

Nove metode popravaka pomoću tekućih metala pri održavanju brodskih uređaja

UDK 621/629:658.581

Nemoguće je unaprijed predvidjeti, kad će i na kojem dijelu postrojenja cjevovoda, rezervoara i sl. doći do loma, prokopavanja ili slične neke iznenadne pojave. U većini takvih problematičnih situacija treba brzo djelovati i po mogućnosti ne prekidati proces plovidbe. Često je to nemoguće postići primjenom klasičnih metoda popravaka — zbog opasnosti od požara, nedozvoljene primjene termičkih postupaka (lemljenja, zavarivanja...). Ne samo da su ove klasične, uobičajene tehnologije popravaka spore, one su i skupe — zbog velikih troškova demontaže, ponovne hitne montaže, zastoja hoda, troškova oko nabavke i držanja na skladištu rezervnih dijelova.

Međutim, danas se ovakve situacije i problemi rješavaju i brzo i uspješno primjenom moderne tehnologije popravaka epoksi smolama. Naime, otkako su se unatrag 40 godina u SAD za brtvljenje oštećenih cijevi počele koristiti epoksi — smole armirane pletivom iz staklenih vlakana (mata), postali su reparaturni materijali na bazi epoksi — i poliestersmole općenito priznati za brzo i kvalitetno provođenje popravaka.

To je pastozni, neotrovni i univerzalan reparaturni preparat, koji se otvrdnjava »na hladno« (niti egzoterman niti endoterman), a izrađen je na bazi metala.

Danas se razne vrste reparature rješavaju ovom suvremenom tehnologijom:

1. U domeni preventivnog održavanja

- zaštita od korozije i erozije,
- upozoravanje procesa habanja,
- zaštita od infracrvenog i ultraljubičastog zračenja,
- premazivanje i oslojavanje čeličnih konstrukcija, krovova, betonskih podova,
- izolacija postrojenja za provođenje tekućina, zatim izolacija pumpi, ventila, rezervoara, ventilatora itd.

2. U domeni brze reparature oštećenja

- popravci dijelova strojeva i postrojenja, izrađenih od bilo koje vrste metala i legure,
- popravci dijelova strojeva i postrojenja, na, eternita, stakla, porcelana, drveta i plastike.

Ovaj reparaturni materijal dobro podnosi mehanička opterećenja, agresivna kemijska djelovanja, zatim i visoke i niske temperature. Ova svoja svojstva posjeduje, kako u toku izvršenja reparature, tako i kasnije. Mogućnosti primjene su

gotovo neograničene, jer se dodatnim armiranjem — bilo sa staklenom ili metalnom tkaninom — postiže, ovisno o vrsti primijenjenog materijala, praktički svaki stupanj čvrstoće.

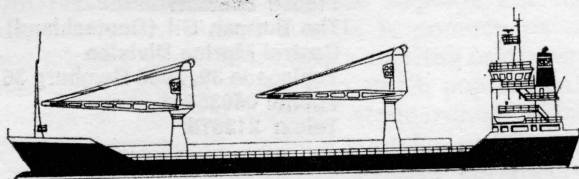
Ovako univerzalna mogućnost primjene materijala bazirana je na njihovim specifičnim karakteristikama:

1. Odnos miješanja komponenata je tolerantan tj. ne traži s prevelika preciznost, što bi zahtijevalo upotrebu nekog mjernog uređaja.
2. Komponente se međusobno jasno razlikuju u boji, što omogućuje optičku kontrolu u toku miješanja.
3. Materijal je tiksotropan (»ne curi«), što olakšava rad i nanošenje na okomite površine, iznad glave, u slojevima debljine 2 — 3 cm, uslijed čega nema »gubitaka na materijalu« (otpad) u toku rada.
4. Mogućnost prijanja ovog materijala na vlažnu i masnu površinu bitno je svojstvo za slučaj vrlo hitnih, privremenih intervencija.
5. Apsolutna konstantnost volumena omogućuje upotrebu ovog materijala i za izradu precizne mehanike (bez ikakve naknadne mehaničke obrade moguće je izliti iz ovog materijala na pr. sjedište ležajeva).
6. Posjeduju dovoljno veliku elastičnost, da se prevlada razlika u koeficijentima rastezanja.
7. Neotrovnost, kako u neizmiješanom, tako i u izmiješanom stanju, dozvoljava primjenu i na postrojenjima prehrambene industrije. Ovi materijali su fiziološki potpuno neutralni.
8. Zagarantirano se mogu neograničeno dugo skladištiti, jer ne dolazi do procesa starenja materijala.

