

Prof. kap.
Injo MILINOVIĆ
Morinj

Osvrt na specifičnost konstrukcije suvremenog pomorskog tankera

U mnogim konstruktivnim pojedinostima, tankeribrodovi specijalno građeni za prijevoz tekućina, bitno se razlikuju od ostalih trgovačkih brodova. Te razlike i specifičnosti proizlaze zbog toga što u unutrašnjosti kod broda tankera, ne postoje skladišta u klasičnom smislu, već je sav prostor za primanje tekućih tereta razdijeljen uzdužnim i poprečnim pregradama u tankove.

Konstrukcija trupa tankera mora biti veoma jaka, jer su uzdužna i lokalna naprezanja mnogo veća kod tankera, nego kod brodova koji prevoze suhi te-

ret, a osim toga tankeri imaju i manje nadvodje, od ostalih brodova. Pored navedenog konstrukcija trupa tankera i unutrašnjih uređaja u znatnoj mjeri je određena specifičnostima prevoza tekućih tereta morem.

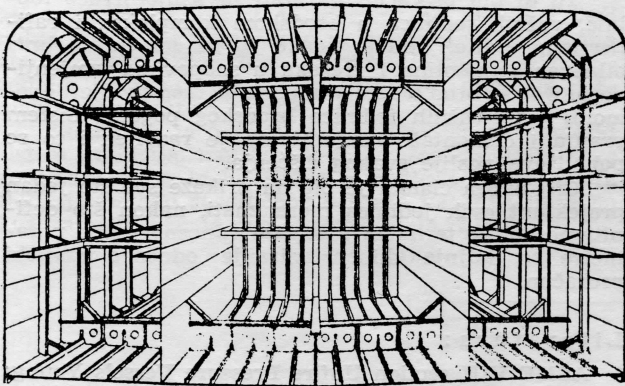
Tekući teret na primjer ima svojstvo slobodnih površina pri nagibu broda, što utječe na smanjivanje metacentriske visine broda. Premještanje tekućina, naime, stvaranje slobodnih površina pri valjanju i posrtanju broda, ima uticaja na dopunska pojačanja proprečni i uzdužne konstrukcije broda tankera.

Da bi se izbjegli jaki udarci tekućeg tereta, koji se

premješta u vidu slobodnih površina pri valjanju broda, razmak između poprečnih pregrada, koje dijele trup broda na odeljke (tankove), kod tankera je znatno manji, nego kod klasičnih teretnih brodova i na velikim tankerima ne prelazi 12,5 m.

Zbog smanjenja uticaja slobodnih površina tekućeg tereta na stabilnost broda pri poprečnom nagibu broda, tankeri imaju uzdužne pregrade čiji broj zavisi od veličine broda tankera, mada se uzima kao pravilo ne više od tri. Razmak između uzdužnih (produžnih) pregrada i bokova broda (stijena broda) za tankere sa dvije pregrade obično se kreće u granicama 0,25 — 0,33 širine broda.

Produžne — uzdužne pregrade olakšavaju trimovanje tankera, što znači pregrade ga čine više stabilnim na otvorenom moru za vrijeme uzburkanog mora. Smanjenje metacentarske visine, odnosno stabilneta na jakom valovitom moru pri djelomično napunjenim tankovima, a zbog uticaja slobodnih površina na tankeru sa dvije uzdužne (produžne) pregrade, približno je dva puta manje, nego na tankeru sa jednom uzdužnom pregradom.



Kombinovani sistem gradnje pomorskog tankera



Brod »Imperial Ottawa« sa bulbastim pramcem.

Posljednjih godina sve se češće grade tankeri sa dvije široko rastavljene uzdužne pregrade, kod kojih razmak iznosi 60% — 70% širine broda. Kod ovakve konstrukcije tankera, teške vrste tekućih tereta (teška goriva) prevoze se samo u srednjim tankovima, dok se bočni tankovi iskorišćavaju za prevoz lakih vrsta proizvoda naftinih derivata ili za ukrcaj balasta pri vožnji u balastu.

