



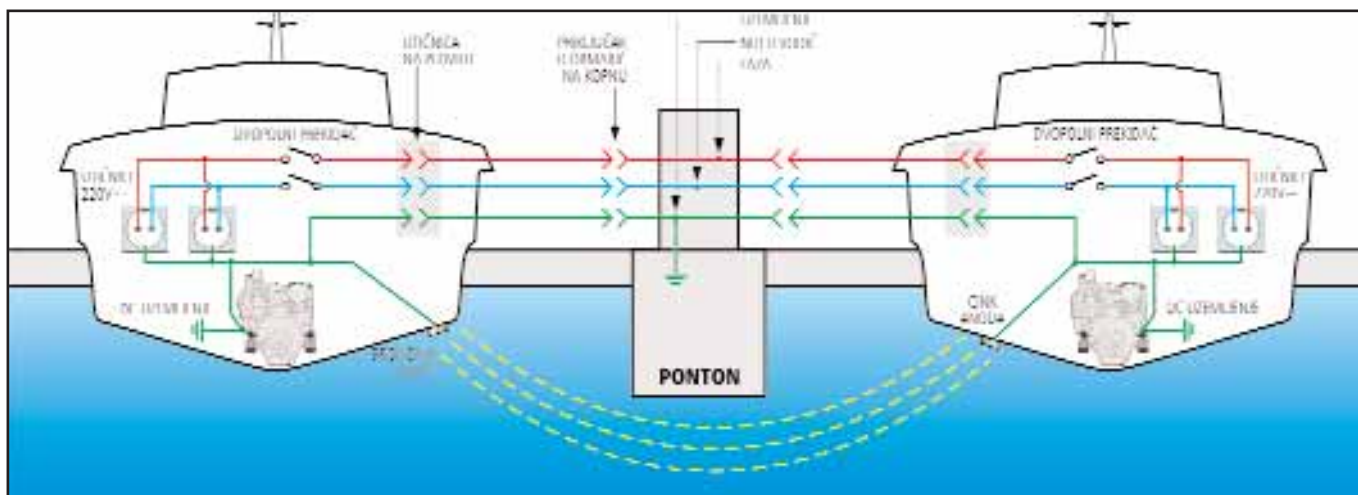
Slika 1. U morsku vodu smo uronili usis mora od bronce (lijevo), cink (u sredini), i usis mora od inoksa (desno). Napon između cinka i bronce iznosi 0,07 volti, a između cinka i inoksa 0,11 volti

Galvanska korozija

Prva činjenica jest da svaki metal uronjen u električno vodljivi fluid ili bolje rečeno elektrolit, ima specifični električni potencijal, odnosno napon. Druga važna činjenica jest i da ne postoje dva metala s istim električnim potencijalom. Rezultat toga je, da ako u elektrolit uronimo dva različita metala, njihovi različiti potencijali će proizvesti napon koji možemo mjeriti voltmetrom, slika 1.

U ranijim nastavcima smo već objasnili što je sve potrebno da bi uopće došlo do galvanske korozije, ali ćemo još jednom ukratko ponoviti.

Korozija je neminovnost koja je vjeran pratilac svakog nautičara. Na istom mjestu često imamo različite metale međusobno povezane s jedne strane i slanu vodu s druge. Svi preduvjeti za koroziju su naprosto zadani. Stvari će dodatno zakomplirati električna struja prisutna u vodovima i različitim uređajima instaliranim na plovilu, što je element za vrlo destruktivnu koroziju uzrokovanu lutajućim strujama



Slika 2 - Dva susjedna plovila međusobno uzemljena i povezana žuto-zelenom žicom čine galvanski članak

Za galvansku koroziju potrebna su dva metala s različitim korozivskim potencijalom, elektrolit, i međusobna električna veza bilo da su direktno spojeni ili preko nekog vodiča. Do galvanske korozije može doći čak i ako su dva metala na različitim brodovima (slika 2).