Kad se gore navedena svojstva pridodaju osnovnim tehničkim svojstvima, postaje vidljivo, da se radi o visokokvalitetnim reparaturnim materijalima, koji imaju zaista široku mogućnost primjene.

Karakteristike tekućeg metala su:

- elastična postojanost volumena i forme — u radu do djelovanja sile od 7.500 N/cm²



- površinska otpornost u radu do djelovanja sile od 7.730 N/cm²
- faktor trenja s obzirom na čelik (podmazivanje sa Shell-Tellus-uljem od 68 Cst) 0,15
- mali utrošak vremena za tokarenje oštećenog mjesta i nanošenja tekućeg metala (10 — 15 min.)
- mogućnost mehaničke obrade već nakon 60 min.
- u toku mehaničke obrade ponaša se kao duraluminij
- mogućnost oblikovanja putem matrice, a bez naknadne obrade

Popravci oštećenja uzrokovanih lomom i/ili istrošenošću

Upravo oni metali i legure, koji su skloni mehaničkim oštećenjima/lomovima (sivi lijev, aluminij, aluminijske legure) vrlo se teško mogu zavariti. Navarivanje bi još nekako i došlo u obzir tj. u slučaju istrošenosti, no u slučaju loma ne dolazi u obzir — zbog opasnosti od pojave unutrašnjih naprezanja i deformacija — popravak putem zavarivanja.

Naprotiv, pastozan i tiksotropan reparaturni materijal, upravo je idealan za ovakve popravke:

na polomljene dijelove nanese se sa jedne ili s obje strane sloj tekućeg metala i dijelovi se spoje.

U slučaju većih rupa sloj tekućeg metala armira se pomoću staklene tkanine.

Popravljeni komad/dio mora posjedovati određenu čvrstoću, što se postiže nanošenjem tekućeg metala na dovoljno veliku površinu i u dovoljno debelom sloju, imajući u vidu vrijednost čvrstoće na odrez. U cilju blokiranja pukotina, koje nastaju zbog unutrašnjih naprezanja, mogu se u sloj tekućeg metala ugraditi (i putem vijaka fiksirati) ili odgovarajući limovi ili čelične ploče.

Tekući metal je mekana/pastozna masa, koja se može dobro oblikovati ili lopaticom »špahtl) ili pak umetanjem u neku vrstu kalupa, čije se stijenke prethodno namažu sredstvom za odvajanje. Tako popravljen komad/dio odgovara sa svim točno matrici, po kojoj je bio modeliran te ne zahtijeva nikakvu naknadnu obradu. To je velika prednost kod popravaka takovih dijelova, kod kojih bi naknadna obrada bila praktički neizvediva (npr. pužne osovine) ili kod dijelova, gdje treba uz mali utrošak rada i brzo postići veliku preciznost (ugradnja ležajeva, izrada sjedišta za ležajeve svih vrsta, popravci prirubnica, vodilica, kliznih staza...).

Castrol

MARINE OILS

World-wide 24 hours Supply
and technical service



Please contact:
The Burmah Oil (Deutschland) GmbH
Castrol Marine Division
Esplanade 39, 2000 Hamburg 36
Phone: 04035941
Telex: 213676

Our Agent in Yugoslavia:
Transjug Rijeka
Trščanska 8
RIJEKA
Phone: 311 11
Telex: 24115

Tekući metal upotrebljava se osim toga za popravke blokova motora, kućišta zupčaničkih prijenosnika (»Getriebe«, »Reduktor«), klipova u hidrauličnim uređajima, utora za klinove, različiti valjaka i sl.

Tekući se metal može već nakon 2 sata otvrdnjavanja mehanički obrađivati: tokariti, glodati, brusiti, polirati, urezivati navoje i sl., ukoliko je naknadna obrada potrebna.

Otklanjanje grešaka nastalih u toku lijevanja i mehaničke obrade — primjena tekućih metala

Posebno značenje ima tekući metal u otklanjanju grešaka podmjera, što predstavlja veliki financijski problem, ukoliko je u takav komad/dio prethodno utrošeno mnogo skupih radnih sati. Ovaj problem se može vrlo uspješno riješiti pomoću tekućih metala.

Tekući se metal može u jednoj radnoj fazi nanijeti na svako mjesto i u bilo kojoj debljini sloja, a zatim se može dobro oblikovati i pomoću kalupa, u kojem slučaju je naknadna obrada suvišna.

Ukoliko pak oblikovanje pomoću kalupa/matrica ne dolazi u obzir, opet se može vrlo brzo reagirati, jer je tekući metal nakon 60-minutnog djelovanja infracrvenih zraka spreman za bilo koju vrstu mehaničke obrade (tokarenje, glodanje, pilenje, brušenje, poliranje).

