se polužje kormila koje se kontinuirano otklanja od 0 do + odnosno - maksimalnog otklona. Samo centriranje razvodnika prema viljušci u 0-tom položaju i mlaznici izvodi se pomoću pužnog vijka 01.SRGKG-121 i pužnog kola SRGKG-123 koje povlači spojnicu SRGKG-125, a s njom i razvodnik 01.SRGKG-103. Maksimalne otklone viljuške osiguravaju granični vijci 01.SRGKG-47. Pužno kolo SR-76/68 može svoja dva ekscentrična izdanka koja ulaze u utor vilice preko sustava dvostrukog puža i pužnog kola SRGKG-69 i SRGKG-72 zakretati preko spojnice SRGKG-132 i osovine 01.SR-127/68 čiji gornji četverokut ulazi u pužni vijak SRGKG-72. Na taj način se postavlja kut što ga torpedo dobije nakon lansiranja prema pravcu gađanja jer zakretanjem tijela smjernog ravnača skupa s torpedom dolazi ponovo viljuška u srednji položaj prema centralnom položaju klipa SR-91/68 kad torpedo zauzme postavljeni kut za koji se postavio izdanak SR-66/68 prije lansiranja. Niži izdanak na pužnom kolu SR-76/68 služi za vođenje torpeda u paralelnoj vožnji u gađanju cik-cak, a to se dogodi kad se tijelo ravnača skupa s torpedom okrene za 180°. Ovaj sustav djelovanja klipa na kormila je kontinuiran, tj. za manja odstupanja manji otklon kormila, a za veća – veći. Nakon što torpedo završi svoj put i dok se smanji pritisak zraka u komori iznad klipa SR-05/68, opruga M-279 potisne klip u gornji položaj. Pri tom pomaku zakrene se i segment SRGKG-26 koji šiljkom svog nosa pritisne na sroliki donji izdanak svornjaka 01.SR-59/68. To rezultira naginjanjem horizontalnog prstena dok se ne sudari s graničnikom SR-63/68. To ima za posljedicu rotaciju vertikalnog prstena najprije lijevo pa desno dok se ne dovede u osnovni položaj prema tijelu, pri čemu izdanak na segmentu SRGKG-26 ulazi u utor srolikog nastavka i omogućiti ušicama 01.SR-34/68 i 01.SR-37/68 da se zakrenu i blokiraju vertikalni i horizontalni prsten. Istodobno se ukopča osovina 01.SR-127/68 s pužnim vijkom SRGKG-72. Smjerni ravnač je ponovno ukopčan i spreman za novi impuls.

Smjerni se ravnač mora prije gađanja podesiti na probnom stolu. Uvijek se podesava da drži maksimalni domet. Učvršćuje se pritom na poseban probni stol skupa s pripadajućim redukcijским ventilom i spravom kružnoga gađanja. Na priključnu spojnicu SR-97/68 spoji se motka koja na svom kraju ima olovku koja crta dijagram kao funkciju pomaka klipa u odnosu na kut skretanja torpeda. Taj se dijagram ne smije mijenjati cijelo vrijeme rada smjernog ravnača jer u slučaju “putovanja” dijagrama i torpedo bi kretao po krivocrtnoj putanji s obzirom na smjer gađanja. To držanje kursa postiže se regulacijskom maticom SRGKG-88 koja se nalazi na jednom kraju zvrka. Položajem te matice dobije se vrlo mali moment na horizontalnom prstenu koji sa zahvatnim momentom daje precesiju vertikalnom prstenu upravo onoliko kolika je i kutna brzina rotacije Zemlje. Budući da i mlazovi zraka za održavanje stalnog pogona mogu stvoriti određeni moment, to se regulira vijcima 01.SR-135/68.

