

ODRŽAVANJE I REMONT BRODA

SADRŽAJ

1. UVOD.....	.....
2. RADOVI NA VANJSKOJ OPLATI.....	.....
2.1 Priprema broskog trupa za bojenje .....	.....
2.2 Mokri postupak pripreme metalnih površina broskog trupa.....	.....
2.2.1 Uređaj s vodenom zavjesom.....	.....
2.2.2 Potisni uređaj s ograničenom količinom vode.....	.....
2.2.3 Uređaj s usisnim vodenim mlazom.....	.....
2.2.4 Uređaj s vodom bez abraziva.....	.....
2.3 Suhi postupak pripreme metalnih površina broskog trupa.....	.....
2.4 Mehanička priprema površine.....	.....
2.5 Defektacija broskog trupa.....	.....
2.6 Izbor sustava antikorozivne zaštite broskog trupa.....	.....
2.7 Nanošenje zaštitnih premaza.....	.....
2.8 Temeljni premaz.....	.....
2.9 Antivegetativni premazi.....	.....
2.10 Katodna zaštita broda.....	.....
2.10.1 Galvanska korozija.....	.....
2.10.2 Katodna zaštita žrtvovanim anodama.....	.....
2.10.3 Katodna zaštita narinutim naponom.....	.....
3. PREGLED I IZVOĐENJE REMONTA SKLOPA KORMILA.....	.....
3.1 Zračnosti štenca kormila.....	.....
3.2 Pad kormila.....	.....
3.3 Zračnosti struka kormila.....	.....
3.4 Izrada novih ležajeva.....	.....
3.5 Montaža novih ležajeva .....	.....
3.6 Remont konusa štenca i kormila .....	.....
4. PREGLED I IZVOĐENJE REMONTA BRODSKOG VIJKA I OSOVINE	
BRODSKOG VIJKA .....	.....
4.1 Demontaža broskog vijka.....	.....
4.2 Navlačenje broskog vijka na osovine broskog vijka .....	.....
4.3 Demontaža osovine broskog vijka .....	.....

5. PREGLED I IZVOĐENJE REMONTA RADOVI OPREME ZA SIDRENJE ...	
5.1 Pregled sidara i sidrenih lanaca	
5.2 Pregled i remont lančanika	
5.3 Označavanje službi bojenjem cjevovoda na brodu	
6. PREGLED BRODSKIH KUTIJA USISA MORA	
7. PREGLED BRODSKIH OPLATNIH PRIKLJUČAKA I VENTILA	
8. PREGLED I ČIŠĆENJE BRODSKIH TANKOVA	
9. PREGLED I ODRŽAVANJE GLAVNOG MOTORA.....	

1. UVOD

Održavanje broda dijeli se na održavanje trupa broda i održavanje opreme broda. Održavanje trupa broda izvodi se dokovanjem broda. Održavanje opreme broda dijelom se izvodi od strane posade tijekom navigacije ili boravka u luci, a dijelom se izvodi tijekom dokovanja broda. Brod može ići na dokovanje iz više razloga: zbog pregleda, redovnog periodičnog održavanja, remonta i popravaka ili preinake.

Razdoblje između dokovanja propisuju klasifikacijska društva, koja svojim propisima predviđaju periodične, ali i specijalne preglede. Prema tim propisima (SOLAS, Chapter 1, Reg 10-V) svaki brod mora se dokovati najmanje dva puta unutar pet godina. Maksimalni razmak između dva dokovanja ne smije iznositi više od tri godine, u osnovi zbog pregleda podvodnih dijelova broda od strane klasifikacijskog društva. Kada pri dokovanju broda nije potrebno izvršiti popravke trupa, izvodi se samo pregled, čišćenje i ponovno nanošenje boje na vanjskom dijelu trupa broda. Održavanje palube i unutrašnjih dijelova broda izvodi posada broda.

Ako se brod dulje vrijeme ne dokuje, javlja se problem obraslina koje povećavaju otpor trenja i utječu na smanjenje brzine u eksploataciji, a time i veći utrošak goriva za prevaljivanje iste udaljenosti. Ispitivanja su pokazala da je ovo smanjenje brzine nakon perioda od dvije godine takvo, da su troškovi nastali zbog smanjenja brzine broda veći od troškova dokovanja, čišćenja i bojenja podvodnog dijela trupa svake godine. Ovo naročito dolazi do izražaja s povećanjem udjela troškova pogonskog goriva u ukupnim troškovima eksploatacije broda.

Osim smanjenja brzine zbog obraštanja, elementi trupa broda troše se i zbog djelovanja korozije, što uvjetuje smanjenje opće i lokalne čvrstoće trupa. Smanjenje debljine stjenke brodske strukture od posebnog je interesa inspeksijskog pregleda klasifikacijskog društva.

Remontna brodogradilišta potpuno su drukčije opremljena od brodogradilišta za novogradnje. Brod koji dolazi u remontno brodogradilište teži je i ima veći gaz nego što to ima novogradnja. Dizalice nisu projektirane za dizanje teških tereta, ali trebaju zadovoljiti veću visinu dizanja. Radionice su drukčije opremljene, a radnici su fleksibilniji i imaju radne vještine prilagodljive različitim vrstama poslova i zanata. Lokacija remontnog brodogradilišta bitno je drukčija od onog za novogradnje. Nalaze se u blizini velikih morskih luka, ili na plovidbenom putu između njih, kako bi se umanjilo skretanje broda od normalne plovidbene rute.

Remontna brodogradilišta teže k što većem stupnju iskorištenosti doka. Osim redovitog održavanja broda, remontna brodogradilišta izvode i usluge vezane uz preinake ili popravke. Iskoristivost doka čini omjer broja dana u godini tijekom kojih je dok bio u uporabi u odnosu na ukupan broj dana u godini. Dobra iskoristivost doka smatra se 75%. Visoka iskoristivost doka smatra se 90% korištenja dana u godini (za dokove na dobrim lokacijama).

2. RADOVI NA VANJSKOJ OPLATI

Nakon izlaska broda na suho započinje pranje podvodnog dijela broda mlazovima slatke vode pod visokim tlakom od najmanje 100 bara. Time se s vanjske oplata odstranjuju kloridi, alge, trave, školjke i sl. Ako na oplati ima zauljenih površina, one se čiste raznim otapalima. Mjesta na kojima ima rđe čiste se pjeskarenjem ili mlazom vode pod visokim tlakom od 700 do 2000 bara (suha ili mokra priprema površine). Originalni sloj boje na mjestima pjeskarenja se obnavlja, nakon čega se cijela vanjska oplata oboji prema želji brodovlasnika. Kada hrapavost površine podvodnog dijela brodske oplata postane prevelika zbog brojnih slojeva stare boje i

lokalnih ogrebotina uslijed struganja oplata o hridi i razne plutajuće prepreke, cijeli podvodni dio oplata se čisti, odstranjuje se kompletna rđa i boja te se izvrši nanošenje nove boje.

Proizvođač boje daje savjete, provodi kontrolu i inspekcijske preglede pripreme površine i samog bojenja. U ovisnosti od starosti broda, veličine, cijene i područja plovidbe izabire se pogodan sistem bojenja.

Radi pregleda podvodnih dijelova broda, provodi se pregled od strane nadležnog klasifikacijskog društva, u pratnji predstavnika brodovlasnika i brodogradilišta. Naglasak je na pregledu kormila, broskog vijka, osovine broskog vijka, udubina, oštećenja, stanja boje, rđe, lomova, stanja zavara i oplatnih priključaka. Uočeni nedostaci koji utječu na klasnu notaciju broda moraju se otkloniti tijekom dokovanja broda, međutim manji nedostaci koji nisu zahtijevani za popravak od strane klasifikacijskog društva mogu biti otklonjeni prema izboru i dogovoru s brodovlasnikom.

2.1 Priprema broskog trupa za bojenje

Priprema površine broskog trupa od velikog je značaja za vijek trajanja boje i njezino zaštitno djelovanje. Ona obuhvaća operacije koje se sastoje od uklanjanja nečistoća, obraslina, starog premaza, masnoće, produkata korozije, soli, prašine i ako je potrebno uklanjanja kiselina i lužina.

Čim brod izađe na suho započinje se s radovima pripreme površine, što ovisi o području broskog trupa koje je potrebno odgovarajuće očistiti. Područja broskog trupa i njegovih tankova na kojima se izvodi priprema površine su sljedeća:

- a) broski trup ispod plovne vodene linije do kobilice broda,
- b) broski trup iznad plovne vodene linije,
- c) dijelovi broskog trupa na kojima su primijećena oštećenja,
- d) područja pramčanih i krmnih broskih vijaka te kormila broda,
- e) tankovi tereta, goriva, balasta, pitke i napojne vode.

Načini pripreme broskog trupa i njegovih tankova mogu biti sljedeći:

- a) mokra priprema (mlazom vode pod velikim tlakom),
- b) suha priprema (pjeskarenje),
- c) mehanička priprema.

2.2 Mokri postupak pripreme metalnih površina broskog trupa

Iako je postupak suhog čišćenja abrazivom kvalitetniji, produktivniji i jeftiniji, ima i nedostatak jer bez obzira na kemijski sastav zagađuje sredinu u kojoj se ovi radovi izvode. Sprječavanje širenja prašine moguće je dodavanjem vode struji abraziva i zraka. Primjer čišćenja brodske oplata prikazan je na slici xxx.



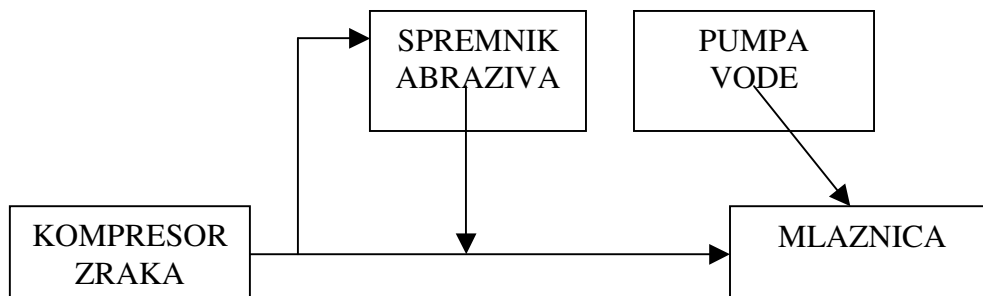
Slika xxx. *Mokra priprema kormila broda*

Postoje četiri načina izvođenja ovog postupka:

- a) uređajem s vodenom zavjesom,
- b) potisnim uređajem s ograničenom količinom vode,
- c) uređajem s usisnim vodenim mlazom,
- d) uređajem s vodom bez abraziva.

2.2.1 Uređaj s vodenom zavjesom

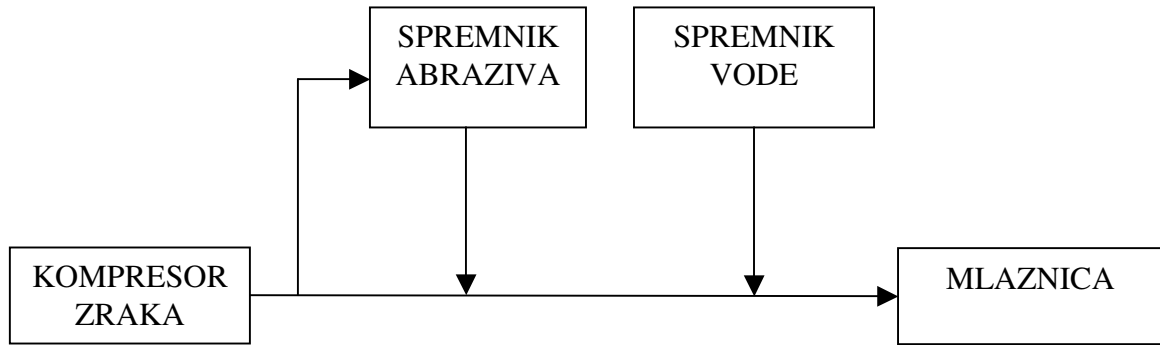
Sustav uređaja s vodenom zavjesom koristi kompresor zraka, pumpu vode, spremnik abraziva i odvojeno crijevo za vodu koje oko mlaznice stvara vodenu zavjesu koja sprječava širenje prašine. Funkcionalna shema takvog uređaja prikazana je na slici xxx.



Slika xxx. *Funkcionalna shema uređaja s vodenom zavjesom*

2.2.2 Potisni uređaj s ograničenom količinom vode

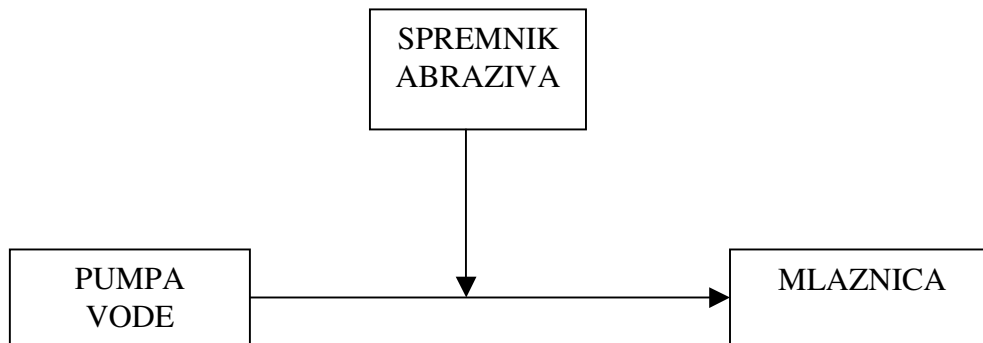
Kod potisnog uređaja s ograničenom količinom vode pušta se ograničena količina vode u potisni uređaj za suho abrazivno čišćenje u smjesu abraziva i zraka ispred mlaznice. Funkcionalna shema takvog uređaja prikazan je na sljedećoj slici xxx.