Velike probleme i velike troškove mogu izazvati greške u lijevanju, koje se obično manifestiraju tek u fazi obrade odljevaka. Također i ovdje pomaže tekući metal.

Popravci oštećenja na osovina i kliznim ležajevima — primjena tekućeg metala

Mogućnost primjene tekućeg metala uvjetovane su karakteristikama ovog materijala. S obzirom na te karakteristike, uspješno se primjenjuju za popravke odnosno oslojavanje osovine, kliznih ležajeva, utora za podmazivanje, kojima se na taj način produžuje vijek trajanja (gumeni prsten služi kao negativ-matrica pa nije potrebna naknadna obrada na glodalici), odnosno svih onih artikala/dijelova, kod kojih traženi pritisak i obodna brzina ne premašuje granične vrijednosti za tekuće metale (cca 95% slučajeva) i gdje se ne traži vrlo tvrda površina.

Habanje u području elastičnih gumenih brtvi dosta je veliko, pa se stoga moraju oštri bridovi ležišta za uljne prstenove prethodno obrusiti brusnim papirom. Nadalje treba paziti da se brtvenica vrlo pažljivo navuče na mjesto koje je reparirano tekućim metalom. Osim toga treba omogućiti dovod dovoljne količine tekućine za podmazivanje.

Primjena tekućih metala ne preporučuje se kod igličastih ležajeva, kod brzina okretaja preko 200 (m/sek) i kod protupovršina iz bijele kovine.

Popravci oštećenih sjedišta kotrljajućih ležajeva — primjena tekućeg metala

Usljed nemirnog rada stroja trpe ležajevi osovina i vrlo je uobičajen slučaj da ležajevi dobiju preveliku zračnost i »lupaju«. Takav rastu-

čen ležaj može uzrokovati daljnje štete i zato se treba zamijeniti novim ili u njega umetnuti precizno izrađen prsten. Ovo posljednje je — s obzirom na potrebnu preciznost — dosta dugotrajan posao.

Ovaj problem prvo je rješavan tekućim metalom na ležaju kormila, nakon čega se ovaj način popravka počeo primjenjivati za sve vrste ležajeva.

Radi se o injekcionom postupku, kojim se pomoću pištolja pod pritiskom 3—5 bara u prostor između košuljice i ležaja utisne određena količina metala. Naime, ovaj tečni molekularni metal nema niti stezanja niti rastezanja tj. konstantnost njegovog volumena omogućuje precizno pozicioniranje. Osim bitno manjeg utroška radnih sati, postiže se i duži vijek trajanja tako popravljenog ležaja, jer je tekući metal apsolutno otporan na djelovanje korozije.

Popravci cjevovoda, rezervoara i sl., koji propuštaju, primjenom tekućeg metala

Stijenke plinovoda pod tlakom redovno se kontroliraju pomoću ultrazvuka, kako bi se ovisno o debljini stijenke cjevovoda obavili popravci, zamjene i dr. Ostali cjevovodi uglavnom se ne kontroliraju, a kako su oštećenja u svojem početku nevidljiva, svako prokapavanje odnosno izlaženje medija iznenadno.

Otklanjanje ovakvih kvarova vrlo je brzo, te bi na svakoj plovnoj jedinici trebalo uvijek posjedovati interventnu količinu tekućeg metala, a osoblje nadležno za održavanje trebalo bi posjedovati osnovna znanja za primjenu ovih materijala.

Tekući metal prijanja na vlažnu i masnu površinu, brzo stvrdnjava i stoga je ovim materijalom moguće za cca 5 minuta, koliko iznosi njegovo vrijeme za manipulaciju, zabrtviti mjesta prokopavanja, potrebno je s nanošenjem istog počekati, dok se obavi glavina kemijske reakcije otvrdnjavanja (»nanosi se, kad već malo otvrdne, ali ne previše«).

Za interventno otklanjanje prokopavanja odnosno propuštanja medija na rezervoarima pod tlakom pronađen je pred mnogo godina specijalan postupak.

Na oštećeno mjesto rezervoara stavi se ploča, koja je prethodno premazana tekućim metalom, koja na sebi ima »cijev za odvođenje tlaka«. Nakon što sloj tečnog metala potpuno otvrdne, cijev se zatvori navojnom kapom i rezervoar je opet ispravan.