Zaštita od galvanske korozije

Ako kratko sumiramo koji su osnovni preduvjeti da bi došlo do galvanske korozije lakše ćemo shvatiti kako na pravi način njeno djelovanje svesti na najmanju moguću mjeru.

1. moramo imati dva ili više različitih metala ili čestica različitih metala u nekoj leguri.

2. različiti metali moraju biti u kontaktu s elektrolitom.

3. mora postojati električni ili galvanski spoj između različitih metala (ili se ovaj spoj može zaključiti preko elektrolita).

Ako su nam se poklopile sve ove okolnosti, imamo galvansku ćeliju gdje će jedan od metala (anoda) korodirati dok će drugi metal (katoda) ostati neoštećen.

Jačina struje u galvanskoj ćeliji, a to znači i brzina kojom će doći do razaranja anode ovisi o mnogo faktora. Nabrojat ćemo one najvažnije.

1. Razlika napona različitih metala odnosno njihovo mjesto na tablici galvanskih potencijala. Što je veći napon među njima to je i korozija jača. Ako

napon prelazi 0,25 volta sigurno je da će doći do pojave korozije.

2. Odnos između veličine odnosno površine anode i površine katode značajno utječe na brzinu i intenzitet korozije. Npr. velika površina brončanog kormila (katoda) spojenog s malom površinom čeličnog ležaja kormila (anoda) rezultirat će brzim uništenjem ležaja, dok će u obrnutoj situaciji kada imamo veliku površinu čeličnog kormila (anoda) i malu

površinu brončanog usisa mora (katoda) proces korozije biti vrlo spor i skoro nezamjetan (slika 7).

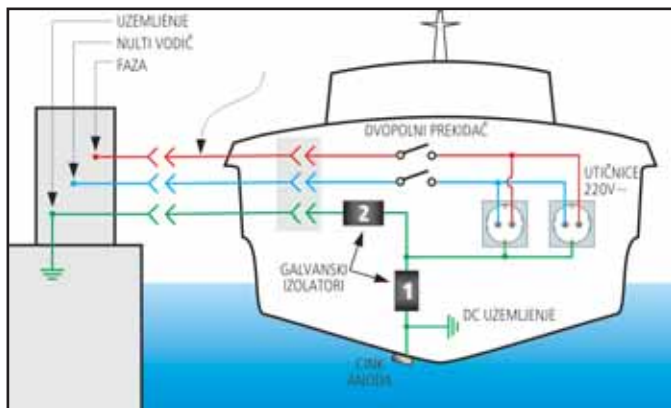
3. Proces poznat kao polarizacija, koji se odvija tijekom korozije, također značajno utječe na brzinu korozije. Na početku kada dva metala započnu međusobnu reakciju ovaj proces je vrlo brz, ali se vremenom usporava. Na površini metala se stvaraju slojevi oksida ili soli koje usporavaju koroziju. Proces polari-

Galvanska korozija preko uzemljenja izmjenične i istosmjerne instalacije

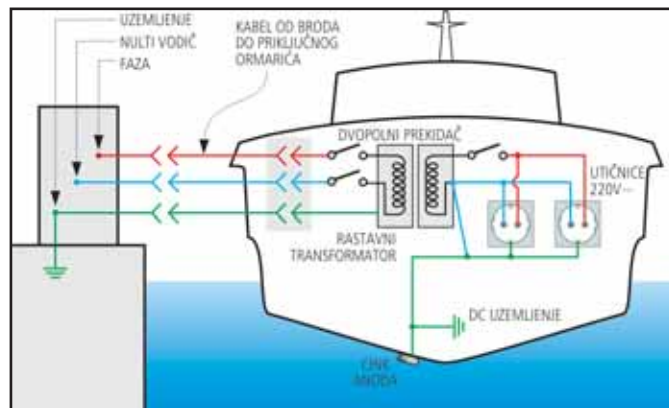
Da problem galvanske korozije u marinama ili lučicama nije bezazlen, vidljivo je i na primjeru prikazanom na slici 2. Na plovilu s lijeve strane je brončani ispust (to može biti i osovinski vod ili kormilo) koji je električno povezan s uzemljenjem na brodicu (odnosno s negativnim vodičem istosmjernog napona), a preko priključnog ormarića na kopnu i vodičem za uzemljenje povezan na drugu brodicu i njezin sustav uzemljenja. Budući da su sustavi uzemljenja i zaštite jednaki na obje brodice i ni jedna od njih nema ugrađen galvanski izolator, u ovom slučaju je anoda, odnosno anodna zaštita (cink protektor) na jednom plovilu direktno žuto-zelenom žicom spojena na katodu (brončani ispust) na drugom plovilu.