Slika xxx. Funkcionalna shema potisnog uređaja s ograničenom količinom vode

2.2.3 Uređaj s usisnim vodenim mlazom

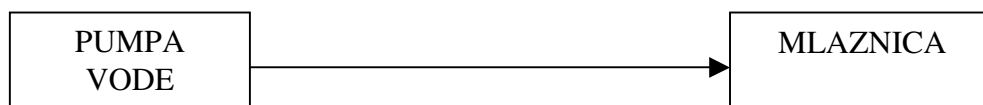
U uređaju s usisnim vodenim mlazom, u spremniku abraziva vlada podtlak i na principu ejektora voda usisava abraziv i stvara smjesu za čišćenje površine vanjske oplata brodskog trupa. Funkcionalna shema takvog uređaja prikazana je na slici xxx.



Slika xxx. Funkcionalna shema rada uređaja s usisnim vodenim mlazom

2.2.4 Uređaj s vodom bez abraziva

Pri mokrom čišćenju površine koriste se visokotlačne pumpe, spremnik vode i mlaznica. Postoje mlaznice koje stvaraju koncentriran mlaz i one koje stvaraju lepezasti široki mlaz vode. Funkcionalna shema takvog uređaja prikazana je na slici xxx.



Slika xxx. Funkcionalna shema uređaja s vodom bez abraziva

Pri čišćenju mlazom vode bez abraziva ne pojavljuje se mikrorazaranje površine metala pa se abraziv može dodati direktno s vodom. Time se postiže odgovarajuća hrapavost površine. Da bi se neposredno iza čišćenja izbjeglo stvaranje korozije, u vodu se dodaju sredstva koja sprječavaju nastanak korozije. Ta se sredstva nazivaju inhibitori korozije. Najčešće se upotrebljavaju polifosfati u udjelu 0,5% i amini u udjelu 1 – 5% od ukupne količine vode. Oni stvaraju zaštitni sloj na površini metala brodske konstrukcije.

2.3 Suhi postupak pripreme metalnih površina brodskog trupa

Suhi postupak pripreme površine brodskog trupa izvodi se razaranjem metalne površine u struji zraka pod visokim tlakom i abraziva, pjeskarenjem ili sačmarenjem prema uputama standarda ISO 8501. Pored standarda ISO 8501 u brodogradnji se koristi i švedski standard SIS 05 59 00. Standardi pripreme površine su norme koji sadrže više kriterija, pravila i upute za proces suhe pripreme metalnih površina brodskog trupa.

Stanje površine čeličnih konstrukcija podijeljeno je u četiri stupnja:

- **A stupanj.** Površina čelika prekrivena okujinom i s malo korozije.
- **B stupanj.** Površina čelika koja je započela korodirati i iz koje se počinje skidati okujina.
- **C stupanj.** Površina čelika s otpalom ili ostruganom korodiranom okujinom i prvim vidljivim naznakama točkaste korozije (pitting).
- **D stupanj.** Površina čelika koja je jako korodirana i s vidljivom točkastom korozijom (pitting).

Prije početka suhe pripreme, površina brodskog trupa treba biti odmašćena od ulja i masti, a deblje naslage slojeva boje i korozije treba otkloniti *piketiranjem*, za što se koriste pneumatski čekići.



Slika xxx. Pneumatski čekići za skidanje debljih naslaga korozije i boje

Suhi postupak pripreme metalnih površina obavlja se s abrazivima. Abrazivi su različite vrste materijala određene granulacije pogodne za pripremu površine, pri čemu čestice abraziva s pomoću komprimiranog zraka djeluju na površinu koja se želi očistiti. Kvaliteta pripreme čeličnih površina iskazana je prema sljedećim stupnjevima standarda ISO 8501:

- Sa 1: Lagano čišćenje mlazom abraziva s kojim se brzo prelazi preko površine i time uklanja produkte korozije, okujine i stranih tvari. Gledano bez povećanja, površina treba biti bez vidljivih masnoća, ulja i nečistoća. Mora biti odstranjena sva neprijanjajuća okujina, rđa, boja i strane čestice.
- Sa 2: Temeljito čišćenje kod kojeg su s 2/3 bilo kojeg dijela površine uklonjeni produkti korozije, okujine i stranih tvari. Gledano bez povećanja, površina treba biti bez vidljivih masnoća, ulja i nečistoća, većinom bez okujine, bez rđe, boje i stranih čestica. Zaostale nečistoće koje se čvrsto drže za površinu se ne tretiraju. Na kraju se površina ispuše čistim, suhim komprimiranim zrakom, a površina mora biti sivkaste boje.
- Sa 2,5: Čišćenje je skoro do bijelog sjaja metala, tako da se s najmanje 95 % svakog dijela površine uklone produkti korozije, okujine i stranih tvari, što zahtijeva vrlo pažljivo čišćenje. Gledano bez povećanja, površina treba biti bez vidljivih masnoća, ulja i nečistoća, bez okujine, rđe, boje i stranih čestica osim tragova koji mogu zaostati točkasto ili u prugama. Na kraju se površina

ispuše čistim, suhim komprimiranim zrakom, a površina mora biti svijetlo sivkaste boje.

Sa 3: Čišćenje do čistog metala. Okujina i produkti korozije moraju biti potpuno uklonjeni. Gledano bez povećanja, površina treba biti bez vidljivih masnoća, ulja i nečistoća, bez okujine, rđe, boje i stranih čestica. Površina mora imati jednolik metalni sjaj. Na kraju se površina ispuše čistim, suhim komprimiranim zrakom, a površina ima jednoliku metalnu boju.

Abrazivi koji se koriste za čišćenje metalnih površina mogu se podijeliti na dvije osnovne grupe:

1. Metalni abrazivi

Metalni abrazivi imaju duži vijek trajanja, mogu izdržati veliki broj sudara s površinom prije nego im se promjer toliko smanji da ih treba odbaciti. Kako su skupi, upotrebljavaju se pogonskim postrojenjima gdje je moguća njihova višestruka uporaba. Obično se nalaze unutar zatvorenih stacionarnih uređaja. Prednost im je dobra kvaliteta čišćenja i mali utjecaj na zagađenje okoliša.

2. Mineralni abrazivi

Mineralni abrazivi su jeftiniji od metalnih, ali nakon nekoliko sudara s površinom materijala postaju neupotrebljivi, pa se uglavnom koriste za jednokratnu uporabu. Osnovne karakteristike abraziva su tvrdoća, veličina i oblik. Što je abraziv tvrdi, to je čišćenje metalnih površina brže i dublje. Oblik zrna abraziva može biti:

- okrugli abraziv, koji čisti metalnu površinu udaranjem,
- drobljenac s oštrim rubovima, koji čisti metalnu površinu udarcem urezujući se u metalnu površinu,
- drobljenac s blažim rubovima, koji čisti metalnu površinu kombinacijom udarca i urezivanja u metalnu površinu.

Jednoličnost oblika i veličine abraziva daje pravilniju hrapavost površine. Korozivni premazi bolje prijanjaju na hrapaviju površinu. Vrsta i granulacija abraziva odabire se na osnovi izgleda površine koju treba očistiti, zahtijevane hrapavosti i opreme koja se koristi.

2.4 Mehanička priprema površine

Mehanička priprema površine izvodi se ručnim ili pneumatskim alatima s abrazivnim brusovima, brusnim papirom, strugačima i čeličnim četkama. Mehanička priprema površine označava se sa "St" i dijeli se u tri stupnja; St 1, St 2 i St 3. Prije mehaničke pripreme površine potrebno je odstraniti veće naslage rđe te vidljive naslage ulja, masti i prljavštine. Nakon mehaničke pripreme, površinu treba očistiti od ostataka prašine i metalnih čestica.

Površine stupnja St 1 nije obrađena jer se ne primjenjuje za bojenje.

Stupanj pripreme površine St 2 obuhvaća potpuno ručno i strojno čišćenje. Gledano bez povećanja, površina treba biti bez vidljivih masnoća, ulja i nečistoća. Sva neprijanjajuća okujina, rđa, boja i strane čestice moraju biti odstranjene.

Stupanj pripreme površine St 3 obuhvaća temeljito ručno i strojno čišćenje. Priprema površine je ista kao i kod stupnja St 2, ali je površina obrađena temeljitije što joj daje jasan metalni sjaj.



Slika xxx. Razni tipovi pneumatskih brusilica



Slika xxx. Igličasti pneumatski pištolj

2.5 Defektacija broskog trupa

Nakon pripreme površine brodske trupa, pristupa se defektaciji. Defektacijom trupa naziva se pregled i ocjena oštećenja mjerenjem deformacija i preostalih debljina elemenata koji podliježu takvom pregledu. Opseg mjerenja utvrđuje inspektor klasifikacijskog društva, u pratnji predstavnika brodovlasnika i brodogradilišta. Defektacija se prema opsegu može podijeliti na:

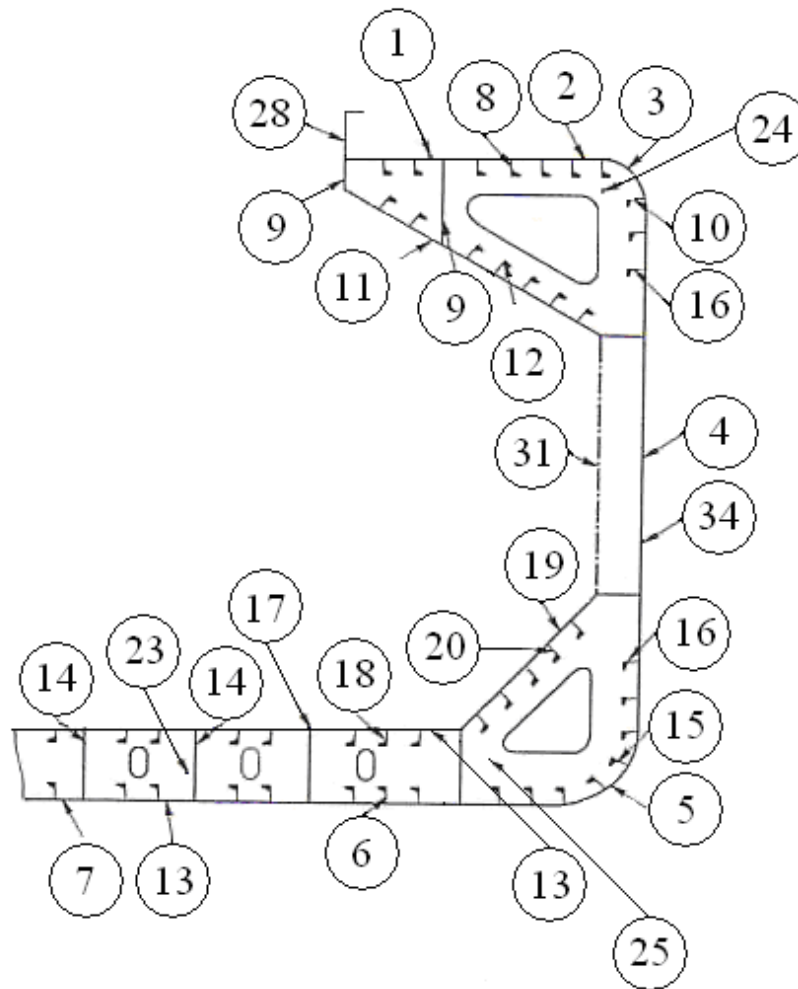
- kontrolnu defektaciju, koja uključuje nasumce odabrane limove i elemente strukture,
- djelomičnu defektaciju, za ograničeni broj elemenata u određenom dijelu strukture broskog trupa,
- potpunu defektaciju, za sistemsko ispitivanje svih elemenata broskog trupa.

Uočeni nedostaci kod defektacije dijele se na:

- lomove, koji onemogućuju daljnju uporabu konstrukcije. Moraju se ukloniti na način koji će se odrediti u ovisnosti o tehničkim mogućnostima i ekonomskoj opravdanosti,
- oštećenja, koja onemogućuju rad u normalnim uvjetima eksploatacije. Oštećenja mogu biti:
 - a) istrošenje - smanjenje dimenzija elemenata broskog trupa zbog korozije, erozije i mehaničkog oštećenja,
 - b) zaostala naprezanja - uzrokuju promjenu konstrukcije kod preopterećenja,
 - c) pukotine nastale zbog koncentracije naprezanja, zamora materijala i sl.