Tekući metali primjenjuju se za krpanje i zaštitu pumpi na brodovima odnosno u takvim granama industrije, gdje se radi s jako habajućim tekućinama/suspenzijama. Krpanje kućišta i lopatica/rotora pumpi obavlja se pomoću pastoznog tekućeg keramik-metalna, a zaštitno oslojavanje ovih dijelova (bilo novih, bilo starih popravljenih) obavlja se pomoću tekućeg standardnog metala. Brodske pumpe za slatku i morsku vodu, cjevovodi i sl., koji su zaštićeni tekućim keramik-metalom, imaju praktični neograničeni rok upotrebe.

U kemijskoj, metalurškoj i naročito industri-

ji papira vrlo su teški uvjeti pod kojima rade vakum-pumpe i pumpe-muljače (mono-pumpe) pa ih treba vrlo često (čak svakih nekoliko tjedana) popravljati. Najčešće se ništa bitno ne poboljšava niti ukoliko su kućišta pumpi izrađena od nerđajućeg čelika niti ukoliko se ojačavaju navarivanjem, jer su ovakva kućišta bitno skuplja, a vrijeme upotrebe pumpe (vrijeme od remonta do remonta) se nažalost ne produžuje proporcionalno ulozenim financijskim sredstvima. Zbog toga zauzet je stav da kućišta pumpi i dalje budu od sivog lijeva tj. da se primjenjuje »sistem bacanja na otpad«.

Priprema površina prije nanošenja tekućeg metala

Osnovni je preduvjet za vrhunske rezultate, bilo popravaka strojnih dijelova bilo antikoroziivne zaštite pomoću tekućih metala, da se ovim materijalima treba omogućiti da se molekularno vežu na čistu metalnu podlogu, a ne na metalne okside, masnoću, prljavštinu i sl.

Ovaj osnovni preduvjet (doći do »živog« metala) najefikasnije se ostvaruje putem pjeskarenja, no to nije baš uvijek moguće ostvariti npr. zbog skučenosti prostora, opasnosti od eksplozije, suviše slabog artikla (uslijed pjeskarenja bi se jedan suviše fin ili korozijom suviše oštećen dio naprosto raspao). U tom slučaju površina se koliko je to moguće mora očistiti od rđe žičanom četkom, turpijom, brusilicom i sl., te se na istu nanese tekući metal, koji neutralizira na površini stvorene okside.

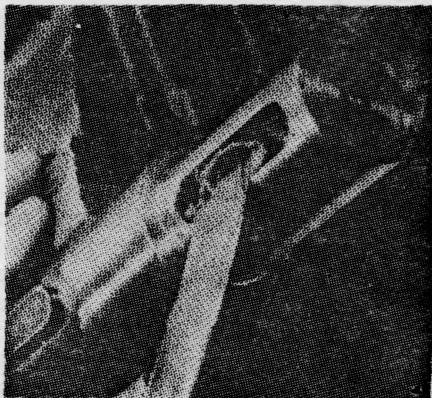
Ovako se prepariraju pumpe za transport morske vode.

Dakle, radi se o dvokomponentnom premazu, koji služi za pasiviziranje površine i ujedno kao temeljni premaz tekućim metalom.

U slijedećim primjerima pokušat će se dočarati primjena u praksi.

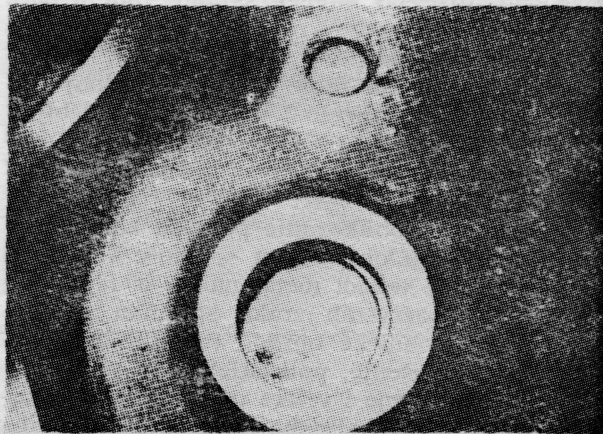
1. Šupljina u kućištu kompresora kao posljedica greške u lijevanju

Što je neki odljevak kompliciranog oblika, to je češća pojava grešaka kod lijevanja, a posebno lijevnih šupljina. Otežavajuća je okolnost, što se ove greške ustanove tek nakon izvršene strojne obrade odljevka, a ova je često dugotrajna i skupa. Ovaj problem uspješno se rješava tekućim metalom.



