

Nove alternative primene dvokomponentnih epoksi sistema

U radu su prikazane teoretske i primenske osnove debeloslojnog premaza Antikoplasta TXK-3 za rešenje problema koprozije na kondenzatorima i razmenjivačima toplote. Umrežavanje epoksi sistema, odnosno otvrdnjavanje Antikoplasta TXK-3, pomoću tri različite amino grupe, koje se nalaze u umreživaču pračeno je preko tvrdoće formiranog filma i FTIR spektroskopijom.

Zbog svojih izvanrednih osobina (visok stepen umreženosti, odgovarajuća čvrstoća i mehanička otpornost), postignutih kroz process otvrdnjavanja, smatra se da će Antikoplast TXK-3 biti postojana zaštita od korozije na kondenzatorima i razmenjivačima toplote.

Key words: debeloslojni premazi, umrežavanje, FTIR spektroskopija

UVOD

Dugogodišnjim praćenjem ponašanja kondenzatora u eksploataciji na Termoelektranama uočen je ozbiljan i kompleksan problem korozije, koja je uvek aktuelna i predmet je izučavanja stručnjaka, koji stalno nastoje da pronađu što bolja i efikasnija sredstva u zaštiti od iste.

Obzirom da je konstrukcija kondenzatora od čelika i raznih metalnih legura, uočeno je da se javlja više tipova korozije (mešovita korozija), kao i koroziono-eroziono dejstvo nastalo strujanjem sirove vode velikom brzinom.

Veliki udeo u mešovitoj koroziji ima elektrohemijska korozija, odnosno njena vrsta selektivne korozije (fazna i komponentna), korozija u zazorima, kontaktna korozija, naponska i korozija usled zamora.

Pridajući značaj pojedinoj vrsti korozije, stručnjaci su pribegavali, takođe pojedinim vrstama mehanizama zaštite (elektrohemijska, zaštita metala obradom korozione sredine, zaštiti metala oplemenjivanjem, konstruisanjem, prevlakama i sl.) od korozije na kondenzatorima, što je dovelo do više ili manje uspešnosti.

Međutim, postavljajući problem kao kompleksan, tim pre što se pored zahteva za zaštitu od korozije ispostavlja i zahtev za formiranje La Valovih mlaznica na ustima cevi celog kondenzatora anti-korozionom masom (što ima za posledicu druge pozitivne efekte, koji ovde neće biti predmet raz

matranja) formulisan je debeloslojni premaz Antikoplast TXK-3 na bazi epoksi sistema sa dobrom sposobnošću formiranja filma na ambijentalnoj temperaturi i dobrim radnim karakteristikama. Sprovedenim istraživanjima na razvoju i primeni Antikoplasta TXK-3 ostvarena je veća efikasnost u zaštiti i eksploataciji kondenzatora.

Epoksi sistem u ovom slučaju kreiran je od linearne epoksi smole, diglicidnog etra bisfenola A, kao bazične komponente i odgovarajućih polifunkcionalnih umreživača.

Široka primena epoksi sistema proizašla je iz brojnih pozitivnih svojstava, koja su dobijena na osnovu uspostavljenog strukturnog sastava, a najbitnija su: postojanost prema koroziji, otpornost prema hemikalijama, dobra elektroizolaciona svojstva, dobra adhezija na veliki broj podloga i odlične mehaničke osobine.

RAZVOJ I STRUKTURA EPOKSI SMOLA

Početak stvaranja i razvoja epoksi smola vezuje se za 1934. godinu, kada je od strane P. Schlaka (1), prvi put opisano formiranje visoko molekulskih poliaminskih derivata reakcijom ukrštanja epoksida sa aminima. Četri godine kasnije Švajcarski hemičar P. Castan (2), dolazi do saznanja da su epoksi jedinjenja izuzetno pogodna za dobijanje plastičnih proizvoda, pošto vulkanizuju bez otpuštanja gasova, pri čemu daju materijale sa iznenađujuće niskim stepenom skupljanja. Tako je otkriven način dobijanja ukrštenih sintetičkih smola sa izuzetnim mehaničkim karakteristikama i izvrsnom termičkom i hemijskom otpornošću.

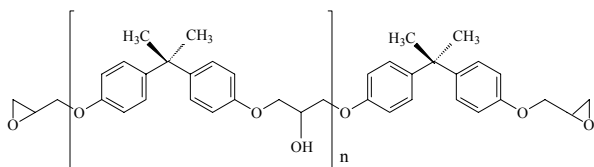
Adresa autora: prof. dr Ljiljana Rašković, AD "Pomoravlje" Niš, Radojica Mitrović JP PK "Kosovo"

Prvi put upotrebljene u zubarskoj tehnici, epoksi smole su svojim izvanrednim osobinama otvorile vrata novim načinima proizvodnje čitave palete raznovrsnih lepkova, premaza, livačkih smesa i plastike, što je uslovalo ekspanziju proizvodnje i upotrebe epoksi smola.