Mjesta defektacije određuje inspektor klasifikacijskog društva. Posebnu pozornost posvećuje se istrošenju strukture u području tankova goriva i balasta, koferdama, kaljužnih zdenaca, kutija usisa mora, itd. Ukoliko se prilikom defektacije ustanovi da istrošenja prelaze dopuštene granice, provodi se defektacija proširenog opsega.

Primjeri pozicija mjerenja debljina brodskih elemenata prikazani su na slikama xxx

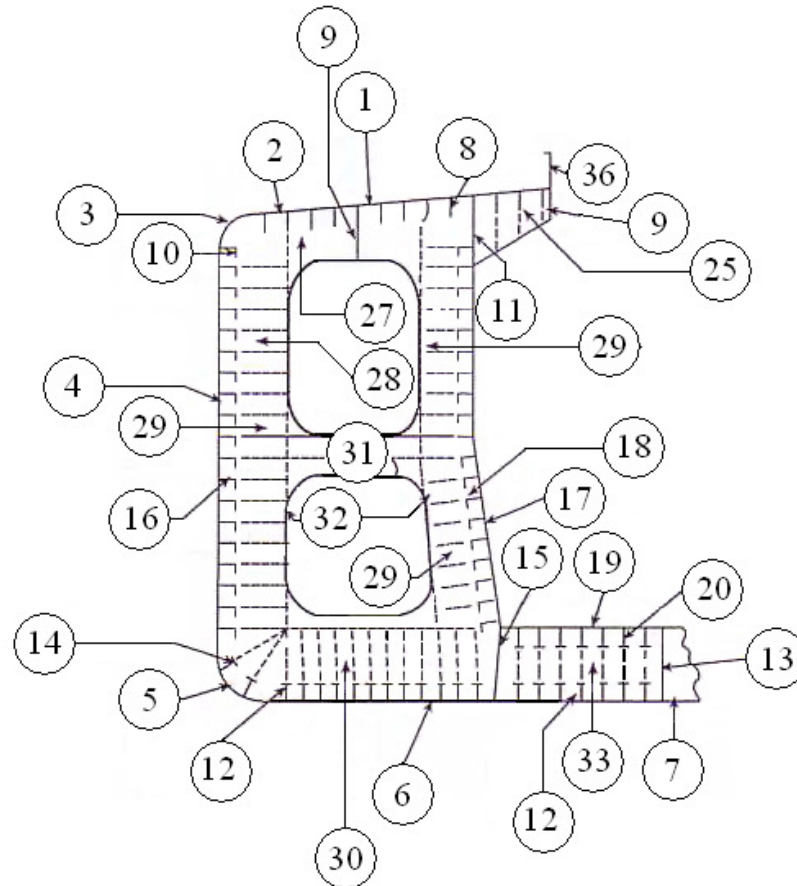


Slika xxx. Primjeri pozicija mjerenja debljina brodskih elemenata

LEGENDA:

- | | |
|---|--|
| 1. Oplata palube čvrstoće | 18. Uzdušnjaci krova dvodna |
| 2. Palubna proveza | 19. Oplata kosoga krova uzvojnog tanka |
| 3. Završni voj | 20. Uzdušnjaci kosoga krova uzvojnog tanka |
| 4. Bočna oplata broda | 21. Po uputama klasifikacijskog društva |
| 5. Oplata uzvoja broda | 22. Po uputama klasifikacijskog društva |
| 6. Oplata dna broda | 23. Rebrénice dvodna |
| 7. Kobilica broda | 24. Poprečni nosači gornjeg bočnog tanka |
| 8. Uzdušnjaci palube | 25. Poprečni nosači uzvojnog tanka |
| 9. Palubne podveze | 26. Po uputama klasifikacijskog društva |
| 10. Uzdušnjaci završnog voja | 27. Po uputama klasifikacijskog društva |
| 11. Oplata kosog dna gornjeg bočnog tanka | 28. Pražnice grotala |
| 12. Uzdušnjaci kosog dna gornjeg bočnog tanka | 29. Oplata palube između grotala |
| 13. Uzdušnjaci dna | 30. Poklopci grotala |
| 14. Uzdužni nosači dna | 31. Unutarnja oplata dvoboka |
| 15. Uzdušnjaci uzvoja | 32. Po uputama klasifikacijskog društva |
| 16. Uzdušnjaci bočne oplate | 33. Po uputama klasifikacijskog društva |
| | 34. Rebra skladišta |

17. Oplata krova dvodna



Slika xxx. Primjeri pozicija mjerenja debljina brodskih elemenata

LEGENDA:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Oplata palube čvrstoće | 21. Po uputama klasifikacijskog društva |
| 2. Palubna proveza | 22. Po uputama klasifikacijskog društva |
| 3. Završni voj | 23. Po uputama klasifikacijskog društva |
| 4. Bočna oplata broda | 24. Po uputama klasifikacijskog društva |
| 5. Oplata uzvoja broda | 25. Poprečni nosač palube u središnjem tanku |
| 6. Oplata dna broda | 26. Poprečni nosač dna u središnjem tanku |
| 7. Kobilica broda | 27. Poprečni nosač palube u bočnom tanku tereta |
| 8. Uzdužnjaci palube | 28. Okvirni nosač bočne oplate |
| 9. Palubne podveze | 29. Okvirni nosač uzdužne pregrade |
| 10. Uzdužnjaci završnog voja | 30. Poprečni nosač dna u bočnom tanku |
| 11. Gornji voj uzdužne pregrade | 31. Prečke okvira |
| 12. Uzdužnjaci dna | 32. Pojasna traka okvirnog nosača |
| 13. Uzdužni nosači dna | 33. Rebrénice dvodna |
| 14. Uzdužnjaci uzvoja | 34. Po uputama klasifikacijskog društva |
| 15. Donji voj uzdužne pregrade | 35. Po uputama klasifikacijskog društva |
| 16. Uzdužnjaci bočne oplate | 36. Pražnice grotala |
| 17. Oplata uzdužne pregrade (ostatak) | 37. Oplata palube između grotala |
| 18. Uzdužnjaci uzdužne pregrade | 38. Poklopci grotala |
| 19. Oplata krova dvodna | |
| 20. Uzdužnjaci krova dvodna | |

39. Po uputama klasifikacijskog društva

40. Po uputama klasifikacijskog društva

Nakon obavljene defektacije trupa broda i unošenja podataka u posebne tablice i nacрте razvijene oplate, palube, krova dvodna itd., uspoređuju se oštećenja s dopuštenim veličinama. Pritom inspektori klasifikacijskog društva zajedno s predstavnicima brodovlasnika i tehničke kontrole brodogradilišta definiraju:

- koje limove broskog trupa treba zamijeniti,
- na kojim limovima se može postaviti podvostručenje i za koji vremenski period to vrijedi,
- koji limovi se mogu ravnati na licu mjesta,
- koji dio brodske strukture treba demontirati, odnijeti u radionicu, izravnati i djelomično zamijeniti, te ponovo ugraditi na njegovo mjesto na broskom trupu.

Pritom treba u obzir uzeti sljedeće:

- ako su veličine općeg istrošenja nekog lima broskog trupa veće od dozvoljenih, taj lim treba pojačati ili potpuno zamijeniti,
- dijelovi limova vanjske oplate čija je površina zahvaćena korozijom u manjoj mjeri, mogu se uz suglasnost inspektora klasifikacijskog društva popraviti navarivanjem odgovarajućim elektrodama,
- zavareni spojevi koji ne zadovoljavaju kriterije čvrstoće i nepropusnosti moraju se izljeviti do zdravog metala i ponovno zavariti,
- ulegnuća ograničenih dimenzija, s omjerom najvećeg progiba i najmanje dimenzije ulegnuća od najviše 1/20 mogu se ostaviti bez ravnjanja plamenikom,
- oštećenja vanjske oplate i palube mogu se ispraviti podvostručenjem, ali samo za određeno vremensko razdoblje.

U slučaju većih oštećenja trupa ili preinaka, remontno brodogradilište izrađuje tehničku, tehnološku i plansku dokumentaciju, kao i kalkulaciju potrebnih radnih sati. Radna dokumentaciju za remontne radove bitno se razlikuje od dokumentacije koja je potrebna za izgradnju novih brodova. Naime remont broda izvodi se u vrlo kratkom vremenskom periodu od četiri do pet tjedana, pa nema dovoljno vremena za izradu kompletne tehničke dokumentacije iz koje bi se trebale izraditi tehnološka, planska i proizvodna dokumentacija.

Ako se radi o izmjeni dijelova broskog trupa, prema postojećem elementu u radionici se izradi novi. Eventualne preinake izvode se tako da se izravno na brodu uzimaju potrebne izmjere i daju se na daljnju izradu u radionicu izrade broskog trupa.

Posebno pažljivo treba pregledati trup broda ispod demontiranih strojeva, električnih kabela, izolacije, drvenih ili drugih obloga. Limovi se na tim mjestima moraju prije montaže opreme na mjesto, detaljno pregledati i po potrebi izmijeniti i dobro antikorozivno zaštititi.

Za izvođenje remontnih radova u doku remontno brodogradilište osigurava odgovarajuće alate, opremu i infrastrukturu:

- priključke za električnu energiju,
- alate i opremu za izvođenje zavarivačkih radova,
- alate i opremu za izvođenje radova rezanja brodske oplate,
- alate i opremu za izvođenje radova brušenja na broskoj oplati,
- cjevovode za opskrbu inertnim plinovima,
- alate za lakšu manipulaciju s izrezanim elementima brodske strukture,
- itd.

2.6 Izbor sustava antikorozivne zaštite broskog trupa

Faktori koji utječu na izbor sustava antikorozivne zaštite broda su:

- a) brodovlasnik,
- b) međunarodne organizacije,
- c) proizvođač boje,

d) brodogradilište.

a) Brodovlasnik traži adekvatan sustav zaštite trupa koji će zadovoljiti sljedeće zahtjeve:

- odgovarajuću trajnost sustava zaštite,
- sustav zaštite trupa broda kojeg se lako može pregledavati i održavati,
- sustav zaštite trupa broda na kojem se mogu lako izvoditi radovi remonta,
- prihvatljivost cijene u odnosu na zahtijevanu kvalitetu

b) Međunarodne organizacije zahtijevaju:

- sigurnost sustava zaštite broskog trupa,
- sigurnost za zdravlje ljudi,
- sigurnost zaštite okoliša od zagađenja.

Najvažnije međunarodne organizacije su:

- nacionalne vlasti,
- nadležna klasifikacijska društva,
- IMO (Međunarodna pomorska organizacija).

c) Proizvođač boje

Proizvođač boje odabran je od strane brodovlasnika i remontnog brodogradilišta i mora ispuniti:

- zahtjeve brodovlasnika za što boljim i dugotrajnijim sustavom zaštite broskog trupa,
- definirati zahtjeve za adekvatnu pripremu površine (mokro i suho čišćenje broskog trupa),
- definirati odgovarajući način održavanja sustava zaštite broskog trupa,
- preporučiti odgovarajuću debljinu filma zaštitnih premaza,
- preporučiti odgovarajuću katodnu zaštitu broskog trupa,
- definirati tehničke karakteristike zaštitnih premaza za svaki pojedini sustav zaštite broskog trupa,
- odrediti preporuke za kvalitetu i stručnost radnika.

d) Brodogradilište

Brodogradilište ima sljedeće razloge odabira pojedinog sustava zaštite broskog trupa:

- uporaba odgovarajućeg sustava zaštite broskog trupa koja će polučiti najpovoljnije financijske rezultate uz zadovoljavajuću trajnost i kvalitetu boje,
- uporabu sustava zaštite broskog trupa koje brodogradilište obično koristi,
- uvjeti rada prilikom nanošenja zaštitnih premaza, pogotovo kod niskih temperatura.

Nakon što su brodogradilište i brodovlasnik definirali adekvatan sustav zaštite broskog trupa i njegovih tankova, proizvođač boja mora dostaviti sljedeće dokumente:

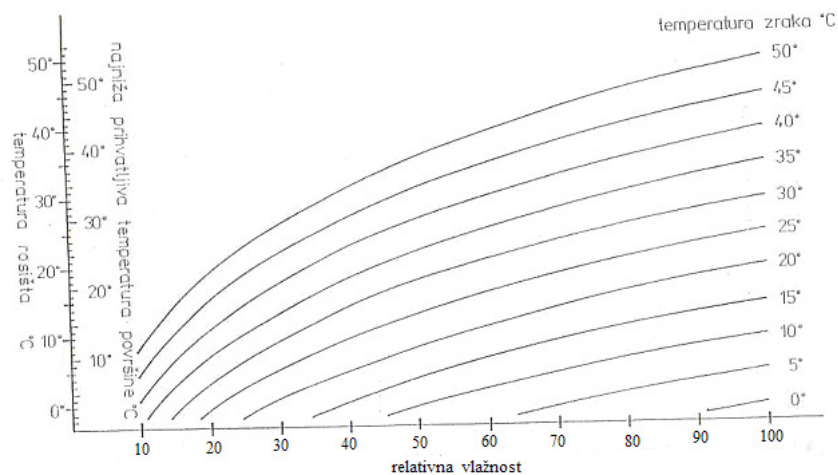
- tehničku specifikaciju sustava zaštite broda,
- zdravstvene i ekološke studije o utjecaju na okoliš,
- prethodna iskustva i referentnu listu,
- certifikate i testove o kvaliteti,
- opće informacije.