Budući da su oba elementa uronjena u morsku vodu, imamo klasičnu situaciju galvanskog članka. Tok galvanske struje će vrlo brzo "pojesti" zaštitu na desnom plovilu. Ispada da vaši "cinkovi" štite susjedov brod!

Napomena: Na plovilima sa "Z" pogonom na krmi, svaki motor ima više komada cink protektora. Ukoliko ste na vezu u marini između drugih plovila, a na jednom od motora vam se cinkovi vrlo brzo troše, provjerite da nemate možda baš ovakvu ili sličnu situaciju sa susjednim plovilom.



Slika 4 - Galvanski diodni izolator možemo instalirati na dvije pozicije. Montaža na poziciji 2 je mnogo bolja



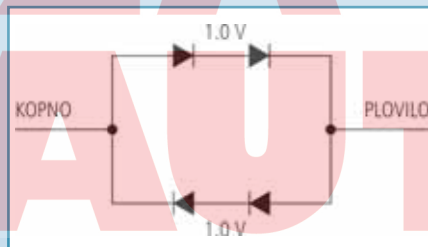
Slika 5 - Shema spajanja izolacijskog transformatora

Galvanski izolatori

Diodni galvanski izolator

Za prevenciju ovakvih situacija potrebno je na vodič uzemljenja izmjeničnog razvoda od 220 V i uzemljenja istosmjernog niskog napona (12 ili 24V) ugraditi galvanski izolator slika 4. Galvanski izolator možemo montirati na dva mjesta, na ulazu izmjenične instalacije ili između ovog uzemljenja i negativnog vodiča.

Montaža na poziciji 1 je lošije rješenje nego montaža na poziciji 2 iako svaka od ovih pozicija ima prednosti i nedostatke. Prema slici pokušajte sami zaključiti kuda se sve i u kojim situacijama može uspostaviti galvanska veza između dva plovila.



Slika 3. Shema galvanskog izolatora

Rastavni transformator

Naravno da je galvanska izolacija mnogo kvalitetnija kada se koristi izolacijski transformator, jer su tada sva tri vodiča izmjeničnog priključka na plovilo galvanski odvojena od brodske instalacije kao što je vidljivo na slici 5. To je i jedini način da se zaštite ljudi na plovilu od strujnog udara, a da se istovremeno galvanska korozija, koju može uzrokovati spoj preko uzemljenja svede na minimum. No ovo rješenje je mnogo skuplje, i traži veći zahvat u električne instalacije plovila, nego što je galvansko izoliranje samog vodiča uzemljenja diodnim izolatorom.

Struja na primarnoj strani transformatora inducira magnetno polje, koje se zatvara kroz jezgru na sekundarnoj strani. Zavojnice primara i sekundara su jednake, tako da je napon na primarnoj strani jednak naponu koji dobijemo na sekundaru. Ono što je bitno jest da su žice i namotaji primara fizički potpuno odvojeni od sekundara, da među njima nema galvanskog spoja. Primarna strana ima izolacijski oklop koji je uzemljen na kopnu. Sekundarna strana je uzemljena na brodu, ali između ova dva uzemljenja nema galvanske veze tj. nema veze između broda i kopna. Propisi nalažu da uzemljenje na sekundarnoj strani mora biti povezano u dvije točke i to na kućište sekundara transformatora i na uzemljenje istosmjernog napona prema shemi na slici 5.

zacije ovisi o vrsti metala, salinitetu, količini kisika i o kretanju. Već smo rekli nešto o tome u prethodnom nastavku. Kad se plovilo kreće ili ispod njega protječe voda, ona ispire sloj oksida i soli s anode i time se reakcija odnosno korozija ponovno ubrzava.