U industriji boja i lakova koriste se kao veziva u proizvodnji premaza za zaštitu objekata izloženih industrijskoj atmosferi, objekata u kojima se skladišti ili transportuju životne namirnice, voda za piće, alkohol, žestoka pića, organski rastvarači i druge vrste proizvoda(3).

U elektroindustriji, usled dobrih elektroizolacionih osobina koriste se za livenje, zatapanje i izolaciju raznih električnih konstrukcionih elemenata, kao i za presvlačenje žica. Vrlo značajna oblast primene epoksi smola predstavlja izrada mašinskih delova, zbog osobina malog skupljanja i odlične dimenzione stabilnosti.

Ovi čvrsti ili tečni polimeri sa niskom tačkom ključanja predstavljaju polietre, na čijim se krajevima nalaze epoksi grupe, kao reaktivne grupe i sekundarne hidroksidne grupe po dužini lanca. U opštem obliku struktura epoksi smola predstavlja se sledećom strukturnom formulom



Slika 1 - Opšta struktura epoksi smola

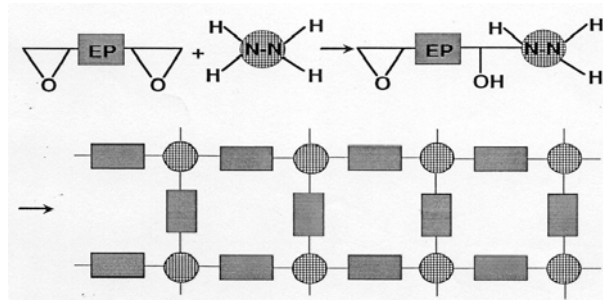
Oko 85% svetke proizvodnje epoksi smola, što je u korelaciji sa upotrebom, bazira na proizvodima reakcije bisfenola A i epihlorhidrina. Da bi se dobio 1 mol smole sa prosečnom vrednošću "n" za deo lanca u zagradi, onda mora (n+1) mola bisfenola A da reaguje sa (n+2) mola epihlorhidrina. Vrednost "n" je mera dužine molekulskog lanca, a takođe i molekulske mase. Epoksi smole sa vrednošću $n < 1$ su tečne, a kod čvrstih smola vrednost "n" se kreće od 2-13, ponekad i više.(4) Naročito značajna osobina epoksi smola jeste široka mogućnost oblika u kome se mogu upotrebiti i to: u organskim rastvaračima, bez rastvarača, sa visokim sadržajem suve materije, u obliku praha i kao vodoemulgujuće epoksi smole.

UMREŽAVANJE EPOKSI SMOLA

Epoksi smole, same za sebe formiraju vrlo loše filmove. Filmovi sa dobrim osobinama dobijaju se samo kada se kreiraju ekstezivno trodimenzio-

nalno povezane structure od linearnih epoksi smola u reakcijama sa odgovarajućim polifunkcionalnim umreživačima.

U procesu umrežavanja epoksi smola, obuhvaćeni su svi hemijski procesi u kojima se transformišu niskomolekulski polimeri epoksi smole u polimer vrlo velike molekulske mase i trodimenzionalno umrežene structure. (5) Rekcije, koje se odvijaju u procesu umrežavanja epoksi smola, prvenstveno se odnose na adiciju umreživača preko njegovih funkcionalnih grupa na epoksi prsten.(6) Moguće su reakcije sa eventualno prisutnom hidroksilnom grupom epoksi smola, pa i reakcije homopolimerizacije. Osim razlike u brzinama sa kojima se odvijaju pojedine od spomenutih reakcija, kao posledica raznolikosti sastava i structure, u kasnijoj fazi umrežavanja, naročito značajnu ulogu ima sposobnost difuzije funkcionalnih grupa, obzirom da je njihova gibkost, porastom viskozitet sredine znatno umanjena, pa ovaj momenat često ima presudnu ulogu. Organske prevlake na bazi dvokomponentnih epoksi sistema, čija su istraživanja sprovedena u ovom radu, formirane su umrežavanjem pomoću tri različite amino grupe, koje se nalaze u sredstvima za umrežavanje. Umrežavanje na ambijentalnoj temperature odvija se reakcijom poliadiacije.(7) Adicijom vodonikovog atoma na epoksi prsten nastaju polarne hidroksilne grupe i sekundarne amino grupe. Ove druge dalje reaguju uz formiranje tercijarne amino grupe i sledeće hidroksilne gupe. Zapaženo je katalitičko dejstvo tercijarnih amina, a povećanjem koncentracije hidroksilnih grupa proces umrežavanja se ubrzava. Na stepen umreženosti bitno utiče odnos funkcionalnih grupa. Najoptimalniji stepen umreženosti postiže se pri ekvivalentnom odnosu funkcionalnih grupa, koje učestvuju u procesu umrežavanja. Uticaj temperature je takođe značajan. U organskim prevlakama bez rastvarača, epoksi molekuli su umreženi potpuno površinski i dubinski isprepleteni, a formirani film je nepropustan za korozione agense