Osobito se mora paziti na ležajeve i njihove kuglice jer i prevelika odnosno premala zračnost u ležajima kao i kvaliteta njihovih kuglica mogu prouzročiti skretanje torpeda pri gađanju. Na probnom stolu se provjeravala i točnost postavljanja kuta. Najprije se postavi kut preko spojnice SRGKG-132 (vrijednost se očitava na indikatoru iznad spojnice), a nakon što je torpedo dobio impuls zakretanjem smjernog ravnača na stolu u postavljeni kut, klip se mora vratiti u 0-ti položaj. Poslije regulacije smjernog ravnača na probnom stolu, osiguračem SRGKG-134 osigura se 0-ti položaj spojnice SRGKG-132.

### **Redukcijski ventil (RD-00.68)**

Učvršćuje se na nosač smjernog ravnača i reducira dvostupanjski ulazni pritisak od 200 na 10, međutlak 30 atp. Niski tlak postiže se pod djelovanjem membrane RD-17/68 koja zatvara odnosno otvara prolaz zraku između klipa RD-12/68 i tijela ventila RD-11/68 s jedne strane, a s druge strane sili se na membrani suprotstavlja sila opruge M-277 što uvijek nastoji osloboditi prolaz zraku. Zrak visokog pritiska preko čahure za centriranje RD-19/54 ulazi u tijelo reduktora. Opruga M-278 preko klipa RD-30/68 otvara prolaz zraku i koji kroz kanal dolazi ispod membrane RD-17/68. Zrak visokog pritiska zatvara prolaz, a opruga M-278 ga otvara. Pritisak se regulira oprugom M-278. Zrak iz prostora srednjeg tlaka ulazi u prostor ispod membrane. Zrak preko provrta i čahure RD-20/54 odlazi kroz nosač u tijelo smjernog ravnača i služi za održavanje pogona zvrka i preko servomotora djelovanje na kormila. Zrak iz priključka B-76 (niski tlak) odvodi se u spravu kružnoga gađanja dok se srednji tlak također na priključku B-76 zatvara slijepom maticom.

### **Sprava za kružno gađanje (01.SKG-00.68)**

Sprava za kružno gađanje služi da se torpedo nakon određenog puta pravocrtnog gibanja počne gibati u cik-cak liniji lijevo odnosno desno. To je dakle "programator" koji torpedo praktički "prisili" da se nakon određenog vremena zakrene u polukrugu i počne voziti paralelno sa svojom ranijom putanjom. Taj ravni dio suprotnog puta održava smjerni ravnac. Nakon oko 900 m ponovno sprava kružnog gađanja zakrene torpedo opet u polukružnom putu i torpedo plovi ravno u ranijem kursu. To se nastavlja dok torpedo ne stane. Sprava za kružno gađanje djeluje preko klipa SKG-16/68 koji se nalazi u tijelu sprave 01.SKG-01/68 i vezan je preko stapajice SKG-11/68 na viljušku 01.SKG-13/68. U tu viljušku ulazi spojnica smjernog ravnača. Zrak iz nosača sprave za kružno gađanje učvršćenog na plašt stražnjeg dijela ulazi u tijelo sprave, a preko cijevi SKG-64/68 ulazi u prostor gornjeg razvodnika. Iz gornjeg razvodnika zrak ulazi u donji razvodnik gdje se posredstvom klipa SKG-06/68 razvodi cjevčicama SKG-66/68 i SKG-65/68 s jedne ili druge strane klipa SKG-16/68. Preko pogonskog vretena SKG-53/68 koje dobiva pogon od pogonskog stroja torpeda okreće se pužno kolo SKG-54/68, a ono preko pužnog vijka SKG-50/68 i pužnog kola SKG-48/68 okreće osovinu sa zupcima SKG-25/68. Osovina se nalazi u "čegrtaljci" i preko zapirala (3 kom.) SKG-22/68