Na supertankerima, kod kojih širina trupa dostiže 35 m a danas i mnogo više za smanjenje upliva slobodnih površina i ublažavanja udara tekućeg tereta pri nagibu broda o pregrade ili strane (stijene) broda ugrađuje se treća uzdužna (produžna) pregrada, a ista prolazi po sredini broda, odnosno umjesto nje češće se zavariva ispod gornje palube pregrade pljuskača male visine, odnosno dubine 2,5 m. do 3 m.

Široko rastavljene uzdužne pregrade olakšavaju ispiranje centralnih tankova, a time i doprinose smanjenju rashoda, koji se odnose na gorivo potrebno u izvjesnim slučajevima za zagrijavanje tereta pri iskrcaju. Sem toga u tom slučaju nijesu potrebne skupe instalacije protektorske zaštite od korozije, ukoliko u tankovima ne dolazi vanbrodska voda. Za ispiranje tankova tankeri imaju cjevovode za dovod pare ili vruće vode pomoću koje se vrši ispiranje.

Sa povećanjem nosivosti dužina tankera, stalno se uvećava. Za obezbjeđenje čvrstoće broda kod velikih tankera, primjenjuje se uzdužni sistem gradnje. Time se poboljšava uzdužna čvrstoća tankera pri savijanju i uzvijanju na otvorenom moru, a pored toga i postiže se ušteda u materijalu (čeliku) od kojeg je tanker sagrađen. Ipak, pri gradnji velikih tankera, primjenjuje se kombinovani sistem gradnje, pri čemu su uzdužna čvrsta rebra ugrađena samo po dnu i palubi, dok su za bokove predviđena poprečna čvrsta rebra. (sl. 1).

Takav sistem gradnje se najviše koristi za tankere, koji su namijenjeni za plovidbu kroz područja, koja su podložna zaleđivanju.

Povećanje nosivosti tankera na račun uvećanja njegove širine predstavlja jednu od komponenti novih tendencija u razvoju savremenih konstrukcija pomorskog tankera. Korisnost smanjenja dužine tankera objašnjava se time što se u tom slučaju smanjuje i momenat savijanja konstrukcije a ujedno se i snižava visina nadvodnog boka i težina trupa.

Gradnja podvodnog dijela pramca u obliku profila L sa bulbom (bulbastog pramca) omogućava uvećanje brzine broda od 0,7 — 0,8 c/h. Sl. 2.

Posljednjih godina u brodogradnji su u primjeni pregrade koje su izgrađene od naboranih čeličnih ploča. Cijena izrade ovih pregrada je za 10% — 15% manja nego ravnih. Osim toga kod naboranih pregrada čišćenje tankova se znatno uprošćava, jer se smanjuje broj teško pristupačnih mjesta.

Trup broda kod većine modernih tankera je zavaren osim vanjskih šavova (pojasnih vojeva) koji spajaju glavnu palubu sa bokom, odnosno oplatu dna sa pokrovom palube dvodna u području uzdušnih pregrada i izvjesnog dijela oplata u pojasu pramčane statve.

Nadgradnje na tankerima se iskorišćavaju za stambene i službene prostorije i za skladišta (spremišta). Sem toga sa njima se obezbjeđuje rezerva plovnosti, te se zato na tankerima sva vrata, koja izlaze na teretnu palubu, grade kao vodonepropusna. Vrata koja povezuju mašinsko odjeljenje sa stambenim prostorijama, takođe su vodonepropusna. Suvo teretno skladište je izolovano od drugih prostorija pod pramčanom nadgradnjom. Nadgradnja tankera povećava dinamičku stabilnost nakrcanog broda — tankera, pri velikim uglovima nagiba, broda. Neki tankeri imaju olakšanu srednju nadgradnju, konstruiranu u obliku kule u kojoj su raspoređene najneophodnije službene prostorije kormilarnica i navigacijska kabina (chartroom), te kabina zapovjednika broda. Ostale stambene prostorije nalaze se u krmenoj nadgradnji. Palubne nadgradnje povezane su među sobom mostićima za prelaz, a isti su sagrađeni na visini od 2,5—3,0 m. nad glavnom teretnom palubom.