Slika 2 - Umrežavanje epoksi smola sa poliaminima

Mehanička i hemijska svojstva filmova u velikoj meri zavise od primenjenog umreživača. Teoretski svi organski i neorganski molekuli, koji sadrže vodonikove atome, pogodni su kao partneri epoksi smola u reakcijama umrežavanja. Posmatrano u celini, može se zapaziti da izbor umreživača uslovljava njihovu primenu. Raznolikost umreživača za otvrdnjavanje, daleko nadmašuje izbor epoksi smola. Svojom različitom strukturom i prisutnim funkcionalnim grupama, omogućavaju komponovanje sistema po želji, koji imaju specifične namene.

REŠENJE ZA PROBLEME KOROZIJE NA KONDENZATORIMA I RAZMENJIVAČIMA TOPLOTE

Radi pomoći u reparaturi korodiranih krajeva cevi kondenzatora ili kao preventiva zaštite kondenzatora primenjen je debeloslojni premaz Antikoplast TXK-3, dvokomponentna pastozna masa, na bazi epoksi sistema bez rastvarača. (8) Sastav Antikoplasta TXK-3 omogućava atraktivnu formulu fleksibilnosti, dobru gustinu pakovanja, nepropustljivost i odličnu adheziju.

Debeloslojni premaz Antikoplasta TXK-3 nanosi se na pripremljene površine kondenzatora, a proces otvrdnjavanja odvija se u ambijentalnoj sredini. Rezultati sprovedenih merenja tvrdoće ukazuju da se otvrdnjavanje Antikoplasta TXK-3 završava za 10 dana. Ostvarene vrednosti adhezije, elastičnosti i otpornosti na deformacije ukazu da je formirana struktura prevlake sa odličnim mehaničkim osobinama.

U poređeno, tokom istraživanja, spektroskopskom metodom, praćeno je smanjenje intenziteta i skoro nestajanje IR trake epoksi grupe kod umreženog sistema. Karakteristična epoksi grupa kod epoksi smola može se identifikovati na osnovu prisustva trake u IR spektru $3060-3000\text{cm}^{-1}$. Do procesa umrežavanja dolazi otvaranjem epoksi prstena aktivnim vodonikom iz amino grupe umreživača, uz formiranje hidrosilne grupe, što se potvrđuje u ovom slučaju, smanjenjem intenziteta trake na 3056cm^{-1} i pojavom OH trake na 3438cm^{-1} .

Imajući u vidu da adicijom vodonikovog atoma na epoksi prsten nastaju polarne hidrosilne grupe, kao i sekundarne amino grupe, tokom umrežavanja došlo je do povećavanja intenziteta OH trake u IR spektru na oko 3430cm^{-1} . Sa istih spektara se može uočiti karakteristično pomeranje apsorpcionih maksimuma opisane trake na višim frekvencama.

Naime, kako se proces umrežavanja odvija do tercijarnih amina uz njihovo izrazito katalitičko de-

jstvo, a da se povećanjem koncentracije hidrosilnih grupa ubrzava proces umrežavanja, ovakve promene položaja OH trake se mogu objasniti smanjenjem mogućnošću uspostavljanja vodonikovih veza. Amino grupe kod IR spectra umrežene epoksi smole nisu identifikovane, što se može protumačiti odgovarajućim učešćem količine umreživača u formuli. Jedan deo epoksi grupa ostaje slobodan, zbog intenzivnog povećanja viskozitet i načina formulisanja, što doprinosi zadovoljavajućoj elastičnosti.

Nakon otvrdnjavanja, ostvarenim glatkim i sjajnim površinama Antikoplasta TXK-3, onemogućuje se prihvatanje prljavštine, kamenca, mikroorganizama i dr. mehaničkih nečistoća.

PRIMENA I NANOŠENJA ANTIKOPLASTA TXK-3

Za nanošenje Antikoplasta TXK-3 primenjeni su sledeći postupci:

- Odmaščivanje cevi i cevnih ploča

- Peskarenje cevnih ploča i vodenih komora kondenzatora izvodi se do stepena čistoće Sa3, mlazom abraziva, koji ostvaruje oštar profil hrpavosti minimum 50 mikrometara, pri čemu se koriste čepovi tipa 1, zbog sprečavanja abraziva u cevi.