zakreće pužni vijak SKG-26/68, a on pužno kolo SKG-68/68 s ekscentrom SKG-51/68 i osovinu SKG-35/68 na čijem je gornjem dijelu izglođan zupčanik. Na kvadratu osovine SKG-35/68 uklinjen je paket krivuljnih ploča. Iznad paketa krivuljnih ploča na zupčaniku SKG-36/68 uklinjena je segmentna ploča SKG-37/68. Segmentna ploča ima zadatak da preko ušice SKG-59/68 drži pomaknut gornji razvodnik i zatvoren ulaz zraka u donji razvodnik iz gornjeg razvodnika za vrijeme ravne vožnje. Ekscentar SKG-51/68 preko poluge SKG-61/68 podiže paket ploča tako da se uvijek jedna od ploča nalazi pod izdankom viljuške, a viljuška na donji razvodnik koja odgovara zadanom kruženju lijevo odnosno desno. Postavljanje kruženja obavlja se preko indikatora čija osovina ulazi u utor osovine SKG-35/68. Okretanje se slobodno izvodi jer je istog smjera koji dobiva i od pogona preko ozubljenja na osovini SKG-25/68. Kad nakon određenog puta izdanak na viljušci SKG-59/68 upadne na manji radijus ploče SKG-37/68, tj. kad ona prevali određeni kut, pod pritiskom zraka na gornjem razvodniku zrak potisne vilicu SKG-58/68 i prestruji u donji razvodnik. Donji razvodnik razvodi zrak iz srednje komore u komoru desno za slučaj kad izdanak na vilici SKG-59/68 upadne u utor krivuljne ploče i iz njega preko cijevi SKG-65/68 u prostor desno od klipa i povuče vilicu 01.SKG-13/68 u maksimalni lijevi položaj. Ovo stanje ostaje tako dugo dok se okretanjem vretena SKG-35/68 krivuljna ploča ne pomakne i razvodnik vrati u srednji položaj. Pri tom su položaju obje strane cilindra spojene s izlazom zraka i klip se vraća u srednji položaj. Kad na krivuljnoj ploči naiđe breg na izdanak vilice SKG-59/68 razvodnik se SKG-06/68 pomakne u krajnji lijevi položaj. Sad se događa suprotno. Zrak iz srednje komore ulazi u prednju komoru i preko cjevčice SKG-66/68 ulazi s lijeve strane klipa (vidi presjek A-A) i potisne klip u krajnji položaj desno, a on preko motke spojnicu 01.SKG-13/68. Nakon što se krivuljna ploča zakrene, a izdanak na krivuljnoj ploči opet dođe u "ravni" dio, razvodnik SKG-06/68 je u srednjem položaju i spaja lijevu i desnu komoru klipa SKG-16/68 s oduškom, a opruge M-275 vraćaju klip u srednji položaj. Srednji položaj klipa ne djeluje na polužje i torpeda plovi ravno pod djelovanjem smjernog ravnača. Lijevi ili desni krajnji položaj klipa SKG-16/68 djeluje na maksimalni otklon smjernih kormila lijevo ili desno što uzrokuje polukružne vožnje u cik-cak putanje torpeda. Sila klipa SKG-16/68 veća je od sile klipa smjernog ravnača i svladava silu za pokretanje kormila i silu klipa smjernog ravnača.

#### **Uređaj za pogon sprave kružnoga gađanja (PKG-00.68)**

U rame koljenčaste osovine stroja smješten je čep PKG-01/68 koji na vrhu ima istokaren pužni vijak. On okreće pužno kolo PKG-02/68 na osovini PKG-10/68 koja preko kardarskog prenosa okreće spojnicu PKG-05/68, a preko zupčanika PKG-03/68 okreće se osovina sprave kružnoga gađanja.