2.7 Nanošenje zaštitnih premaza

Neposredno prije nanošenja premaza, a u cilju što uspješnijeg i potpunijeg prijanjanja premaza na površinu brodske strukture, potrebno je izvršiti kontrolu temperature i vlažnosti

zraka. Utjecajni faktori koji se mjere pri nanošenju zaštitnih premaza, su temperatura zraka, relativna vlažnost zraka, temperatura površine i prisutnost vlage na površini čelika brodskog trupa.

Temperatura zraka se mjeri termometrom. Relativna vlažnost zraka se mjeri higrometrom, a temperatura površine metala brodske strukture se mjeri kontaktnim termometrom. Na osnovi temperature zraka i relativne vlažnosti može se odrediti minimalna dozvoljena temperatura površine metala brodske strukture na koji se nanosi zaštitni premaz. Ta vrijednost se očitava iz posebnog dijagrama koji se zove nomogram. Najniža temperatura površine metala brodske strukture do koje se može nanositi zaštitni premaz iznosi 3°C iznad temperature rosišta. Ovo se može testirati puhanjem daha prema površini. Ako se na površini vlaga kondenzira, mora nestati u nekoliko minuta. Temperatura rosišta je temperatura na kojoj započinje kondenzacija, jer se na toj temperaturi postiže maksimalni tlak para. Relativna vlažnost je tada 100%. Ako se temperatura spusti, vlaga će kondenzirati na hladnijim površinama.



Dijagram xxx. Odnos između relativne vlažnosti, temperature zraka i temperature površine

Pri nanošenju zaštitnih premaza, razlikuju se sljedeći premazi:

1. temeljni premaz,
2. međupremaz,
3. antivegetativni premaz za podvodni dio vanjske oplata,
4. završni premaz.

2.8 Temeljni premaz

Temeljni premaz je prvi zaštitni premaz koji se nanosi na brodsku konstrukciju. Koristi se kao privremeni zaštitni sloj odmah nakon rezanja i sačmarenja čeličnog lima. Od temeljnog premaza se zahtjeva sljedeće:

- da spriječe koroziju tijekom skladištenja čelika i gradnje broda,
- moraju biti prikladni za proces zavarivanja čelika,
- moraju biti prikladna podloga za završni premaz,
- ne smiju biti štetni za zavarivača.

Danas se koriste samo dvokomponentni epoksidni temeljni premazi. Oni daju sačmarenom čeliku zaštitu do devet mjeseci, ovisno lokalnim uvjetima.



Slika xxx. Nanošenje temeljnog premaza na vanjsku oplatu broda

2.9 Antivegetativni premazi

Glavna namjena antivegetativnih premaza je zaštita podvodnog dijela brodskog trupa od obraštanja i zadržavanje glatkoće oplata. Brodovi brže plove i troše manje goriva kada im je oplata čista i glatka, odnosno kada nije obraštena različitim morskim organizmima. U svrhu zaštite od obraštanja koriste se antivegetativni premazi (engl. antifouling). Antivegetativni premazi također štite oplatu podvodnog dijela trupa od korozije i smanjuju troškove antikorozivne zaštite broda u eksploataciji.

Obraštanje je skupni naziv za obraštanje trupa biljnim (alge i trave) i životinjskim organizmima (polipi, školjkaši, koralji, vlasulje). Broj organizama koji uzrokuju obraštanje kreće se oko 4000-5000. Obraštanje se prema veličini odraslih organizama može podijeliti u dvije kategorije:

- makroobraštanje; stvaraju ga životinje i biljke,
- mikroobraštanje; stvara se ljepljiva smjesa bakterija i drugih mikroorganizama.

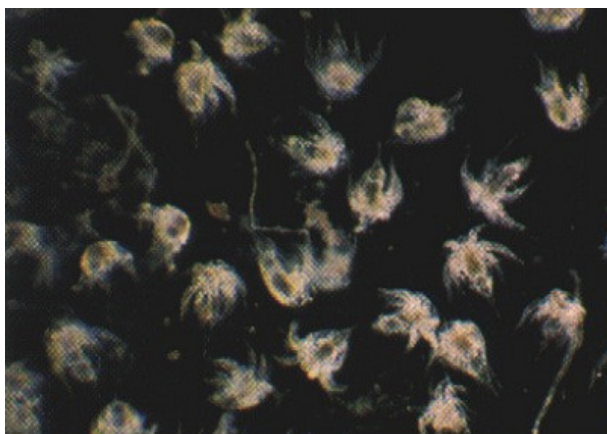
Prijanjanje mikroorganizama na brodski trup je slabije nego prijanjanje biljaka i životinja. Dna brodova koja nisu zaštićena od obraštanja mogu nakupiti do 150 kg/m² mase u manje od šest mjeseci boravka u moru. Na vrlo velikim tankerima za prijevoz sirove nafte s 40.000 m² površine oplata, to iznosi dodatnih 6.000 t mase.



Slika xxx: Vanjska oplata broda obrasla školjkašima



Slika xxx: Obraštanje na površinama gdje se izgubio zaštitni sloj



Slika xxx: Larve



Slika xxx: Morski žir i drugi školjkaši

Obraštanje povećava otpor broda i smanjuje brzinu, uz istu snagu porivnog stroja za oko 10-15%. Kako bi se održala tražena brzina, snaga motora se mora povećati za 23-38%, a time se potrošnja goriva povećava za 25-40%.

Korištenjem sredstava protiv obraštanja brodovlasnik dobiva značajnu uštedu u novcu. To se ostvaruje iz sljedećih razloga:

- otpor broda i potrošnja goriva kao posljedica, značajno se povećavaju ako je oplata obraštena,
- ako se koriste sredstva protiv obraštanja brod će provesti manje vremena na dokovanju,
- veći je interval između dva dokovanja,

- obrasline uzrokuju oštećenje boje, što povećava koroziju i troškove održavanja .
Većina sredstava protiv obraštanja su samopolirajuće boje. Boja se pod djelovanjem morske vode skida sloj po sloj. Time se iz sredstva za obraštanje oslobađaju tvari koje u kontroliranoj mjeri sprječavaju obraštanje.

U brodogradnji se koriste se tri grupe sredstava protiv obraštanja:

- sredstva protiv obraštanja na bazi kositra,
- sredstva protiv obraštanja bez kositra,
- sredstva protiv obraštanja na bazi bakra.



Slika xxx: *Samopolirajući antivegetativni premaz*

Sredstva protiv obraštanja na bazi kositra sadrže TBT (tributyltin). To je otrovna tvar koja ubija mikro i makro organizme, larve školjaka i spore algi, kada dođu u doticaj s oplatom. TBT nije samo otrovan za obrasline već i za morske organizme u lukama. U lukama ili mjestima gdje je velika frekvencija brodova, lokalna koncentracija TBT-a može postati tako visoko, da djeluje na ugibanje ili deformaciju morskih organizama. Stoga se TBT potpuno izbacuje iz uporabe, a zamjenjuju ga sredstva bez kositra (*tin-free antifouling*).

TBT se često opisuje kao najotrovnija tvar koja je ikad namjerno unijeta u morski okoliš. Kao biocid u antivegetativnim bojama, pokazao se iznimno učinkovitim u očuvanju oplate čistom i glatkom, a kada je uveden u antivegetativne boje, smatran je manje štetnim od drugih biocidnih tvari, poput DDT-a i arsena. Kao biocid, TBT je dovoljno jak da dovodi do ugibanja organizama koji uzrokuju obraštanje. Glavni ekološki problem je njegova dugotrajnost, odnosno nerazgradivost.

Kako se TBT široko upotrebljavao u antivegetativnim bojama, znanstvenici su počeli nalaziti sve veće koncentracije TBT-a u prostorima s velikom koncentracijom plovila, poput luka, marina itd. Na otvorenom moru i oceanima, zagađenje TBT-om nije bio toliko problem, iako su kasnije studije pokazale visoke koncentracije TBT-a kod riba i sisavaca. Znanstvenici su najprije pronašli dokaze o kontaminaciji TBT-om kod oštriga. U zaljevi Arcachon, u Francuskoj, sedamdesetih je godina prošlog stoljeća zagađenje TBT-om s brodova povezano s visokom smrtnošću larvi oštriga i ozbiljnim deformacijama oklopa odraslih školjki, koje su tako izgubile komercijalnu vrijednost.

Debljina sloja sredstva za obraštanje prilagođena je trajanju boje. Nije potrebna veća trajnost od pet godina, jer klasifikacijska društva zahtijevaju dokovanje broda najmanje svakih pet godina.

Dobar biocid u antivegetativnom sistemu ima sljedeće karakteristike:

- široku primjenjivost,
- nisku toksičnost za morske organizme,
- nisku topljivost u vodi,

- ne akumulira se u hranidbenom lancu,
- ne ostaje trajno u okolišu (razgradiv je),
- kompatibilan je sa sistemom bojenja,
- dobar omjer cijene i djelovanja.

Tablica xxx. Alternativni antivegetativni sistemi

Proizvod / metoda	Prednosti / nedostaci
Boje na bazi bakra	Već postoje; manje su toksične nego TBT. Djeluju samo na morsku faunu (za sprječavanje rasta trava, dodaju se herbicidi koji pak predstavljaju prijatnu okolišu)
Boje bez kositra	Najbolje djeluju na plovilima koja se dokuju svake tri i pol godine ili češće. Učinkovite su i na plovilima za posebnu namjenu (remorkeri, čamci za spašavanje, istraživački brodovi) ako se koriste barem 100 dana u godini i dokuju se barem svake 3 godine. Kad se plovi rjeđe koriste, jače je obraštanje i dokovanje treba provesti svake godine.
Nelijepivi premazi	Ne sadrže biocide, ali imaju ekstremno glatku i sklisku površinu, što sprječava obraštanje i olakšava čišćenje. Najprikladniji su za plovi s brzinom od najmanje 30 čv.. Oštećenja na premazima boje se teško popravljaju. Pojavljuje se lagano obraštanje, ali se lako otklanja visokotlačnim pranjem na godišnjem dokovanju.
Čišćenje	Periodičko čišćenje podvodnog dijela broskog trupa je najprikladnije za brodove koji plovi u morskoj i slatkoj vodi, te u područjima gdje se malo organizama hvata za trup. Čišćenje uključuje ronioce sa rotirajućim četkama i visokotlačnim pumpama.
Prirodna otpornost i prirodni biocidi	Supstance koje daju prirodnu otpornost protiv obraštanja, bazirane su na sposobnosti morskih organizama, poput koralja i spužvi, da razviju prirodni biocid protiv obraštanje. Istraživanja uporabe prirodnih tvari su još u zametku, ali su pronađeni aktivni metabolanti i sintetizirani novi biocidi.
Elektricitet	Stvaranje razlike u električnom naboju između trupa i morske vode pokreće kemijski proces koji sprječava obraštanje. Ova tehnologija se pokazuje učinkovitijom nego uporaba boja na bazi kositra, ali je sistem podložan oštećenjima i skup, te stvara povećan rizik od korozije i veću potrošnju energije.

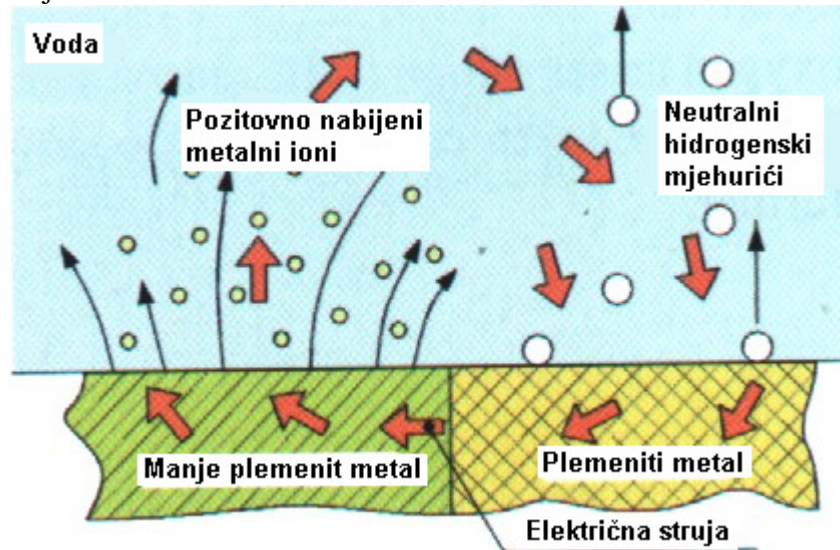
2.10 Katodna zaštita broda

Katodna zaštita broda je sastavni dio svakog broda na njegovom podvodnom dijelu. Primarna zadaća katodne zaštite je elektrokemijski način zaštite metala od utjecaja korozije, a provodi se na dva načina:

1. postavljanjem žrtvovanih anoda (SCAP),
2. instaliranjem narinute struje (ICCP).