Mostić obezbjeđuje bezopasno hodanje po brodu članovima brodske posade za vrijeme oluje i ukrcajno iskrcajnih operacija. Pod mostićem smješteni su cje-

vovodi — pare, slatke vode, požarna cijev, gasovodi i dr. Sem toga pod mostićem nalaze se svi električni kablovi. Da se ne bi kablovi prekidali pri vibraciji i savijanju trupa broda, oni su smješteni labavo u metalnim žlijebovima.

Posljednjih godina mnogi tankeri nemaju prelazni mostić između središnje nadgradnje i pramca broda pošto obično ispod pramčane nadgradnje nema stambenih prostorija i prema tome nema potrebe za prelaz na pramac, za vrijeme uzburkanog mora. Izostavljanjem mostića za prelaz na palubu pramca, uštedava se konstrukcija tankera, a time ujedno uvećava i korisna nosivost broda. Sl. 3.

Tankeri moraju imati kaštel, čija dužina ne smije biti manja od 7% dužine broda, a na krmi moraju imati **kasar, odnosno nadgrađe, koje obezbjeđuje dobru zaštitu kućišta nad mašinskim prostorom.**

Mašinske i kotlovene prostorije tankera gotovo uvijek se nalaze na krmi. Ovo poboljšava protiv požarne uslove, obezbjeđuje uslov da se izbjegne gradnja tunela za osovinski vod kroz prostor za teret, kao i skraćuje osovinu propelera.

Težina mašinskog postrojenja i kotlova uticajna je na trim broda, naime, kada je tanker bez tereta (kada je prazan) izrazito je zatezan, dok naprotiv kada je brod potpuno nakrcan teretom, trim je prema pramcu tj. brod je pretezan. Da bi se to izbjeglo na pramcu je sagrađen, predviđen takoreći kod svih tankera, suvoteretni brodski prostor, koji je obično prazan ili se djelomično koristi radi smještaja inventara broda. Suvoteretni prostor ispunjen balastom ili teretom omogućuje uravnoteženje tankera, odnosno obezbjeđuje pogodan trim za plovidbu.

Danas brodograđevni stručnjaci — konstruktori, poklanjaju veliku pažnju smanjenju kubature mašinskog prostora (odjeljenja) i suvoteretnog skladišta radi povećanja korisne nosivosti tankera. Toga radi, kod nekih tankera krmna paluba podiže se na račun dopunskog pojasa bočne oplate. Povećanjem visine i zapremine krmenih tankova u upoređenju sa pramčanima omogućava se nadoknaditi izvjesni izgubljeni kapacitet za teret, koji se nalazi u mašinskom odjeljenju. (Sl. 4.).

U toku posljednjih nekoliko godina sve se više grade tankeri dvostrvskog tipa) bez srednjeg nadgrađa sa krmenim rasporedom mašinskog i kotlovnog odjeljenja i svih stambenih i službenih prostorija.

Takav tip tankera, odgovara savremenim tendencijama svjetske brodogradnje iz razloga što smještaj stambenih prostorija i komandnog mosta na krmenoj nadgradnji smanjuje težinu broda i cijenu izgradnje, a u isto vrijeme takav vid gradnje poboljšava i životne uslove posade broda. Specifičnost gradnje tankera je i ta što imaju glatku teretnu palubu, na kojoj su ugrađeni okrugli otvori tankova sa praznjicama, koje mogu biti visine i do 1 m. Kod nekih tankera visina praznjica okruglih otvora teretnih tankera — grotala, je smanjena i iznosi od 0.3—0.4 m., pa čak i mnogo manje, ukoliko se paluba koristi za prevoz palubnog tereta.

Okrugli otvori — grotla, na tankerima moraju biti zatvorena jakim čeličnim poklopcima. Pokrovi grotla su čelični, imaju gumene brtve i stežu se vijcima.

Stariji tankeri bili su građeni samo s jednom uzdužnom pregradom, koja se nalazila u sredini broda, a dijelila je tankove na desne i lijeve. Slobodne površine kod tih tankera su bile dosta velike, te se zato nad glavnim tankovima gradio tzv. ekspanzioni prostor (expansion truck) čija širina nije bila veća od 60% širine broda, a služio je za ekspanziju ulja, kad se temperatura ulja povisi zbog grijanja ili promjene klime, naime, temperature.

