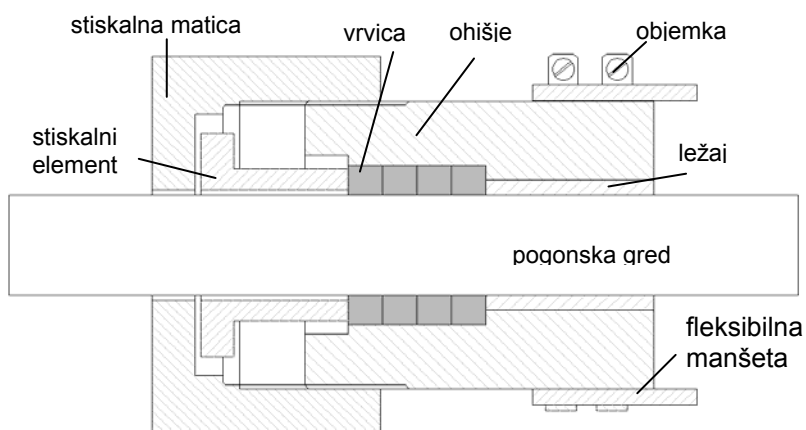


## Različni tesnilni sistemi za manjša plovila

**M**nogokrat se ljudem postavljajo vprašanja, na kakšen način je pri plovilih s klasično pogonsko gredjo zagotovljena vodotesnost pri pogonski gredi. Težko je razumeti, kako je mogoče kljub tresljajem motorja in pogonske gredi sploh zagotoviti vodotesnost, ki traja pri pravilni in natančni montaži tesnilnega sistema, pogonskega sklopa in motorja več let. Prav dolga življenjska doba je vzrok, da lastniki plovil povsem pozabijo na ključen element svojega plovila – na tesnilni sistem in ga redko oziroma sploh ne nadzorujejo.

Pri večini tesnilnih sistemov imamo opraviti s tesnjenjem tesnilnih elementov direktno na pogonski gredi, kar pomeni, da se tesnilni elementi z vrtenjem pogonske gredi obrabljajo. Logična posledica je, da se postopoma tesnilni elementi toliko obrabijo, da morska voda polagoma prične vdirati v plovilo. Sprva v obliki posameznih kapljic, ki zaradi višje temperature v strojnici sprotno izhlapevajo in jih težje opazimo, nato pa v obliki hitrejšega kapljanja, ki je lahko že znak za posebno pozornost oziroma alarm. Minimalno vdiranje morske vode oziroma kapljanje vode lahko zaznamo tako, da smo pozorni na barvo površin posameznih elementov. Če je površina tesnilnega sistema ali drugega elementa belkaste barve, je to dokaz, da tesnilni sistem ne tesni več popolnoma. Voda je izhlapela, morska sol pa je ostala na površini. Zato je redna letna kontrola tesnilnega sistema izjemno priporočljiva.



Slika 1: Tesnjenje z vrstico

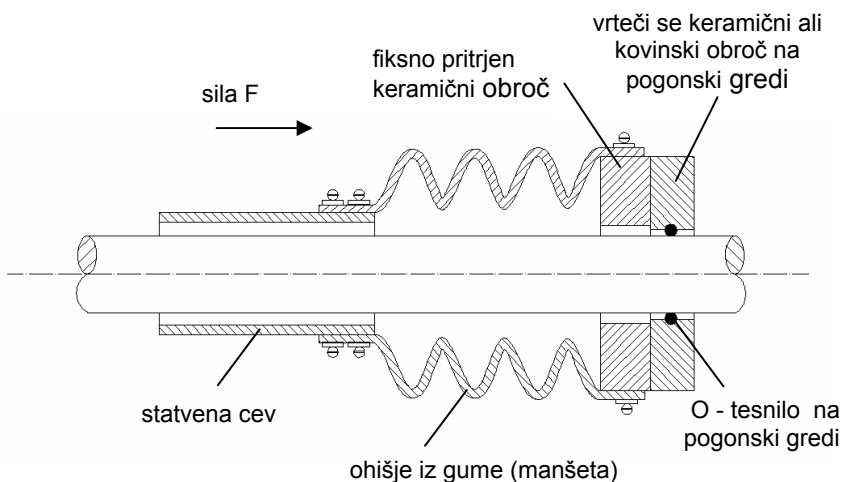
Znanih rešitev tesnilnih sistemov je na trgu kar nekaj. Najstarejša