2.10.1 Galvanska korozija

Da bi bolje razumjeli katodnu zaštitu broda, potrebno je objasniti proces galvanske korozije. Svaki metal u kontaktu s vodom ima tendenciju otpuštanja pozitivnih iona (kationa). To čini vodu sve više pozitivno nabijenom, a metal postaje sve negativniji. Što je metal manje plemenit, to imati veću tendenciju otpuštanja pozitivnih iona. Takav metal postaje još više negativan, i sve više se troši. Suprotno, što je metal plemenitiji, to ima manju tendenciju otpuštanja pozitivnih iona, pa će stoga biti i manje negativno nabijen u odnosu na vodu, što znači da se i manje troši. OVO MALO PRESLOŽITI



Slika xxx. *Prikaz procesa galvanske korozije*

Svaki metal uronjen u vodu ima svoj potencijal, što je prikazano tablicom xxxx. Što je potencijal metala negativniji, to je materijal manje plemenit. Tako je npr. zlato plemenitije od bakra, bakar plemenitiji od kositra, kositar plemenitiji od željeza, željezo plemenitije od cinka, a cink plemenitiji od aluminija.

Pojednostavljeno gledano, brod možemo promatrati kao sistem sastavljen od triju različitih metala u električnom kontaktu: čelika (oplata broda), bronce (brodski vijak) i legure cinka (anoda za katodnu zaštitu). Čelik se u morskoj vodi anodno polarizira kad je u spoju s broncom, a katodno kad je u spoju s legurom cinka.

Elektrokemijska reakcija na brodu javlja se na sljedećim mjestima:

- između broskog vijka i okolnog čelika,
- između dijelova iz slitina bakra (npr. izmjenjivača topline) i čeličnih dijelova,
- između aluminijskih i čeličnih dijelova broda,
- na mjestima gdje je boja oštećena

Turbulencije, brzina, povišena temperatura i salinitet vode ubrzavaju proces korozije broskog trupa.

Glavni način zaštite od galvanske korozije je eliminiranje struje koja ju uzrokuje. To se može postići na nekoliko načina:

- izoliranjem metala na izloženoj strani bojenjem. Time se štiti izloženi metal od kontakta s kisikom i elektrolitom (voda). Sve dok je sloj boje neoštećen, boja predstavlja izolator te nema kontakta između elektrolita i metala. Čim se sloj boje ošteti počinje proces korozije,
- preusmjeravanjem toka struje korištenjem žrtvovanih anoda,
- preusmjeravanjem toka struje narinutim naponom.

Tablica xxx. Potencijali metala u morskoj vodi

Materijal	Korozivni potencijal (V)
Magnezij i magnezijeve slitine	-1,60 do -1,63
Cink	-0,98 do -1,03
Aluminijeve slitine	-0,76 do -1,00
Meko željezo	-0,60 do -0,71
Lijevano željezo	-0,60 do -0,71
Tip 410 (13% Cr) - nerđajući čelik, aktivan u vodi	0,46 do -0,58
Tip 304 (18-8) - nerđajući čelik, aktivan u vodi	0,46 do -0,58
Tip 316 (18-8, 3% Mb) - nerđajući čelik, aktivan u vodi	-0,43 do -0,54
Inconel (78% Ni, 13,5% Cu, 6% Fe) - aktivan u vodi	-0,35 do -0,46
Aluminijeva bronca (92% Cu, 8% Al)	-0,31 do -0,42
Brodski mjed (60% Cu, 39% Zn)	-0,30 do -0,40
Žuti mjed (65% Cu, 35% Zn)	-0,30 do -0,40
Crveni mjed (85% Cu, 15% Zn)	-0,30 do -0,40
Kositar	-0,31 do -0,33
Bakar	-0,30 do -0,57
Aluminijski mjed (76% Cu, 22% Zn, 2% Al)	-0,28 do -0,36
Manganska bronca (58,5% Cu, 39% Zn, 1% Sn, 0,3% Mn)	-0,27 do -0,34
Silicijska bronca (96% Cu, 0,8% Fe, 1,50% Zn, 2% Si, 0,75% Mn, 1,60 Sn)	-0,26 do -0,29
Tip 410 (13% Cr) - pasivan u vodi	-0,26 do -0,35
Olovo	-0,19 do -0,25
Inconel (78% Ni, 13,5% Cu, 6% Fe) - pasivan u vodi	-0,14 do -0,17
Nikal 200	-0,10 do -0,20
Tip 304 (18-8) - Nerđajući čelik, pasivan u vodi	-0,05 do -0,10
Monel 400 (70% Ni, 30% Cu)	-0,04 do -0,14
Tip 316 (18-8, 3% Mb) - Nerđajući čelik, pasivan u vodi	0,00 do -0,10
Titan	-0,05 do +0,06
Platina	+0,19 do +0,25
Grafit	+0,20 do +0,30

2.10.2 Katodna zaštita žrtvovanim anodama

Kada su dva metala u kontaktu jedan s drugim u prisutnosti vode (makar i u malim količinama), manje plemenit metal će imati niži potencijal u odnosu na plemenitiji. Ova razlika potencijala i kontakt između metala generira električnu struju između njih. Struja teče od plemenitijeg metala (katoda) ka manje plemenitom (anoda). Kontinuirani tok struje prema manje plemenitom metalu uzrokuje oslobađanje još više pozitivnih iona, koji se otapaju u vodi. To dovodi do polaganog otapanja manje plemenitog metala u vodi. Ovo otapanje metalnih iona naziva se anodna reakcija, a metal koji se otapa naziva se anoda.

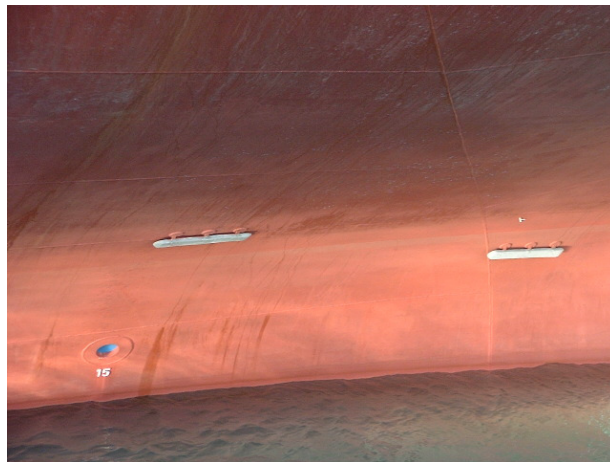
Žrtvovane anode su komadi metala koji imaju niži potencijal u morskoj vodi od metala broskog trupa koji se zaštićuje. Anode se izrađuju od neplemenitog materijala i lakše korodiraju od željeza. Žrtvovane anode obično se izrađuju od cinka, aluminijski ili u rijetkim slučajevima, magnezija. Prije su se znatno više koristile magnezijeve anode, ali su ukinute, jer magnezij proizvodi puno vodika u samom procesu korozije što štetno utječe na prirodni okoliš.

Danas se najviše koriste žrtvovane anode od cinka, koje se zavaruju na različita mjesta na broskoj oplati. Ova anoda ima niži potencijal u odnosu na čeličnu oplatu, tako da "siše"

struju izvan izloženog dijela oplata, te se na taj način ostvaruje strujni krug između cinkove anode i dijelova opreme broda koji su izrađeni od legura bakra ili drugih plemenitih metala (npr. brodski vijak). Na taj način troši se cink, a štiti čelični dio trupa broda. Kad se cinkova anoda istroši, strujni krug se ostvari između idućeg manje plemenitog materijala što rezultira njegovim otapanjem.

Ako je sloj boje u podvodnom djelu trupa oštećen, omogućen je tok električne struje iz vode u metal. Što je oštećenje veće, to će trošenje cinkovih anoda biti će brže.

Pri montaži anoda važno je postići dobar zavareni spoj između trupa broda i anode, a anode se ne smiju premazati bojom. Anode su obično četvrtastog oblika i plosnate, ali se oko podvodnih otvora i izlaza osovine brodskog vijka postavljaju anode i drugih oblika prilagođene dijelu trupa ili opreme koji je potrebno zaštititi.



Slika xxx. Cinkove anode na oplati broda

Sustav katodne zaštite žrtvovanim anodama je vrlo fleksibilan, jer se male anode mogu rasporediti tako da mogu osigurati zaštitu cijele brodske strukture. Jedini nedostatak primjene takvih anoda je što učestalo zavarivanje žrtvovanih anoda na brodski trup može rezultirati vanjskim i unutarnjim tragovima gorenja na vanjskoj oplati broda, te su u tom slučaju potrebni novi popravci oplata.

Prednosti katodne zaštite žrtvovanim anodama su:

- između dva pregleda broda ne zahtjeva se posebno održavanje,
- niski troškovi,
- raspoloživost u cijelom svijetu.

Nedostaci su:

- ograničeno vrijeme trajanja od 1 do 5 godina, što je teško predvidjeti,
- oštećenja vanjske oplata struganjem u plutajuće sante leda i sl. uvelike mogu ubrzati trošenje anoda, što trajnost anoda čini teško predvidivom.

2.10.3 Katodna zaštita narinutim naponom

Ovaj sustav sastoji se od ispravljača, ICCP anoda, referentnih elektroda i kontrolne jedinice. Ispravljač dobavlja potrebnu struju, ICCP anode odašilju struju na potrebnu lokaciju, referentne elektrode prate razinu zaštite, a kontrolna jedinica automatski podešava izlaz struje prema potrebi.

Kod katodne zaštite narinutim naponom, voda se pozitivno polarizira. Kao rezultat dobiva se tok struje prema brodskoj strukturi gdje god je ona u kontaktu s morskom vodom. Na taj način štiti se čelični dio oplata od korozije. Da bi se to postiglo, ispravljač je spojen na brodsku oplatu s negativnim polom. Pozitivan pol je spojen na dvije ili više anoda na brodskoj oplati. Anode su izrađene iz plemenitog metala, kao što je platina. Češće se koriste visokogradni metalni oksidi. Ti oksidi ne mogu ponovno oksidirati niti se otapati u vodi. Jakost narinute struje kreće se između 10 A i 600 A. Točna vrijednost ovisi o veličini broda, količini oštećene boje, brzini broda i salinitetu vode. Napon može biti i do 20-30 V, što ovisi o broju i poziciji anoda. Na mjestima gdje je oplata u direktnom kontaktu s morskom vodom, napon se smanjuje na 1,5-2,5 V.

Vrlo važan dio tehnologije katodne zaštite je određivanje vrijednosti potencijala metala tijekom korištenja. Vrijednost potencijala ukazuje da li korozija oštećuje metal utječe ili je on zaštićen. Da bi se odredila ta vrijednost, potrebno je poslužiti se "referentnom elektrodom". Ta je elektroda spojena na voltmetar i ona nam pokazuje napon između metala i same referentne elektrode. Pritom se referentna elektroda mora spojiti na negativnu stranu voltmetra. Najčešće korištene referentne elektrode su sljedeći tipovi elektroda:

- Zn (čisti cink) s potencijalom korozivne zaštite + 250mV,
- Ag/AgCl (srebrni klorid) s potencijalom korozivne zaštite - 800mV,
- SCE (elektroda od zasićenog kalomela s potencijalom korozivne zaštite - 790 mV,
- Cu/CuSO₄ (bakreni sulfat) s potencijalom korozivne zaštite - 850 mV.