4. Provodljivost elektrolita značajno utječe na koroziju. Slana voda (more) ima relativno veću vodljivost, dok je slatka voda nema ili je vrlo mala i ovisi o količini otopljenih soli i minerala, što može varirati ovisno od jezera ili rijeke.

Ako uvažavamo navedene faktore možemo preventivno djelovati na koroziju i to na način da kod konstrukcije plovila i izbora materijala nastojimo izbjeći navedene situacije. Sigurno je da koroziju na ovaj način ne možemo potpuno izbjeći, ali možemo značajno smanjiti njeno djelovanje. Neka od tih pravila mogli bi kratko sažeti u sljedećem:

Izbor odgovarajućih metala

Kad god je to moguće, treba koristiti legure namijenjene korištenju u morskoj vodi, i koristiti metal koji odgovara namjeni. Npr. za ispuste na oplati valja uvijek koristiti brončane ili inoks fitinge, ali inoks odgovarajuće kvalitete.

U podvodnom dijelu valja izbjegavati miješanje različitih metala

Što pod vodom imamo veći broj različitih metala, to su i korozijski

potencijali među njima veći. Ukoliko ne možemo izbjeći korištenje različitih metala, tada treba nastojati da je korozijski potencijal među njima što manji. U svakom slučaju, svakako treba izbjegavati kombinaciju legura bakra i aluminijske.

Uravnotežiti anodne i katodne površine

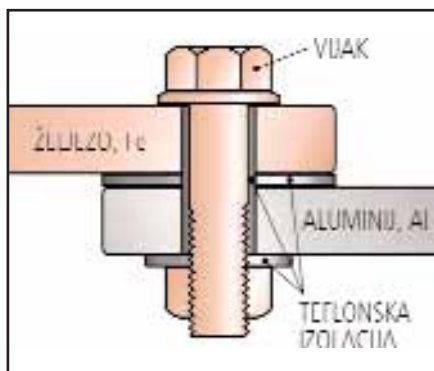
Odnos površine katode u odnosu na površinu anode je kritični faktor kod galvanske korozije. Tok elektrona, odnosno struja, teče kroz metalni kontakt ili spoj dvaju metala. Metal anode napaja elektronima, doslovno dajući dio sebe, odnosno ione metala kroz elektrolit. Veća površina katode traži i više elektrona. Ukratko, krivulja strujnog toka je određena površinom katode, a veći tok struje znači i bržu koroziju. U primjeru iz prakse to bi značilo sljedeće:

Primjer 1.

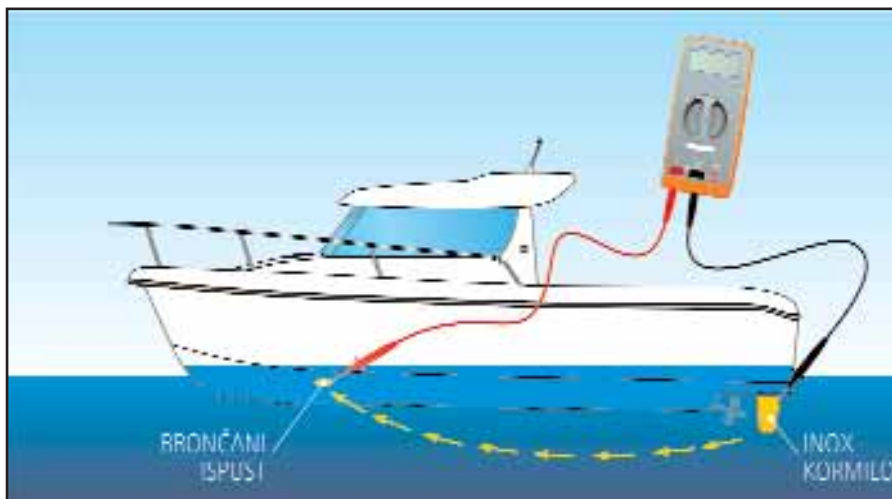
Pod vodom imamo veliku čeličnu neobojanu površinu trupa i mali brončani usis za motor. Velika čelična površina je u našem slučaju anoda i bez problema elektronima napaja mali brončani fitting. Struja je vrlo mala, a time i korozija na površini anode.