znana rešitev tovrstnega tipa tesnjenja je tesnjenje z vrstico, kjer je tesnilna vrstica nameščena med ohišje tesnilnega sistema in pogonsko gred (slika 1). V tem primeru je potrebno, da vrstica omogoča kapljanje vode v plovilo, saj se na ta način tesnilni sistem oziroma vrstica maže in hladi, v nasprotnem primeru vrstica izgubi svojo tesnilno sposobnost. Nova vrstica je namreč prepojena z mastjo (lojem), ki zagotavlja minimalno trenje

glede na os. Če je pregrevanje tesnilnega elementa preveliko, mast odteče, poveča se trenje, ki pa je lahko tako veliko, da se na pogonski gredi pojavijo poškodbe. Rešitev je

razmeroma nepraktična, kajti v plovilo polagoma vdira voda, ki jo je potrebno črpati. Izkušnje kažejo, da je prav želja nekaterih samograditeljev preprečiti kapljanje morske vode v plovilo s privijanjem matice in stiskanjem vrvice glede na pogonsko gred tista, ki sčasoma povzroči poškodbe oziroma utore na pogonski gredi. Ko pa so utori na pogonski gredi že veliki, je tesnjenje z vrstico neučinkovito. V

novem času se



Slika 2: Shema keramično-rotacijskega tesnjenja

pojavnajo posamezni umetni tesnilni materiali, ki so nadomestili vrstico, vendar je princip tesnjenja še vedno enak.

Druga rešitev temelji na tako imenovanem tesnjenju keramičnega obroča, ki je vpet v gumijasto manšeto, in obroča, ki je s pomočjo navojnih zatičev pritrjen na pogonsko gred vijaka (slika 2). Gumijasto tesnilo oziroma O-ring v keramičnem obroču, ki je na pogonski gredi, preprečuje vdiranje vode v plovilo med obročem in gredjo, medtem ko naleganje keramičnih obročev preprečuje glavno vdiranje vode v plovilo. Pri vrtenju in hkratnem naleganju obroča na gredi glede na obroč v manšeti nastanejo na stični površini kanali oziroma poškodbe. Zaradi utrujenosti materiala se zmanjša tudi sila manšete, ki zagotavlja tesnjenje s tem, da potiska obroč v manšeti na vrteči se obroč na pogonski osi. Prav zmanjšanje sile in kanali oziroma poškodbe na stični površini so vzrok, da tovrstno tesnjenje sčasoma postane neučinkovito.



Slika 3: Tesnjenje Volvo - Penta

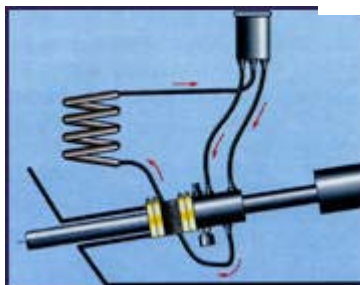
Naslednjo znano rešitev je vpeljala skupina Volvo Penta, kjer je tesnilni sistem izdelan v enem kosu iz primerne gume. Tesnilni sistem preprečuje vdiranje vode v plovilo s pomočjo dveh radialnih gumijastih izrastkov oziroma pahljač, ki nalegajo na pogonsko gred vijaka. Gred vijaka je pri uporabi obravnavanega sistema le enostransko uležajena, dodatna slabost je nemogoča obnova, zato je potrebno v primeru obrabe celotni tesnilni sistem zamenjati z novim. Obravnavan tesnilni sistem je potrebno prezračiti s stiskanjem gume, dovoljeno tolerančno odstopanje gredi od imenske mere pa je po tovarniških normah 0,2 mm. Tesnilni sistem zahteva miren tek motorja, v nasprotnem primeru tesnjenje zaradi premalo elastične gume ne bo dolgotrajno. Tovarniška navodila za vzdrževanje zahtevajo dodajanje maziva vsakih 200 ur delovanja oziroma enkrat letno (slika 3).