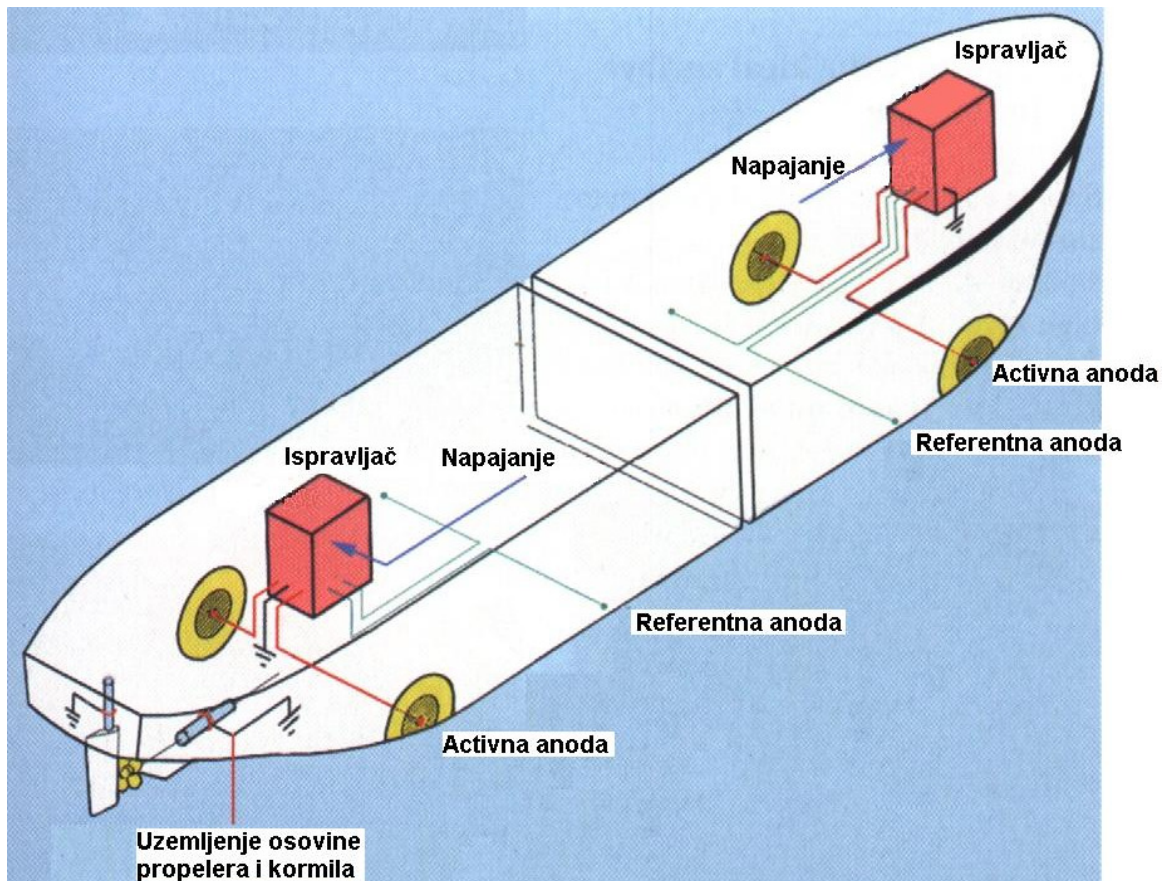
Vrijednosti potencijala koje su negativnije od navedenih pokazuju da je materijal brodskog trupa zaštićen od korozije, dok pozitivniji potencijali upućuju da postoji mogućnost korozije.

Prednosti sustava katodne zaštite narinutim naponom su:

- zahtijeva minimalno održavanje,
- visoka pouzdanost,
- kontrolirano djelovanje u svakom trenutku,
- glatka površina oplata te nema otpora gibanju broda,
- dugi radni vijek uz minimalno održavanje,
- nije potrebno zavarivanje anoda kod suhog dokovanja,
- automatski regulator podešava jakost struje na referentnoj anodi, ovisno o sastavu vode (slatka, boćata ili slana voda) ili oštećenju premaza vanjske oplata.

Nedostaci sustava katodne zaštite narinutim naponom su:

- visoka nabavna cijena (znatno veća od uporabe žrtvovanih anoda),
- sustav se amortizira nakon cca. 6 godina,
- krivo namještanje napona može prouzročiti značajno oštećenje boje i oplata podvodnog dijela trupa.



Slika xxx. Princip katodne zaštite narinutim naponom

Katodna zaštita može se koristiti:

- kao primarna zaštita od korozije za čelik bez premaza,
- kao sekundarna zaštita od korozije na mjestima gdje je korišten zaštitni premaz,
- kao mjera održavanja da bi se umanjila korozija kada druge mjere nisu zadovoljile ili su skupe.

Jedno od ograničenja katodne zaštite je što može djelovati samo u prisutnosti elektrolita koji je potreban kao prijenosnik elektrona. Za slučaj vanjske oplata broda elektrolit je morska voda.

3. PREGLED I IZVOĐENJE REMONTA SKLOPA KORMILA

Kormilom broda omogućuje se upravljanje brodom, na način da se brod održava u zadanom kursu ili da se osigura promjena kursa u željenom pravcu. Smješteno je na krmi broda. Prema obliku poprečnog presjeka kormila se dijele na plosnata i strujna. Prema položaju kormila s obzirom na njegovu osovinu, razlikuju se balasna, poloubalasna i nebalasna izvedba kormila

Najčešće su u uporabi obična i viseća kormila. Obična su kormila vezana za brodski trup preko osovine kormila i jednog ili više ležaja na krmenoj statvi. Viseća kormila vise izvan trupa broda, a za brod su isključivo vezana preko vlastite osovine, odnosno struka kormila.

Pregled kormila, njegove osovine i ležajeva izvodi se kako bi se ustanovila zračnost u ležajevima i pad kormila. Potrebno je kontrolirati sljedeće:

1. zračnost štenca kormila,
2. pad kormila,
3. zračnost struka kormila.

3.1 Zračnost štenca kormila

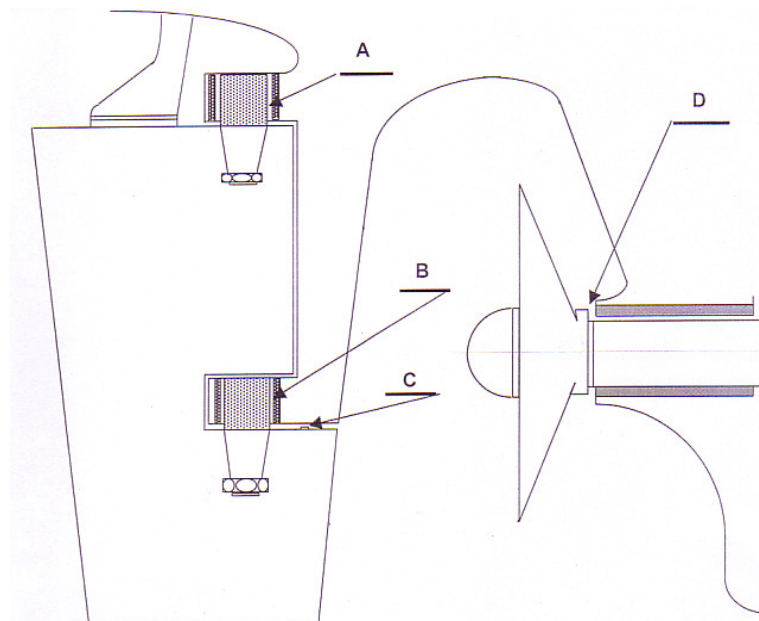
Zračnost štenca kormila kontrolira se zbog provjere veličine istrošenja i ovalnosti ležajeva, i to unakrsno u smjerovima lijevo-desno, pramac-krma. U obzir treba uzeti preporuke i upute proizvođača kormila. To je osobito važno kod primjene umjetnih materijala, gdje zračnosti mogu ovisiti o klimatskim uvjetima.

Tablica xxx. Izmjere mjerenja istrošenosti gnijezda ležaja štenca

		LEŽAJ ŠTENCA	GNIJEZDO LEŽAJA	ZRAČNOST
I	a			
	b			
II	a			
	b			
III	a			
	b			

3.2 Pad kormila

Pad kormila se kontrolira zbog provjere veličine istrošenja štenaca i spuštanja kormila prema dolje. Pad kormila i osovine broskog vijka kontrolira se pomoću mjernih listića (sondi) ili pomičnim mjerilom na pozicijama prikazanim na slici xxx.. Štenac i matica moraju biti tako osigurani da spriječe relativno pomicanje i odvrtnje.



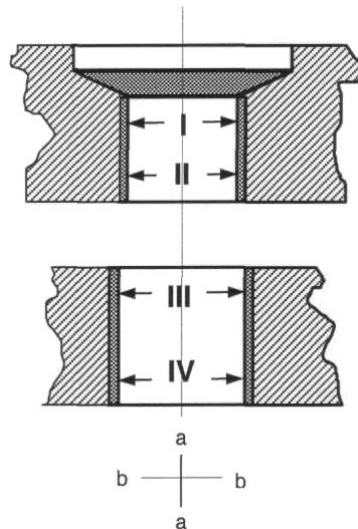
Slika 1. Kontrola zračnosti kormila i pada osovine broskog vijka [9]

LEGENDA:

- A. Zračnost gornjeg štenca kormila
- B. Zračnost donjeg štenca kormila
- C. Pad kormila
- D. Pad osovine broskog vijka

3.3 Zračnost struka kormila

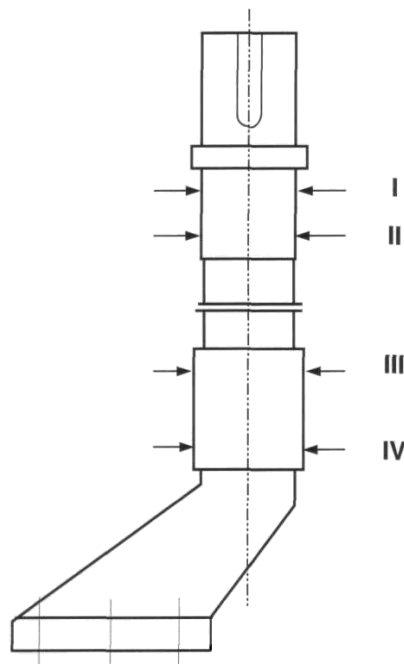
Kod struka kormila kontrolira se istrošenje ležaja mjerenjem zračnosti i to u smjeru a-a i b-b. Smjer a-a predstavlja mjerenje u smjeru lijevo-desno, dok smjer b-b predstavlja mjerenje u smjeru pramac-krma, kao što je prikazano na sljedećim slikama.



Slika xxx . *Pozicije mjerenja istrošenosti ležajeva struka kormila*

Sve očitane zračnosti upisuju se u tablice, u koje se još upisuje alat kojim je izvedeno mjerenje zračnosti, datum kada je izvedeno mjerenje zračnosti te ime i prezime zaposlenika brodogradilišta koji je izvodio mjerenje zračnosti.

Prilikom demontaže i remonta kormila, također se provodi provjera struka kormila. Struk kormila se transportira u radionicu, postavlja na tokarski stroj te se na označenim pozicijama prema slici xxx izvodi mjerenje centričnosti struka kormila. Ukoliko se uoče bilo kakva oštećenja ili istrošenja struka kormila, pristupa se njegovoj reparaciji i obradi na tokarskom stroju.



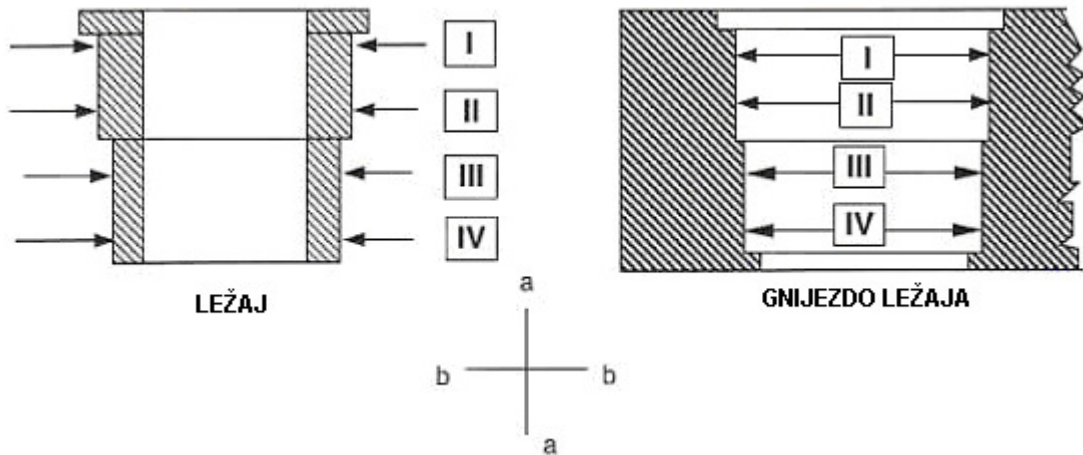
Slika xxx. *Pozicije mjerenja istrošenosti struka kormila*

3.4 Izrada novih ležajeva

Kada je zračnost u ležajevima struka i štenca kormila veća od dozvoljene, kormilo se demontira te se izrađuju odgovarajući novi ležajevi. Ležaj se izrađuje s "nadmjerom" tako da u spoju s gnijezdom čini čvrsti dosjed. Zato se prije obrade ležaja izmjeri provrt gnijezda

ležaja, kako bi se u radionici ležaj obradio na nadmjeru koja će kod navlačenja novoga ležaja u gnijezdo osigurati preklop za čvrsti dosjed.