#### **Uređaj za kutno postavljanje (01.RG.00.68)**

Služi za postavljanje kuta kad je torpedo uvučen u lansirnu cijev, a to se obavlja preko zupčanika RG-56/57 koji dobiva pogon od svog para na uređaju lansirne



cijevi. Kut se može postaviti direktno okretanjem osovine RG-78/68 kad je torpeda izvan cijevi ili ako je cijev predviđena otvorom za tu svrhu. Okretanjem osovine RG-78/68 okreće se spojnica na smjernom ravnaču. Isti se pogon ostvaruje okretanjem zupčanika RG-56/57 koji okreće zupčanik RG-59a/68, a ovaj preko svoga para osovinu 01.RG-61/68 te preko koničnog para 01.RG-88/68 i kardanskog polužja preko indikatora kutnog postavljanja opet osovinu RG-78/68. Sama veličina postavljenog kuta lijevo odnosno desno registrira se na indikatoru kutnog postavljanja.

### **Indikator kutnog postavljanja (01.IKP-00.68)**

Indikator kutnog postavljanja nalazi se iznad smjernog ravnača. Sastoji se od zupčanika u međusobnom zahvatu koji prenose okretanje centralne čahure IKP-01/68 do konusa indikatora s ugraviranim brojevima. Na vrhu se nalazi tanjurić s ugraviranim brojevima 1 i 0, a u srednjem konusu ugravirani su brojevima od 1 do 0 za lijevo i desno. U donjem su konusu ugravirani brojevi od 0 do 120 lijevo i desno. Za lijevo su obojeni crveno, a za desno zeleno. Konusi se vrte različitim okretajima; jedan okret osovine s kapom IKP-13/68 odgovara 1° na smjernom ravnaču. Za 10 okretaja osovine IKP-68 okrene se bubnjić IPK-11/68 za jedan okret. Za 1 okretaj konusa IKP-11 okrene se konus IKP-08/68 za 15° što odgovara 10° kuta na smjernom ravnaču. Da ne bi pri postavljanju prešli dopušten kut, graničenje je obavljeno okretanjem ploče IKP-07/68 koja na sebi ima izdanak, a taj izdanak zakrene dvokraku polugu IKP-22. Ona svojim nosom spriječi okretanje centralne čahure IKP-01/68 jer za polugu IKP-22 zapne izdanak IKP-3 koji je učvršćen na IKP-01/68.

### **Indikator kružnoga gađanja (01.IKG-00.68)**

Indikator kružnoga gađanja s uređajem za postavljanje smješten je iznad sprave kružnoga gađanja u kućici IKG-01/68 učvršćenoj na sam plašt stražnjeg dijela. Postavljanje se može obaviti ručno preko osovine 01.IKG-02/68 koja na svom donjem dijelu nosi kardana s priključkom IKG-22/68 koji ulazi u osovinu sprave kružnoga gađanja. Može se postaviti i preko zupčanika RG-56/57 koji je uklinjen na osovini IKG-23/68 zajedno sa zupčanicom IKG-25/68. Zupčanik IKG-25/68 pokreće svoj par IKG-14/68 a on opet zupčanik (vijčani) 01.IKG-06/68 učvršćen na osovini 01.IKG-02/68. Preko zupčanika RG-56/57 postavlja se kružno gađanje na torpedu kad je lansirna cijev opremljena uređajem za kružno gađanje. Indikator kutnog postavljanja sastoji se od dva bubnjića IKG-15/68 i IKG-09/68 koji su na osovini IKG-8. Osovina je uležištena u temeljnoj ploči 01.IKG-12/68. Kad se okreće zupčanik IKG-14/68, okreće se i zupčanik IKG-13/68 u zahvatu s unutarnjim ozubljenjem bubnjića IKG-15/68. Bubnjić IKG-15/68 uklinjen je na osovini IKG-8 koja na sebi nosi zupčanik u zahvatu s međuzupčanicom IKG-10. Na taj senačin prijenos od bubnjića IKG-15/68 reducira na okretanje bubnjića IKG-09/68. Kako je samo postavljanje kružnoga gađanja u funkciji početka kružnog gađanja i smjera lijevo odnosno desno, na bubnjiću IKG-15/68 se očitava

udaljenost od mjesta lansiranja do početka kruženja, a na bubnjiću IKG-09/68 smjer kruženja lijevo odnosno desno. Pri tom se postavljanju mora paziti da na oznaku na temeljnoj ploči dođu istodobno veličina dometa prije kruženja i oznaka za kruženje. Samo je u tom slučaju postavljanje ispravno jer su pod razvodnike sprave kružnoga gađanja dovedene tempirna ploča i ploča kruženja u ispravnom položaju.