Popravak utora za klin i postavljeni novi klin

Na kućištu za 6-klipni rotacioni kompresor konstatirana je jedna velika lijevna šupljina (»lunker«), koja je bila povezana sa još nekoliko sitnijih i to je na tom dijelu uzrokovalo šupljikavost odljeva. Otklanjanje ove greške zavarivanjem ne dolazi u obzir jer uzrok nije naprezanje u materijalu. Trebalo je samo dobro izmiješati bazu i očvršćivač tekućeg metala i ovom masom popuniti šupljinu. Utrošak vremena i reparaturnog materijala je neznatan, a pogotovo kad se uspoređi s vrijednošću strojnog dijela, koji je skup i možda ga u tom momentu nema na skladištu.

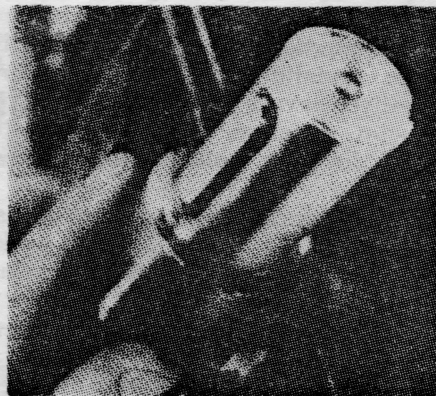


Popravak kućišta kompresora nakon lijevanja i pojave šupljine

2. Oštećenja na utorima vratila

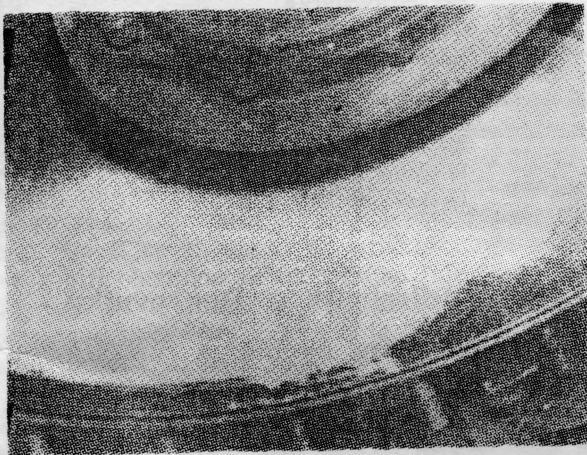
Oštećeni utori podesivih pera i klinova mogu uzrokovati daljnje velike štete te se trebaju bez odlaganja popraviti. Ako se novi utor radi obradom na glodalici, potrebno je vratilo demontirati, što je u slučaju popravka pomoću tekućih metala nepotrebno. Osim toga postiže se točnost dosjeda. Postupak popravka jednostavan je i brz, te se u svakoj tvornici samostalno bez pomoći sa strane mogu popraviti mnogobrojni utori.

Oštećeni rubovi utora obrušeni su pomoću ručne brusilice i utor je oslojen tekućim metalom.





Brtvljenje pukotina na kućištu ventila



Popravak oštećenja rashladnog plašta brodske turbine

Otisak pera u još mekanom tekućem metalu tako je točan da se bolja dosjedna površina ne može postići ni najpreciznijom strojnom obradom.

3. Brtvljenje pukotina na kućištima pumpi i ventila

Kad se žele zabrtviti pukotine na kućištima pumpi, ventila i slično, preporuča se dodatno zatvaranje pukotina pomoću čeličnih pločica. Pukotina se obradi ručnom brusilicom, zatvore joj se rubovi i izbuše rupe. Nakon toga se nanese tekući metal, stave pločice sa vijcima, te se na sve to naravno nanese tekući metal i zagladi lopaticom. Time je proces završen.

4. Popravak oštećenja rashladnog plašta brodske turbine

Brodarima je odavno poznato da se brtvljenje oštećenja na vodenom plaštu kućišta turbine za ispušne plinove vrlo uspješno obavlja na licu

mjesta (u toku plovidbe) pomoću tekućih metala iako temperatura dostiže 450°—550°C. Mjesto oštećenja se armira čeličnim limom koji se uz osnovnu stijenkku pričvrsti svornjakom.

Prethodno je na oštećeno mjesto nanesen tekući metal kojeg dovoljno hladi vodeni omotač. Na tako fiksirani lim (pričvršćen svornjacima) nanese tekući metal koji se prihvati na samoj površini te tako stvori sloj otporan na toplinu, pogotovo ako nije izložen mehaničkim opterećenjima.

Moglo bi se naći mnogo primjera ovakvih popravaka na brodovima u toku plovidbe. Smatramo da je navedeno dovoljno za ilustraciju, a namjera ovog rada je da ukaže na široke mogućnosti primjene novih tehnologija.

LITERATURA:

1. Katalozi firme »Belzona«.
2. Katalozi brodskih uređaja raznih firmi.
3. Interno izdanje o održavanju »Werkstat und Betrieb«, Berlin, 1985.