Tankeri novijeg tipa imaju dvije, (sl. 5) odnosno mnogi supertanker tri uzdužne pregrade, tako da kod njih postoje tri uzdužna reda tankova, odnosno kod supertankera i više. Tankovi su zbog toga uski, slobodne površine su neznatne, te ekspanzioni prostor postaje nepotreban jer tankovi ne moraju biti puni do vrha, s obzirom na malu slobodnu površinu tekućine.

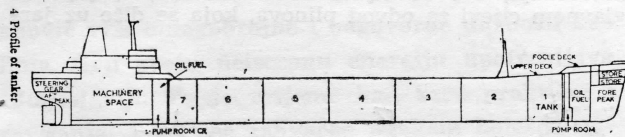
Da bi se smanjila opterećenja od pomicanja tekućine pri posrtanju broda, dužina visokih tankova obično je ograničena na najviše 30 noga naime 9.15 m.

Teretni tankovi odvojeni su uzdužnim i poprečnim pregradama, a povezani su u grupe, koje kao pravilo imaju svoju nezavisnu sisnu (crpnu) teretnu magistralu. Ona je instalirana po dnu broda, a završava se u pultno odjeljenje, koje se na savremenim tankerima nalazi ispred mašinskog odjeljenja. Teretni cjevovodi koji idu od pultnog odjeljenja ka teretnoj palubi na samom kraju imaju priključnice radi spajanja sa vanjskim lučkim cjevovodima.

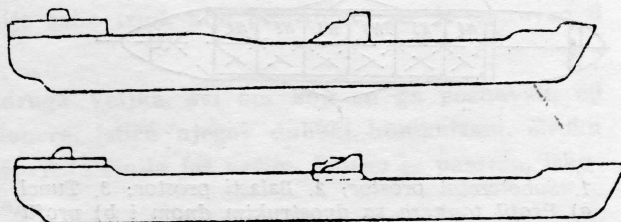
Cjevovodi i sisaljke za ukrcaj tereta moraju biti sasvim odjeljeni od cjevovoda i sisaljki za balast i tekućeg goriva za brodske svrhe. Parne cijevi za grijanje tereta potrebne su u svim tankovima za teret, jer se zbog niske temperature u izvjesnim slučajevima, ulje može tako zgusnuti, da ga sisaljke ne mogu isisavati. Na tankerima, cijevi za sondiranje su potrebne isto kao i na svim ostalim brodovima, mada se u tankovima ne mjeri visina do koje doseže tekućina, zbog gustog taloga koji se obično nalazi na dnu tankova, već visina praznog prostora u tanku iznad površine tekućine (ulage).

Mnogi savremeni tankeri grade se sa viškom kapaciteta teretnih tankova. Višak kapaciteta obezbjeđuje mogućnost prijema dopunskog tereta na račun smanjenja rezerve bunkera, pojne i pitke vode, kada je u pitanju smanjena daljina plovidbenog poduhvata.

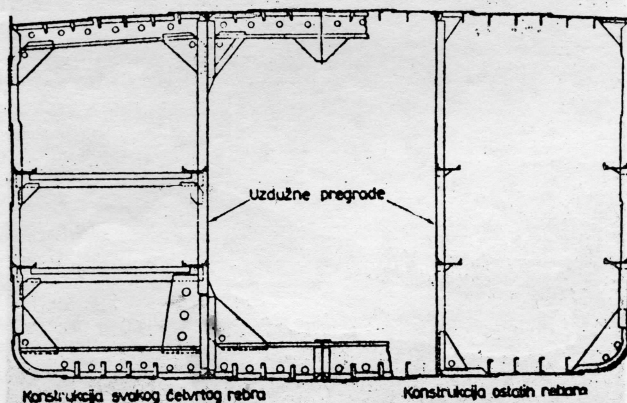
Rezerva slobodnog kapaciteta teretnih tankova pri prevozu lakih proizvoda nafte, omogućava u slučaju nasukanja broda na plčinu i probijanja dna broda, da se slobodnim procesom prepumpavanja (isisavanja) tereta iz jednih tankova u druge, može uticati na samostalno odsukivanje broda.