### **Uređaj za postavljanje brzine (01.RV-00.68)**

Postavljanje brzine tj. dometa torpeda obavlja se preko zupčanika RG-56/57 koji se nalazi u svojoj kućici RV-01/68 uklijen na osovinu RV-04/68. Kućica je zakovana i zalemljena na plašt stražnjeg dijela na lijevom boku (najniži zupčanik). Preko osovine RV-04/68 i kardanskih spojeva okretanje se prenosi na osovinu 01.RV-14/68. Osovina leži u nosaču 01.RV-17/68 učvršćenom na okučje stroja. Nosač 01.RV-17/68 omogućuje zahvat koničnog para zupčanika RP-57/68 čije se okretanje prenosi na osovinu RV-29/68. Nosač RV-23/68 je zakovan na plašt stražnjeg dijela i nosi brtvenicu RV-24/68 koja pomoću brtve G-605 sprječava ulaz vode iz komore u stražnji dio. Pogonsku osovinu RV-12/68 sa svim priključcima štiti zaštitna cijev RV-28/68 koja je zalemljena prednjim krajem na prirubnicu stražnjeg dijela, a desnim krajem u nosač RV-23/68. Osovina RV-29/68 okreće osovinu VI-50b/68, a ona preko zupčanika RP-58/68 i RP-55/68 vrti osovinu RP-55/68 (vidi nacрте 01.VI-00.68 i 01.RP-00.68.). Na drugom kraju osovine RP-55/68 uklinjen je zupčanik RP-55/68 u zahvatu sa svojim parom RP-60/68. Na osovini RP-36/68 u donjem dijelu uklinjen je zupčanik RP-61/68 koji svojim parom RP-13/68 pokreće preko puža pužno kolo RP-32/68 u kojem su uvijeni regulacijski vijci za pritisak zračnih ravnača. Na osovini RP-33/68 u gornjem dijelu je uklinjen puž RP-65/68 koji pokreće pužno kolo RP-66/68. To kolo na sebi nosi ekscentrično smještenu kulisu RP-69/68 koja zakreće polugu RP-67/68. Poluga RP-67/68 je preko svornjaka RP-73/68 vezana na klip višeputnog pipca i povlači ga tako da gušnici u njemu dolaze točno u svoj položaj. Na taj se način pri promjeni pritiska na zračnim ravnačima istodobno mijenjaju i gušnici koji određuju protoke goriva (petroleja) i vode. Na poluzi RP-67/68 učvršćena je kazaljka RP-68/68 što svojim jezičkom pokazuje na koju je brzinu torpedo tempiran.

Brzina tj. domet torpeda može se mijenjati dok je torpedo u lansirnoj cijevi preko uređaja koji posjeduje lansirna cijev. Ta promjena ovisi o taktičkim situacijama pri gađanju. Moguće je mijenjati i kut pod kojim će torpedo ploviti, tj. postavljanje kuta na smjernom ravnaču. Dubina redovito pri gađanju nije tako često promjenljiva i najčešće se gađa na dubini od 4 m. Kružno gađanje se također može mijenjati kontinuirano u torpednoj cijevi i ima opravdanja samo za srednju i najmanju brzinu. Pri velikim brzinama tj. kratkim dometima kruženje bi samo moglo uzrokovati da torpedo skrene upravo pred ciljem.