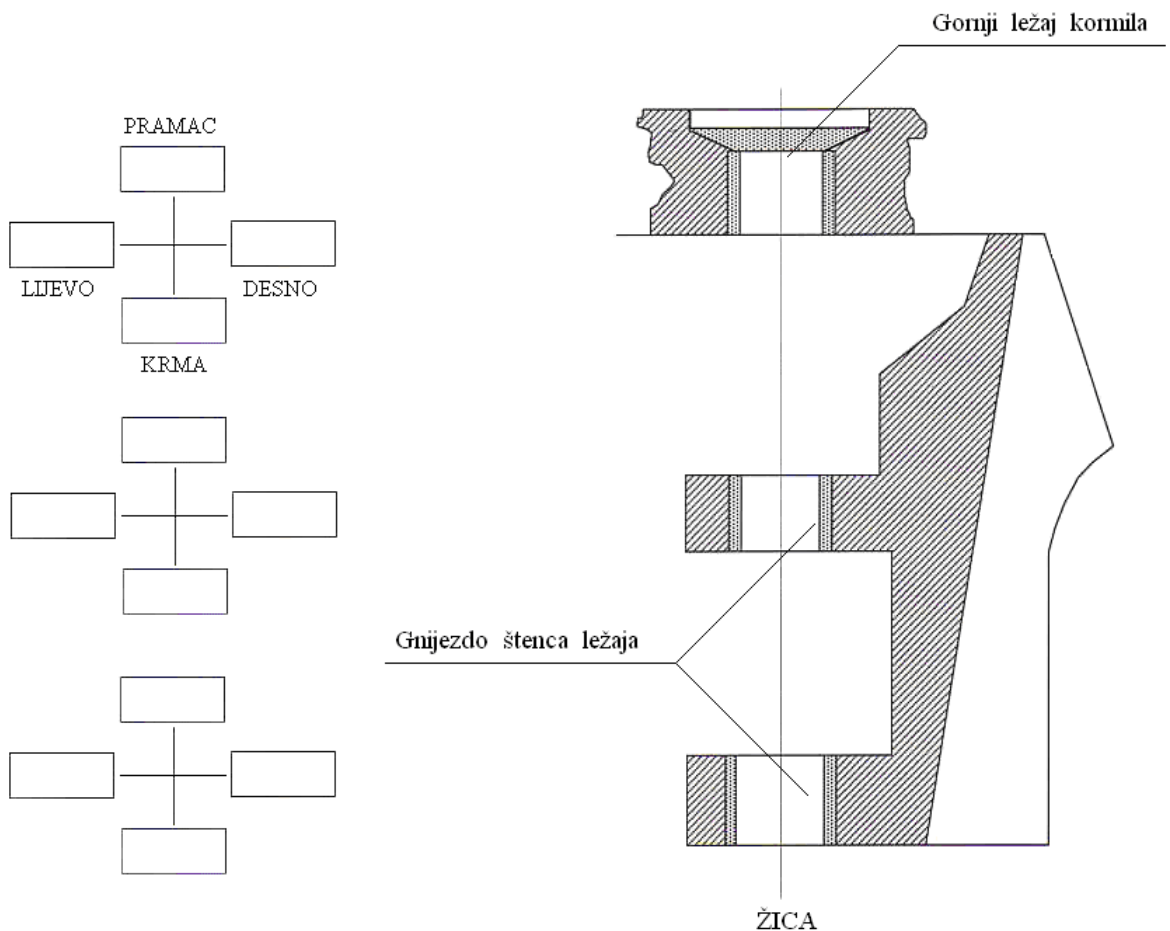
Mjerenja zračnosti izvode se za ležaj i gnijezda struka i štenca na pozicijama prikazanim na slici xxx u smjerovima a-a i b-b. Gnijezdo ležaja i sam ležaj obično se izvodi u stepenastom obliku kao na slici xxx.



Slika xxx. Pozicije mjerenja istrošenosti ležaja i gnijezda ležaja

3.5 Montaža novih ležajeva

Pri montaži novih ležajeva najprije se obrađuje provrt gnijezda ležajeva. Obrada gnijezda izvodi se s posebnim tokarskim strojem, koji se naziva baren. Prije postupka bareniranja izvodi se viziranje gnijezda struka i štenca kormila na pozicijama označenima na slici xxx.



Slika xxx. *Pozicije mjerenja istrošenosti za viziranje nosivog ležaja kormila s ležajem u peti kormila*

Viziranje se izvodi žicom koja se provuče kroz provrt u središtu gornjega ležaja kormila i kroz oba gnijezda štenca ležaja, te se mikrometrom kontrolira centar žice u odnosu na provrt. Žica kojom se izvodi viziranje nategnuta je s pomoću viska s utegom. U novije se vrijeme, umjesto žice koristi laser, a princip rada s njime je isti kao i kod žice. Nakon postavljanja žice u centar gnijezda, na gnijezdu ležaja se trasiraju krugovi za mjerenje i kontrolu mjere na koju je gnijezdo potrebno obraditi tokarenjem s barenom. Nakon obrade gnijezda, ponovno se nategne žica i kontrolira centracija. Mjerenje se izvodi u smjerovima pramac-krma i lijevo-desno kao što je to prikazano slikom xxx. Nakon toga, uzimaju se mjere provrta gnijezda prema kojima se, za potrebe uprešavanja s čvrstim dosjedom, u radionici obrađuje vanjski promjer novog ležaja.

3.6 Remont konusa štenca i kormila

Kontrola zračnosti konusa štenca i kormila izvodi se kako bi se utvrdilo njegovo istrošenje ili eventualno oštećenje. Remont konusa izvodi se navarivanjem i obradom konusa lista kormila i štenca, tako da štenac prilikom svoje montaže normalno nasjeda na svoju prethodnu poziciju.

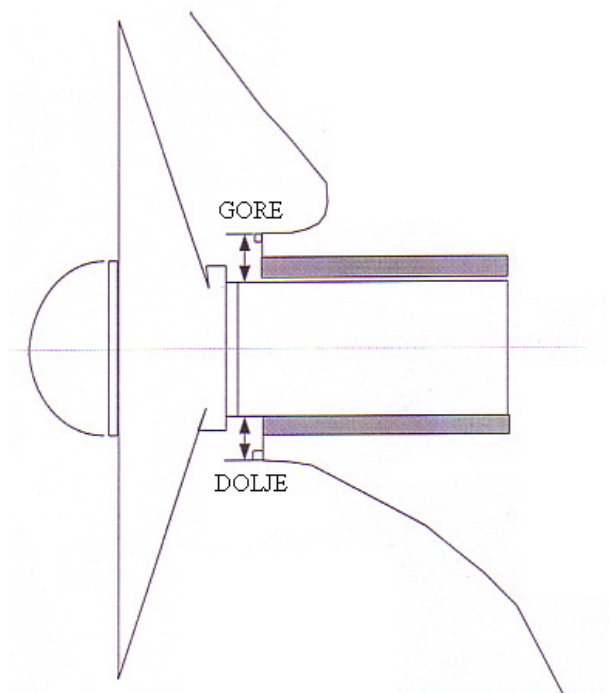
Pri kontroli nalijeganja konusa štenca na konus lista kormila potrebno je konus štenca namazati plavilom (blaga tempera u ulju) i staviti u list kormila kako bi se pojavljivanjem sitnih točkica na površini konusa lista kormila utvrdilo prijanjanje konusa unutar lista kormila. Ako se na površini konusa nalaze veće točkice, njih je potrebno odstraniti brušenjem. Ovakav način kontrole nalijeganja je obavezan pri predaji sistema kormila klasifikacijskom društvu.

4. PREGLED I IZVOĐENJE REMONTA BRODSKOG VIJKA I OSOVINE BRODSKOG VIJKA

Pregled i mjerenje pada osovine broskog vijka daju informacije o stanju ležajeva i brtvenica statvene cijevi, istrošenosti i ovalnosti u više pozicija. Propisi klasifikacijskog društva predviđaju da se svakih pet godina osovina broskog vijka demontira i izvrši pregled ležajeva statvene cijevi iznutra. Brodski vijak se pritom demontira specijalnim alatima brodogradilišta.

Mjerenje istrošenosti bijelog metala ležaja i pada osovine provodi se posebnom mjernom napravom (mikrometrom) koja se nalazi na brodu. Pozicije i rezultati kontrole upisuju se u poseban obrazac koji se dostavlja predstavniku brodovlasnika. Očitane vrijednosti uspoređuju se s vrijednostima iz instruktivne knjige proizvođača osovine broskog vijka. Ako očitane vrijednosti nisu u dopuštenim granicama mora se izvršiti zamjena ležaja u statvenoj cijevi. Osovina se kontrolira s obuhvatnim mikrometrom, a ležajevi mikrometrom za provrte.

Prije izvođenja pregleda i remontnih radova broskog vijka i njegove osovine potrebno je u području broskog vijka očistiti površinu broskog trupa.



Slika xxx. Pozicije očitavanja zračnosti kod pada osovine brodskog vijka

4.1 Demontaža brodskog vijka

Brodski vijak je na osovinu brodskog vijka spojen s pomoću konusa i matice, pri čemu je navoj matice suprotan od smjera okretanja brodskog vijka, jer bi u protivnom došlo do samoodvrtanja matice.

Dva su osnovna razloga za demontažu brodskog vijka:

- oštećenja brodskog vijka,
- slabe radne karakteristike brodskog vijka.

Pri pregledu oštećenja kontrolira se stanje krila brodskog vijka, kao i pojava pukotina ili korozije brodskog vijka. Pojava pukotina ili korozije brodskog vijka utječe na smanjenje njegova stupnja učinkovitosti, a time i smanjenje brzine broda u eksploataciji.

Ukoliko brodski vijak za određeni brod ne zadovoljava radne uvjete u eksploataciji, na doku ga se može zamijeniti i ugraditi novi boljih karakteristika i svojstava.

Pri demontaži brodskog vijka izvode se sljedeće radnje:

1. skida se kapa brodskog vijka koja služi za zaštitu matice brodskog vijka i navoja osovine,
2. skida se matica brodskog vijka,
3. matica brodskog vijka se okrene na suprotnu stranu, ponovno zavrne na navoj osovine te se postavi ploča za izvlačenje koja se pričvrsti za glavčinu brodskog vijka s najmanje 4 usadna distantna vijka,
4. između matice brodskog vijka i ploče za izvlačenje postavi se hidraulički alat u obliku prstena s klipom, koji služi za dobivanje aksijalne sile za izvlačenje brodskog vijka s konusa na kraju osovine brodskog vijka,
5. kroz posebno predviđene rupe na glavčini brodskog vijka, tlači se ulje koje stvara tanki uljni film između glavčine brodskog vijka i osovine, prilikom čega dolazi do razdvajanja konusnih površina, a čime se smanjuje sila potrebna za izvlačenje brodskog vijka,
6. pomoću transportnih sredstava brodski vijak se diže i lagano spušta na pod.

Nakon demontaže, brodski vijak se transportira u radionicu gdje se ispituju površinske pukotine na krilima broskog vijka nastale zbog zamora materijala ili oštećenja. Pri ispitivanju koristi se ispitivanje bez razaranja uporabom penetrantskih tekućina. Prilikom ispitivanja moraju biti prisutni predstavnici klasifikacijskog društva i brodo vlasnika, kojima se nakon ispitivanja dostavlja izvješće i rezultati ispitivanja. Ovi rezultati uspoređuju se s dopuštenim vrijednostima iz instruktorske knjige proizvođača broskog vijka. Pozicije i rezultati ispitivanja upisuju se u posebne obrasce remontnog brodogradilišta.

U radionici se na brodski vijaku izvode sljedeći radovi:

1. poliranje za potrebna ispitivanja i mjerenja,
2. provjeravanje i korekcija manjih istrošenja,
3. izgladivanje manjih istrošenja,
4. brušenje i poliranje,
5. kontrola izvedenih radova od strane klasifikacijskog društva,
6. odobrenje za montažu broskog vijka

4.2 Navlačenje broskog vijka na osovinu broskog vijka

Navlačenje broskog vijka na osovinu broskog vijka izvodi se na način da se pomoću transportnih sredstava brodski vijak podigne i postavi na konus osovine broskog vijka. Montira se matica broskog vijka, koja se uvijek na cilindrični dio osovine vijka s navojem. Između matice i glavčine broskog vijka postavlja se hidraulički alat sa klipom, koji se brtvi okruglim prstenom. S pomoću posebne ručne uljne pumpe tlači se ulje kroz otvor hidrauličkog alata te se ostvaruje aksijalna sila potrebna da se brodski vijak potisne na konus osovine.

Da bi se smanjila aksijalna sila navlačenja broskog vijka na konus osovine, kroz posebna priključna mjesta na glavčini broskog vijka tlači se ulje u žljebove konusnog dijela osovine broskog vijka, te tako nastaje tanki uljni film koji razdvaja konusne površine glavčine broskog vijka i osovine. Tlak ulja iznosi od 600 do 800 bar. Film ulja umanjuje mogućnost oštećenja dosjednih površina prilikom navlačenja ili skidanja broskog vijka, a sila za aksijalno potiskivanje je osjetno smanjena. Dok se izvod tlačenje ulja u žljebove konusa osovine broskog vijka, izvodi se i aksijalno potiskivanje broskog vijka na konus osovine s pomoću hidrauličkog alata.

Kada se postigne zahtijevani položaj vijka na konusu osovine, ulje pod tlakom se ispušta u spremnik. Time se postiže vrlo čvrst stezni spoj konusa glavčine broskog vijka i osovine. Takav spoj dovoljno sigurno može prenositi moment s osovine na brodski vijak. Konusi za takve spojeve iznose 1:15, 1:20 i 1:30.

Nakon navlačenja brodski vijak se mora osigurati pritezanjem matice, a matica se osigurava protiv odvrtnja s pomoću kape na osovini vijka.

Na brodu se mora nalaziti odobreni dijagram navlačenja broskog vijka na konus osovine u ovisnosti o temperaturi, zatim uređaj za mjerenja pomaka i knjiga uputa potrebnih za postavljanje i skidanje broskog vijka. Na glavčinu, maticu i osovinu broskog vijka mora se utisnuti oznaka uzdužnog i obodnog položaja broskog vijka u odnosu na osovину. Tijekom postupka navlačenja broskog vijka očitavaju se sile i tlak navlačenja koji se upisuju u tablicu xxx i moraju odgovarati rezultatima proizvođača.