Slika 4: Tesnjenje s semeringi

Poznana je tudi rešitev, kjer je ohišje navadno narejeno iz nerjavnega materiala, tesnilni elementi so zaporedno zloženi semeringi, mazani z oljem oziroma z morskó vodo na vodni strani. Obravnavani tesnilni sistem za učinkovito tesnjenje zahteva majhne tolerance, zato pogonske gredi ne smejo odstopati od imenskih mer, montaža obravnavanega sistema pa zahteva natančnost. Ob montaži

tesnilnega sistema je potrebno prezračiti prostor v sistemu, kamor se vlije olje in vodni prostor, kjer je tesnilni sistem nameščen v manšeto. Ob prezračevanju tesnilnega sistema mora del vlitega olja priteči skozi izpustni vijak olja, na ta način je odstranjen zrak v sistemu. Po nekaj urah utekavanja je potrebno olje nadomestiti z novim, kajti pri utekavanju nastajajo trdni delci, ki lahko ob daljšem obratovanju poškodujejo gred in semeringe (slika 4).

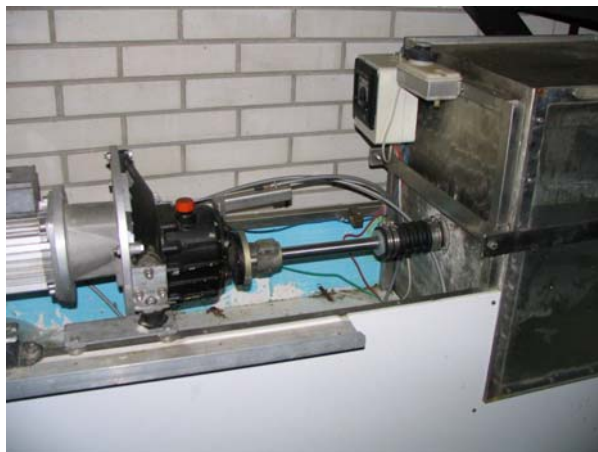


Slika 5: Tesnjenje Technosys.

Pri hitrih plovilih, je segrevanje tesnilnih sistemov večje zaradi večjih obodnih hitrosti pogonske gredi in posledično višjega trenja. Zato enostavno vodno hlajenje na eni strani in hlajenje z mastjo oziroma oljem na drugi strani ni zadostno. Tako so razvili dražje tesnilne sisteme, kjer olje, ki podmazuje tesnilne elemente, neprestano kroži. Krožeče olje je posledica nadtlaka, ki ga ustvarja pogonska gred med vrtenjem v tesnilnem sistemu. Olje preprečuje obrabo elementov tesnilnega sistema, istočasno se med kroženjem olje ohlaja in tako preprečuje prekomerno segrevanje tesnilnega sistema (slika 5).



Vendar gredo v zadnjem času svetovni trendi na različnih področjih tudi v navtiki v smeri poenostavitve, obnovljivosti in vzdržljivosti. Tako lahko na slovenskem trgu zasledimo nov tesnilni sistem, primeren za jadnice, pasare, motorne čolne in druga manjša plovila. Nov tesnilni sistem, ki je bil razvit in preizkušen na preizkuševališču (slika 6) v podjetju Povhe Navtika v Ljubljani, učinkovito rešuje tehnični problem vdiranja vode v plovilo pri pogonski



Slika 6: Preizkuševališče tesnilnega sistema

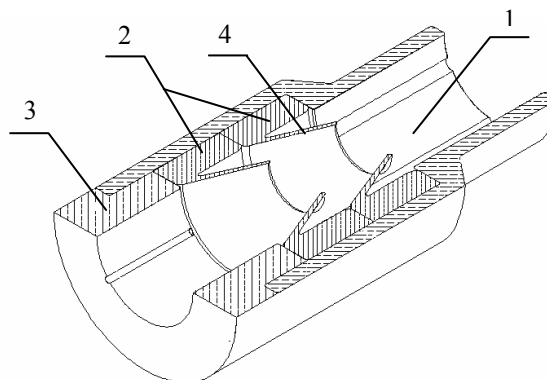
gredi. Zagotavlja dvojno vodenje pogonske gredi in omogoča učinkovito in suho tesnjenje pri večjih tolerančnih odstopanjih pogonske gredi iz centra in tolerančnih odstopanjih gredi od imenskega premera. Suh tesnilni sistem ne zahteva dodajanja nobenih mazivnih sredstev med obratovanjem in omogoča obnovo posameznih elementov tesnilnega sistema in enostavno montažo v plovilu.

Suh tesnilni sistem se na pogonsko gred namesti v sklopu s **fleksibilno** gumo – manšeto (slika 7), ki omogoča mehko vpetje tesnilnega sistema, zato je manšeta za učinkovito tesnjenje nujna. V manšeto je na eni strani nameščen suh tesnilni sistem, druga stran manšete pa je pritrjena na statveno cev. Fleksibilna manšeta tako omogoča, da tesnilni sistem sledi zmernim vibracijam pogonske gredi, ki so posledica tresljajev motorja in nenatančne montaže, ter preprečuje vdiranje vode v plovilo.