**Tehnički podaci torpeda TR - 53/IV**

Kalibar torpeda	533,4 mm
Dužina torpeda	6840 mm
Težina ratno spremnog torpeda	1573 kg
Težina praznog torpeda bez glave	1114 kg
Brzina torpeda na 3000 m	50čv.
na 6000 m	40 čv.
na 10500 m	30 čv.
Dopušteno odstupanje od linije gađanja	± 1%

**Bojeva glava**

Dužina bojeve glave	1300 mm
Težina bojeve glave	366 kg
Težina eksploziva	278 kg
Težina upaljača	3,5 kg
Težina indicijalnog naboja	1 kg

**Zračni spremnik**

Dužina plašta	2830 mm
Debljina plašta zračnog spremnika	11,3 mm
Debljina plašta vodne komore	5,5 mm
Zapremina zračnog spremnika	544 lit.
Zapremina vodne komore	48 lit.
Težina zraka u spremniku pri 200 atp i 17 °C	126,5 kg

**Komora**

Dužina plašta	713 mm
Zapremina petrolejskih posuda	14,5 lit.
Zapremina pomoćne uljne posude	1 lit.

**Stražnji dio torpeda**

Dužina stražnjeg dijela	1450 mm
Dužina križa torpeda	550 mm
Dužina stražnjeg dijela s križem	2000 mm

**Stroj**

Promjer cilindra	142 mm
Hod stapa	150 mm
Promjer razvodnika	58 mm
Hod razvodnika	44 mm
Punjenje	61% pokrovna strana 56% osovinska strana
Snaga stroja pri brzini:	50 čv.      40čv.      30čv.
	450 KS      235 KS      92 KS
Broj okretaja o/min	1420      1150      860
Pritisak zraka na ulazu u razgrijač	31 kp/cm <sup>2</sup> 18 kp/cm <sup>2</sup> 11 kp/cm <sup>2</sup>
Aktiviranje pištolje pri pritisku od	6 kg/cm <sup>2</sup>

### Sažetak

## TEHNIČKI DOSEG ZADNJIH MEHANIČKIH TORPEDA KOJI SU SAGRAĐENI U TVORNICI TORPEDA U RIJECI

Mirko Rupert i Dinko Zorović

Od svojih prvih početaka torpedo je imao izniman tehnički napredak koji treba zahvaliti konstruktorima L. B. Luppisu i R. Whiteheadu u prvom redu, ali i mnogim drugima, od pneumatskog stroja vrlo visokog učinka s komprimiranim zrakom, nakon toga s dodatkom petroleja kako bi se povećao volumen radnog medija pa konačno dodatkom vode radi hlađenja, ali i povećanjem volumena istog radnog medija. Nemali napredak učinjen je uređajem za usmjeravanje od prvotne dubinske sprave i unaprijed podešavajućih kormila do usmjeravanja žiroskopom u vodoravnoj ravnini. I dandanas izgleda sofisticiran uređaj za pronalaznje zagubljenih torpeda u fazi njihovih probnih lansiranja.

Peformanse ovih strojeva omogućavale su stalno praćenje visokom tehnologijom izrade materijala, dijelova i sklopova; od lijevanja preko izdržljivosti visokih tlakova do preciznosti izrade za što su zaslužni brojni vrhunski majstori.

Jedan je od posljednjih mehaničkih torpeda koji su izgrađeni u Rijeci model TR-53/IV kalibra 533,4 mm, duljine 6840 mm. Pri dometu od 3000 m mogao je postići fantastičnu brzinu od 50 čvorova, roniti do 14 m dubine te biti lansiran do 120 (lijevo ili desno od željenog konačnog pravca kretanja i podešavanja cik-cak vožnje do cilja). Ovaj torpedo postizavao je veliku preciznost gađanja: odstupanja od osnovne linije bila su u granicama od 1%.

U paleti proizvedenih torpeda najviše su bili zastupljeni oni kalibra 450 mm u brodskoj izvedbi. Taj se kalibar koristio i za avioizvedbu.