Profil tankera bez mostića



Bočni izgled tankera sa podignutom krmenom palubom



Poprečni presjek tankera s dvije uzdužne pregrade

Teretni tankovi odvojeni su od mašinskog odjeljenja, suvoteretnog skladišta, stambenih i službenih prostorija sa koferdamima.

Koferdame obrazuju dvije pregrade, koje su udaljene jedna od druge oko 1. m. Kada se sisno (crpno) odjeljenje ne nalazi između teretnih tankova, već pozadi njih prema krmu, onda ono istovremeno zamjenjuje krmeni koferdam. S tankovima ili s cjevovodi- ma za teret, koferdami ne smiju imati nikakve veze. Koferdami moraju imati poseban drenažni uređaj posebne cijevi za sondiranje i posebne odušnike sa metalnom mrežom.

Savremeni tankeri imaju također pramčano sisno (crpno) odjeljenje (sisnu stanicu) koja se nalazi između tankova i suvoteretnog skladišta, a u isto vrijeme ono ima ulogu koferdama. U njemu je obično smješten požarni šmrk.

Posljednjih godina zbog sve većeg prevoza nafte morem, te znatnog povećanja nosivosti brodova tankera, a time i nastale opasnosti od zagađivanja mora naftinim derivatima, tankeri se danas grade sa duplim dnom, kao i dvojnim bokom. (Sl. 6).

Dvostruko dno znatno smanjuje uticaj korozije, povećava čvrstoću trupa broda i uprošćuje tankove, a kao najvažnije smanjuje mogućnost zagađivanja mora naftinim derivatima u slučaju nasukanja tankera i sudara, a time i utiče na smanjenje cijene — premije osiguranja.

Na tankerima današnje gradnje nema jarbola u klasičnom smislu. Njih zamjenjuju stubovi — (kolonete), male visine na kojima je pričvršćena teretnica (konzola) za dizanje sisnih teretnih cjevovoda, a istovremeno one služe i kao vjetrolovke. (Sl. 7.) Cijevi za ventilaciju, odnosno za odvod plinova, postavljene su na grotla svih tankova. Putem posebnih ventila za zatvaranje, sve se cijevi za ventilaciju, spajaju sa glavnom cijevi za odvod plinova, koja se diže uz jar-

bol, odnosno stub (kolonetu), do određene visine. Na otvoru tih cijevi mora postojati gusta metalna mreža za zaštitu od iskara, — koja se može vrlo lako mijenjati.

Uređaji za sidrenje i vučno pritezanje prilikom pristajanja nalaze se na otvorenim dijelovima pramčane i krmene nadgradnje. Iz dana u dan ti uređaji na velikim savremenim tankerima, postaju sve više usavršeniji — automatizovaniji, što znatno olakšava rad palubne posade.

Čamci za spasavanje moraju biti sagrađeni od specijalno odobrenog protiv požarnog materijala, kao i biti posebne konstrukcije.

Za tankere koji veći dio vremena provode u plovidbi postavljaju se povećani zahtjevi u pogledu životnih uslova brodske posade.

Za izolaciju stambenih prostorija — kabina, koriste se pločice od sintetičkog materijala, koje imaju malu težinu i isključivu sigurnost od požara, a naročito su pogodne protiv vlage. Kod tankera koji su namijenjeni za plovidbu u tropskim širinama, pregrade salona i stambenih prostorija — kabina, koje se nalaze u blizini mašinskog odjeljenja izoluju se slojem azbesta.

Uslovi duge plovidbe zahtijevaju znatnu potrošnju slatke vode za životne potrebe, kao i za kupanje. Danas je iz tog razloga na svim većim savremenim tankerima, ugrađen bazen za kupanje. Potrošnja slatke — pitke vode, izgradnjom bazena, bar do sada, kako je pokazala praksa, umnogome se smanjila.

Na mnogim savremenim tankerima umjesto parnog uvodi se mehanički sistem provjetravanja i zagrijavanja stambenih prostorija — kabina, što omogućava održavanje potrebne temperature i vlažnosti vazduha u kabinama, odnosno omogućava ugodne temperaturne uslove za rad posade, a ujedno i poboljšava arhitektonski oblik stambenih prostorija.