Primjer 2.

Pretpostavimo sada da smo tu površinu trupa obojili, ali ne previše dobro. Ostale su rupice u boji, a ponegdje je i oguljena. Sada imamo obratnu situaciju. Površina anode je samo onaj dio metalnog trupa koji ima



Slika 6 - Dva različita metala moraju biti međusobno izolirani



Slika 7 - Ako ampermetrom izmjerimo struju između ovih točaka utvrdit ćemo da imamo mali, ali konstantni strujni tok

kontakt sa slanom vodom, dok je površina fittinga ostala ista. Rezultat je taj da imamo izuzetno jaku rupičastu koroziju na mjestima gdje boja nije zaštitila metal, jer se sada ista količina elektrona prema katodi napaja s mnogo manje površine anode.

Zaštita metalnih površina od kontakta s elektrolitom (morem)

Treba izbjegavati mjesta gdje će se zadržavati voda ili vlaga (vidi korozija NBN br. 50), a takva mjesta treba dobro zaštititi premazivanjem bojom ili odgovarajućim brtvilima. Metal koji nije u kontaktu s vodom (elektrolitom) neće ni korodirati.

Električno tj. galvanski izolirati metalne dijelove

Na mjestima gdje god je to moguće, različite metalne dijelove koji se moraju povezati treba mehanički i galvanski odvajati, kao što je prikazano na slici 6. To se može izvesti različitim izolacijskim materijalima ili tekućim brtvilima, što ovisi o mjestu montaže i kvaliteti zahtijevanog spoja. Cilj je jedino da se različiti metali ne dodiruju.

Oblici i mjesta pojavljivanja galvanske korozije

Galvanska korozija se pojavljuje na anodi u više različitih oblika, kao rupičasta korozija, zbog pukotina i

oštećenja u materijalu, nečistoća, različitim metalima u nekoj leguri. Koji oblik će imati ovisi o prirodi galvanske ćelije, okruženju i vrstama metala koji su uključeni. Galvanska korozija se pojavljuje, rekli smo najčešće tamo gdje su dva ili više različitih metala međusobno povezani, kao što je propeler i osovina, kormilo i njegova osovina, ispušni lonci motora, različiti priključci na oplati ili u plovilu. Može se pojaviti čak i na mjestima gdje se nemetalni vodiči pojavljuju kao katode u galvanskoj ćeliji.

Opće je poznato da se jarboli, bum, kormila i ostali dijelovi jedrilica ili brzih brodova grade od karbonskih vlakana. Karbonska vlakna su dobri vodiči el. struje, ali neće sami biti oštećeni korozijom. Međutim ako se na takvoj kobilici ili bumu montiraju metalni okovi ili fitinzi, na jednom kraju od aluminijske, a na drugom od inoksa, karbonska vlakna će ih međusobno povezati i u slanom morskom okruženju opet imamo galvansku ćeliju i, naravno, koroziju.

U sljedećem nastavku detaljnije ćemo vas upoznati s elektrolitskom korozijom koja nastaje zbog lutajućih struja, koje u nekim situacijama mogu uzrokovati mnogo štete u vrlo kratkom vremenu.

Marko Cvitanić