Osnovne sastavnice konvencionalnog torpeda:

- bojeva glava s upaljačima (vježbovna za ispitivanja i manevre)
- rezervoari zraka, goriva, vode i ulja
- pogonski kompleks s propelerima i stabilizatorima
- sustavi upravljanja po dubini i pravcu sa završnim kormilima
- sustavi postavljena elemenata prije lansiranja (domet, dubina, kut, kružno gađanje)
- sustav aktiviranja pogona s pripremom gorive smjese.

Pripreme za lansiranje i lansiranje:

- kontrola kretanja torpeda pri lansiranju i čitanje njegova “ponašanja zabilježenog na dijagramu” ugrađenog indikatora.

Prijelaz iz sustava “vremenskog” u sustav “praćenog” kormilarenja torpedom usvojen je u riječkoj tvornici 1953. godine i to za oba kalibra u brodskoj izvedbi, a za kalibar 533,4 isključivo se primjenjuje. Kod vremenskog se kormilarenja po pravcu javlja stalno njihanje torpeda oko uzdužne osi jer je plovidba u horizontalnoj ravnini krivulja slična izduženoj sinusoidi. Toga pri praćenom kormilarenju nema pa je i njihanje neznatno. Najveći uspjeh poslijeratnog Torpeda postignut je s aviotorpedima kod kojih su pri lansiranju s 100 m visine i brzine 200 km/sat i u trenutku zarona postignute maksimalne dubine “vreće” 14 m, što odgovara praktično nadvodnom brodskom gađanju.

*Abstract***TECHNICAL ACHIEVEMENTS OF THE LAST MECHANICAL TORPEDOES BUILT IN THE RIJEKA TORPEDO FACTORY****Mirko Rupert and Dinko Zorović**

Since its origin, the torpedo was distinguished by exceptional technological progress the credit for which goes to its constructor, Robert Whitehead, and many others. It was initially a highly efficient pneumatic machine with compressed air. Afterwards, petroleum was added in order to increase the volume of the work medium and finally, water was added for cooling purposes but also to once again expand the volume. Significant progress was achieved with the guiding mechanisms which ranged from the initial depth mechanism and the advance steering to gyroscope guidance at the horizontal level. Even today, the search device for torpedoes lost during test launching seems remarkable.

The performances of these machines enabled constant monitoring thanks to the highly advanced technology of production of materials, parts and sets ranging from smelting to resistance to high pressures and precision which was the merit of numerous top craftsmen.

One of the last mechanical torpedoes constructed in Rijeka was the TR-53/IV model with a caliber of 533.4 mm and a length of 6840 mm. Its range was 3000 m and it could develop fascinating speed of 50 knots. It could dive to the depth of up to 14 m and be launched up to 120 degrees left or right of the desired final course. This torpedo could also move in a zigzag until it reached its target. Its precision was remarkable as its deviation from the main course was within the 15 limit.

The range of produced torpedoes for the most part consisted of the 450 mm caliber for ships. This caliber was also used for air torpedoes.

The main parts of a conventional torpedo included:

- warhead with fuses (training heads for testing and practice);
- air, fuel, water and oil tanks;
- propulsion mechanism with propellers and stabilizers
- depth and course guidance mechanisms with end steering;
- element setup system prior to launching (range, depth, angle, circular aim);
- propulsion activating system with the preparation of the fuel mix.

Launching preparations required the determination of initial parameters, while after the test launch the movement of the torpedo was monitored by “reading” its behavior registered on the diagram of an in-built indicator.

In the Rijeka factory, the time system of steering the torpedo was replaced with the guiding system for both calibers in 1953. The guiding system was applied exclusively to the 533.4 caliber. In the case of time steering, the torpedo constantly swayed along its course around a longitudinal axis since its horizontal course was similar to an elongated sinusoid. This was not the case with guided steering and thus the swaying was minimal.

The greatest success of the post war Torpedo Factory was achieved with the air torpedoes since as they were launched from a height of 100 m and at a speed of 200 kmph, at the moment of the plunge they would reach depths greater than 14 m which was suitable for the above-water ship targeting.