U današnje doba značajni problem u oblasti tankerske flote je gradnja brodova sa najsavremenijim pogonskim strojevima i automatizovanom mehanizacijom za ukrcaj i iskrcaj tereta. Savremeni pogonski strojevi, omogućavaju povećanje brzine broda tankera, a ujedno i transportnu sposobnost broda. Pitanje povećanja brzine broda tankera i pogodnog izbora pogonskog stroja naročito je postalo značajno u toku posljednjih godina, jer se već projektuju i grade tankeri, koji su sposobni transportovati više od 500.000 tona tereta u toku jednog plovidbenog poduhvata.

Kao pogonski stroj u toku daljeg razvoja tehnike, široku primjenu na pomorskim tankerima imaće gasna turbina, koja će biti ekonomičnija od motornog pogona. Na brodovima sa gasnim turbinama, predviđa se iskorišćavanje atomske energije. Perspektiva, znači gasne turbine i atomskog stroja kao pogonskog stroja, na brodovima je nesumnjiva. No, ipak konstrukcija gasnih turbina i atomskih pogonskih strojeva još se nalazi u stadijumu ispitivanja.

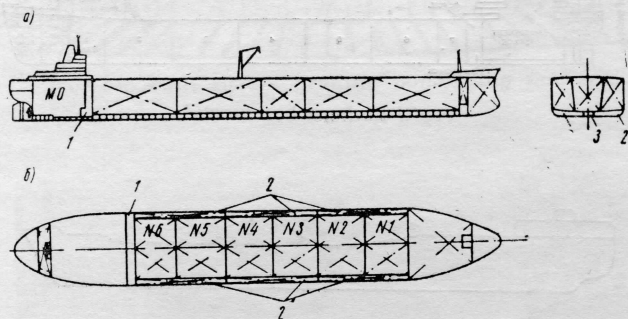
Kao glavni pogonski stroj za pomorske tankere u današnjem dobu, smatra se parna turbina i dizel motor.

U sadašnjoj etapi razvoja brodograđevne tehnike uslijed naglog povećanja snage energetskih agregata i povećanja brzine broda, naročito je aktuelno pitanje kontrole štetne vibracije koja može da dovede do povremene istrošenosti kako trupa, tako i mašine — pogonskog stroja. Odstranjivanje štetne vibracije postiže se pravilnim rasporedom balasta kao i dobrim regulisanjem glavnog pogonskog stroja.

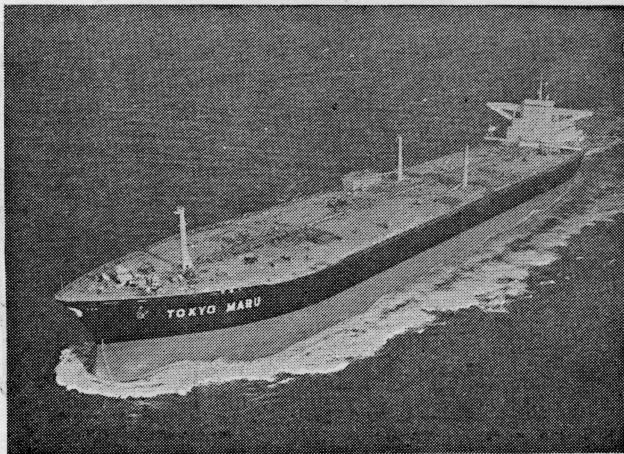
Poboljšanje tehničkih i eksploatacionih kvaliteta tankera, može se postići usavršavanjem postojećih sistema i opreme, putem savremene primjene mehanizacije i automatizacije.

LITERATURA:

1. Modern ship By R. Carpenter D. S. C.
2. Morskie tankeri S. I. Logacev
3. Eksploatacija morskovo tankera N. I. Pljavin
4. Konstrukcija i održavanje čeličnih trgovačkih brodova B. Lovričević
5. Morskoj flot Časopis
6. Shipbuilding Časopis



1. Suvoteretni prostor; 2. Balasti prostor; 3. Tunel
a) Profil tankera sa dvostrukim dnom i b) profil tankera sa dvojnim bokom.



Bočni izgled mamut tankera