Tablica xxxx Podaci koji se upisuju tijekom izvođenja operacije navlačenja broskog vijka

Duljina za izvođenje navlačenje broskog vijka (mm)	Sila potrebna za navlačenje broskog vijka (kN)	Tlak unutar konusa broskog vijka (Mpa)
--	--	--

0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

4.3 Demontaža osovine broskog vijka

Za pregled oštećenja osovine broskog vijka postoje dva načina njezine demontaže:

1. ako je prirubnica osovine broskog vijka manja od osovine(!!!) i spojena SKS (SKF ???) spojkom, moguće je izvlačenje osovine izvan broda kroz provrt statvene cijevi,
2. ako je prirubnica osovine broskog vijka veća od osovine potrebno je na strukturi vanjske oplata izrezati otvor za izvlačenje osovine van broda.

Izvlačenje osovine broskog vijka van broda izvodi se svakih pet godina. Taj je postupak propisan od strane klasifikacijskog društva.

Ako su zračnosti u granicama tolerancija, osovina broskog vijka se vraća natrag na mjesto, spaja se s međuosovinom, te se kontrolira mjera provrta kalibriranih vijaka na prirubničkom spoju osovine i međuosovine. Rezultati izmjera provrta i kalibriranih vijaka upisuju se u tablicu xxx.

Tablica xxx. Izmjere provrta i kalibriranih vijaka na prirubnici

Br.	OSOVINA BRODSKOG VIJKA	MEĐUOSOVINA	VIJAK
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			

5. PREGLED I IZVOĐENJE REMONTA OPREME ZA SIDRENJE

Pod opremom za sidrenje podrazumijevaju se sidra, sidreni lanci, lančanik, sidrena ždrijela, sidrene niše, sidrena vitla i štoperi. Pregled, kontrola i održavanje opreme za sidrenje mora se izvršiti najmanje jednom svakih pet godina. Pregledi se izvode u prisustvu predstavnika klasifikacijskog društva, brodovlasnika i brodogradilišta.

Pri pregledu i remontu opreme za sidrenje izvode se sljedeće aktivnosti:

1. demontaža sidra, sidrenih lanaca i njihovo rastezanje u doku kako bi se omogućilo izvođenje mjerenja i kontrole opreme za sidrenje,
2. odspajanje uza sidrenih lanaca spojenih skidljivim karikama (kenter karika),
3. mokro i suho čišćenje sidrenih lanaca, sidara i lančanika,
4. pregled i kontrola sidara i sidrenih lanaca od strane zapovjednika broda i inspektora klasifikacijskoga društva,
5. mjerenje istrošenosti pojedinih karika sidrenoga lanca,
6. označavanje sidrenih karika koje je potrebno zamijeniti,
7. pregled dodatnog sidrenoga lanca u brodskom inventaru,
8. pregled i testiranje sidrenih vitala, provjera kočionog sistema i štopera sidrenih lanaca,
9. nanošenje zaštitnih premaza i kontrolnih oznaka uza na sidrenim lancima.

5.1 Pregled sidara i sidrenih lanaca

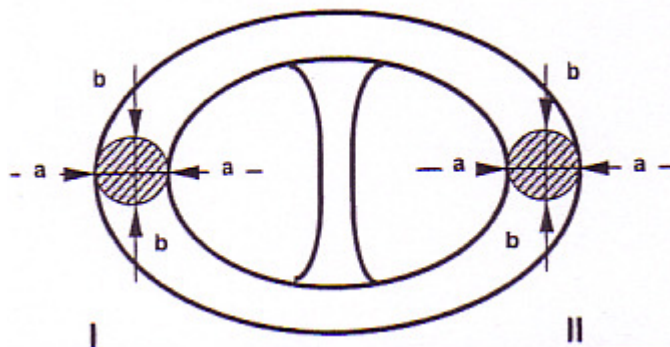
Pregled sidara i sidrenih lanaca započinje njihovim izvlačenjem dizalicom i rastezanjem duž poda doka. Sidreni lanci i sidro peru se s mlazom vode pod visokim tlakom, čime se s njih odstranjuju obrasline i nečistoće. Rastavljanje sidrenog lanca izvodi se odspajanjem svih skidljivih (kenter) karika sidrenog lanca. Mjerenjem debljine karika sidrenog lanca provjerava se njihova istrošenost zbog korozije i habanja. Dozvoljeno istrošenje promjera karike sidrenog lanca iznosi do 12% od izvornog promjera. Svaka uza sidrenog lanca gdje se utvrdi istrošenje veće od dozvoljenog mora se zamijeniti. Za kontrolu istrošenosti karika sidrenih lanaca koriste se pomična mjerila. Izvodi se i mjerenje težine sidra. Smanjenje težine sidra ne smije biti više od 10% od izvorne težine sidra. Sidra za koje se utvrdi manja težina od dozvoljene moraju se zamijeniti.

Karike sidrenih lanaca brzo se troše. Redovito se karike bliže sidru jače istroše, pa se kod ponovne montaže čitav lanac može zaokrenuti, tako da se na sidro spoji onaj kraj lanca koji je ranije bio spojen u lančaniku.



Slika xxx. Razvlačenje sidrenog lanca i polaganje sidara na pod doka

Pregled i mjerenje istrošenosti sidara i sidrenih lanaca zahtijevano je najmanje jednom u svakih pet godina. Pozicije na kojima se izvodi mjerenje istrošenosti karika sidrenih lanaca prikazane su na slici xxx.



Slika xxx. Pozicije mjerenja sidrenih lanaca kako bi se utvrdila njihova istrošenost

Ovisno o starosti broda utvrđuje se koje su aktivnosti potrebne za pregled i remont opreme za sidrenje prilikom boravka broda u doku. Kada se procjeni da će brod ubrzo ići na dokovanje, nužno je da zapovjednik broda smanjiti učestalost radnji sa sidrenom opremom koliko god je to moguće.

5.2 Pregled i remont lančanika

Tijekom spuštanja i razvlačenja sidrenih lanaca na podu doka, provodi se pregled lančanika. Posebna pozornost posvećuje se stanju rešetki na kojima leže sidreni lanci. Rešetke treba montirati tako da preuzimaju težinu sidrenih lanaca kod namatanja u lančanik. Nakon pregleda, lančanik se prekontrolira suho pripremi pjeskarenjem, te zaštitni zaštitnim premazom koji se naziva *bitumastic*.



Slika xxx. Smještaj sidrenog lanca u lančaniku

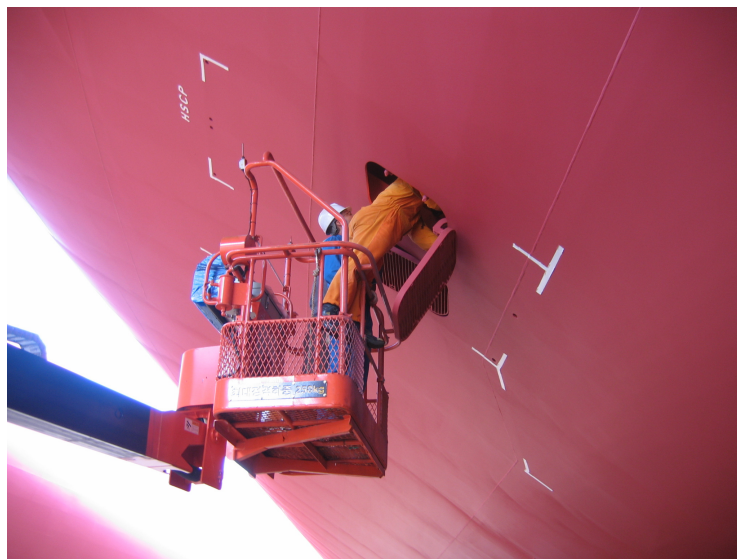
6. PREGLED BRODSKIH KUTIJA USISA MORA

Brodске kutije usisa morske vode služe za punjenje tankova balasta broda i smještene su u tankovima balasta, za usis mora rashladnog i protupožarnog sistema te sistema pranja morskom vodom, i smještene su u strojarnici. Pumpa požara u nuždi ima svoj vlastiti usis mora s pripadajućom kutijom usis mora.



Slika xxx. *Zaštitne rešetke kutija usis mora na oplati brodaskica s poprečnim presjekom i objašnjenjima elemenata*

Pregled brodskih kutija usisa mora izvodi se skidanjem zaštitnih rešetki koje služe za sprječavanje usisavanja nečistoća i morskih organizama u sistem brodskih cjevovoda. Nakon toga pristupa se čišćenju i nanošenju zaštitnog premaza prema uputama proizvođača boja, na isti način kao i pri izvođenju radova korozivne zaštite kod ostalih podvodnih dijelova brodskog trupa.



Slika xxx. *Pregled brodskih kutija usis mora*

7. PREGLED BRODSKIH OPLATNIH PRIKLJUČAKA I VENTILA

Oplatni priključci i ventili služe za izbacivanje iskorištene morske vode i pročišćene otpadne vode izvan broda.

Prilikom pregleda brodskih oplatnih ventila provodi se njihova demontaža, transport u radionicu i rastavljanje. Zatim slijedi čišćenje dijelova ventila izloženih korozivnom utjecaju morske vode, brušenje i čišćenje sjedišta ventila, testiranje prijanjanja i brtvljenja, nanošenje zaštitnih premaza i ponovna montaža ventila s novom brtvom. Kod ponovne montaže ventila posebnu pozornost potrebno je posvetiti provjeri brtvljenja kako kod razdokovanja broda ne bi došlo do propuštanja vode.

8. PREGLED I ČIŠĆENJE BRODSKIH TANKOVA

Područje unutar zatvorenih brodskih tankova smatra se područjem vrlo visokog rizika za rad i boravak ljudi. Prije ulaska u tank radi pregleda ili remontnih radova, potrebno ga je potpuno isprazniti (degazirati) i ventilirati. Sljedeći su razlozi za to:

- prisustvo para ugljikovodika,
Nakon pražnjenja tankova goriva ili ulja uvijek se mora kontrolirati prisutnost para ugljikovodika. Ta se očitavanja izvode pomoću instrumenata za detekciju prisustva para ugljikovodika.
- nedostatak kisika,
U tankovima broda postoji mogućnost nedostatka kisika, pogotovo ako je prostor bio zatvoren duži vremenski period. Prema propisima zaštite na radu, prije ulaska u brodske tankove, oni moraju biti dobro ventilirani s posebnim sistemom ventilacije. Kontrolu atmosfere unutar brodskih tankova potrebno je obaviti ulaskom u tank sa zaštitnim maskama i bocama kisika te izvršiti testiranje atmosfere analizatorom kisika. Testiranje takvih prostora mora pokazati sadržaj od 21% kisika u atmosferi.
- dodatne opasnosti,
Mogućnost prisustva toksičnih plinova, kao što su benzen ili ugljični sulfid, što je moguće na brodovima posebne namjene. Potrebno je izvršiti odgovarajuća ispitivanja s potrebnim mjerama zaštite ljudi za bilo koji brodski prostor u kojem se smatra da postoji opasnost od prisustva takvih plinova.

Također je potrebno pregledati sva opasna mjesta izvan tankova u kojima se izvode remontni radovi ako postoji sumnja na prisutnost plinova koji mogu ugroziti zdravlje i sigurnost ljudi.

Testiranje prisustva štetnih plina u zraku zahtijeva stručno osposobljenu radnu snagu i odgovarajuće instrumente. Provjeru atmosfere unutar tanka izvodi se na različitim pozicijama, kako bi se postigli što bolji rezultati mjerenja prisustva štetnih plinova u atmosferi.

Tankovi broda koji se na doku pregledavaju i čiste su: tankovi balasta, tankovi tereta, tankovi goriva, tankovi ulja za podmazivanje, tankovi napojne vode i tankovi pitke vode.

9. PREGLED I ODRŽAVANJE GLAVNOG MOTORA

Najveći dio pregleda i održavanja glavnog motora izvodi se dok je brod u plovidbi. U luci se izvode pregledi i radovi koji se ne mogu izvršiti tijekom plovidbe. Klasifikacijsko društvo zahtijeva da se svakih pet godina izvrši pregled svih dijelova glavnog motora i sistema bitnih za sigurnost rada motora u plovidbi. Ovi pregledi mogu biti obavljani na kraju petogodišnjeg ciklusa, ili mogu biti raspoređeni tijekom cijelog perioda. U određenim okolnostima dio pregleda može biti izvršen od časnika stroja, ako je on za to kvalificiran. Tada on podnosi izvješće o tome što je uočeno i učinjeno. Pojedini dijelovi motora zahtijevaju posebne preglede i prije od perioda od pet godina. To su: rashladnici, klipovi, ležajevi, turbo puhalo, i sl. Održavanje dijelova glavnog motora koji su preveliki, preteški ili se jednostavno ne mogu izvršiti tijekom plovidbe, izvode se u remontnom brodogradilištu.