Suh tesnilni sistem z notranjim ležajem in pahljačami istočasno izpolnjuje tri ključne kriterije: konstrukcijsko ustreznost, enostavno montažo ter vzdrževanje in razmeroma nizko občutljivost na tolerančna odstopanja. Sestavljen je iz ohišja 1, tesnilnih elementov 2 in notranjega vodila 3. Ohišje je oblikovano tako, da nudi dvojno uležajenje gredi in istočasno s pomočjo radialno razporejenih utorov zagotavlja vodni film, ki maže in hladi stično površino med pogonsko gredjo vijaka in ohišjem. Notranje vodilo ima na tekalni površini izveden utor, s pomočjo katerega se izvede učinkovita montaža tesnilnega sistema oziroma prezračevanje, istočasno pa je notranje vodilo tudi vodilo pogonski gredi. Tesnilni elementi so izdelani iz gume, odporne na morsko vodo in olje, in imajo na eni strani obliko pahljače 4, s pomočjo katere je omogočeno učinkovito tesnjenje tudi v primerih, ko je pogonska gred vijaka malenkost pod imensko mero. Pahljača omogoča tesnjenje v primerih, kjer pogonska gred vijaka ni popolnoma v središču tesnilnega sistema, saj je pahljača oblikovana tako, da ob



Slika 7: Suh tesnilni sistem z notranjim ležajem in pahljačami



Slika 8: Shema suhega tesnilnega sistema

zagotavlja prednapetost glede na pogonsko gred vijaka. Oblika, položaj in material tesnilnega elementa oziroma pahljače zagotavljajo tudi tesnjenje v primeru zmernih vibracij motorja, saj elastičnost tesnilnega elementa absorbira sunke sil, pahljača pa sledi pogonski gredi vijaka.

Ob montaži tesnilnega sistema v plovilo je potrebno sistem prezračiti in omogočiti dostop vode do prvega tesnilnega elementa. To storimo tako, da s pomočjo tanke cevke – slamice, ki jo potisnemo v utor na notranjem vodilu, trenutno odmaknemo gumijaste pahljače od pogonske gredi vijaka in po slamici priteče voda v notranjost plovila. Na ta način smo odstranili zračni žep iz vodnega prostora in slamico lahko izvlečemo iz utora. Tesnilni sistem je mogoče tudi večkrat sestaviti in razstaviti, zato je mogoča tudi obnova pri proizvajalcu, kar je za uporabnika stroškovno ugodno pri že tako nizki prodajni ceni.

Ob eventualnem navitju vrvi na pogonski vijak navadno pride do premika gredi proti statveni cevi, sistem zaradi dvojnega vodenja osi in fleksibilne manšete še vedno deluje in tesni.

Suh tesnilni sistem z notranjim ležajem in pahljačami je novost na našem trgu, za katero je pridobljen patent. Več informacij o izdelku, montaži in obnovi je mogoče dobiti pri proizvajalcu Povhe Navtika.

Za vse našete tesnilne sisteme je pogoj, da se nahajajo v celoti pod vodno linijo, saj morsko vodo izrabljajo kot mazivno oziroma hladilno sredstvo.

Na slovenskem tržišču je mogoče dobiti različne tipe tesnilnih sistemov, zato nakup v tujini že nekaj časa ni več aktualen. Potrebno je le preveriti prednosti ter slabosti posameznih tesnilnih sistemov in pri tem upoštevati tudi lastne želje, potrebe, izkušnje prijateljev in proizvajalcev. Vsekakor pri odločitvi za posamezni tesnilni sistem svojo vlogo igra tudi cena, ki ni in ne sme biti najpomembnejši faktor pri izbiri. Začetni prihranek nekaj dolarjev v primerjavi s celotno investicijo nikakor ne odtehta težav in stroškov, ki se lahko pripetijo na dopustu, ob neprimerni montaži in napačni izbiri tesnilnega sistema. Tesnilni sistem je ključni dejavnik za brezskrbno

dopustovanje, ki kljub nemotenemu in učinkovitemu delovanju zahteva letno kontrolo in obnovo po več letih delovanja v smislu dobrega gospodarja. Naslednjič pa več o montaži motorja.