- Odprašivanje

- Nakon pripreme Antikoplasta TXK-3, mešanjem komponenta A i B u odnosu 4:1, nanosi se prvi sloj, malim četkicama po cevnoj ploči i oko cevi u toku 1 časa.

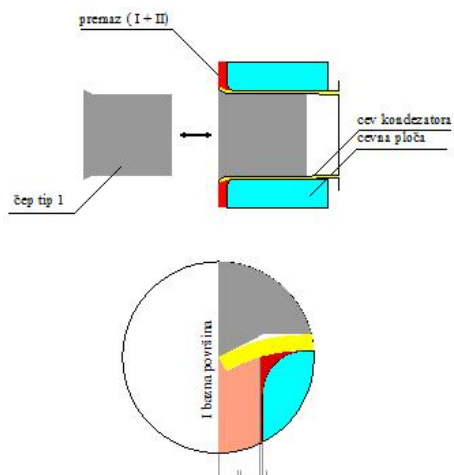
- Nakon 24 časa priprema se Antikoplast TXK-3 mešanjem komponenta A, B, i P (pesak granulacije 0,05 - 0,8 mm) u odnosu A:B:P=4:1:3 i nanosi špahtloma do I bazne površine (čep tip 1) u roku od 1 časa.

- Po isteku 24 časa vade se čepovi tipa 1 i postavljaju čepovi tipa 2 (tačno definisanih i izvedenih profila), priprema Antikoplast TXK-3 A:B:P=4:1:3, ali sa peskom granulacije 0,05-0,3 mm i nanosi špahtlom do II bazne linije.

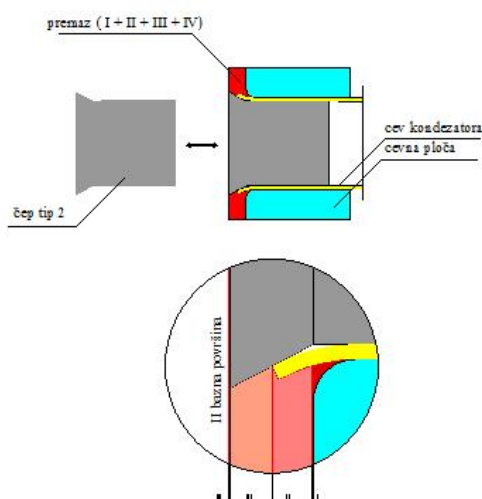
- Nakon 24 časa vrši se mašinska obrada i ravnjanje površine do II bazne površine.

- Nanošenje zadnjeg (četvrtog) premaza priprema se kao I uz dodatak alkohola, prilagođen za nanošenje bezvazdušnim rasprašivanjem.

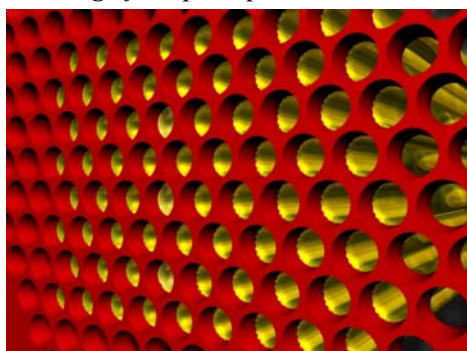
- Sutradan se vade čepovi, koji za sobom ostavljaju željeni profil, glatku i sjajnu površinu.



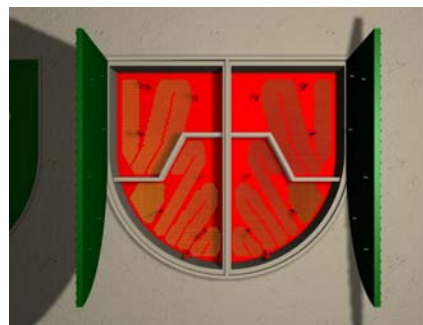
Slika 3 – Prva faza postupka



Slika 4 – Druga faza postupka



Slika 5a



Slika 5 - Konačan izgled zaštićenog dela

ZAKLJUČAK

Sprovedenim istraživanjem u laboratorijskim i eksploatacionim uslovima može se konstatovati da je AntikoplastTXK-3, uz odgovarajuću pripremu površine rešenje za probleme korozije na kondenzatorima i razmenjivačima toplote.

Zbog svojih izvanrednih karakteristika (visok stepen umreženosti, odgovarajuća čvrstoća i mehanička otpornost) Antikoplast TXK-3, sistem bez rastvarača, je perspektivan za aplikaciju i zaštitu metalnih površina pri visokoj zagađenosti na svim otvorenim ili zatvorenim prostorima ambijenta.

LITERATURA

- [1] S. Zlatković, Ispitivanje uticaja umreživača na process otvrdnjavanja epoksi smola u različitim sistemima, mag. rad, Tehnološki fakultet, 2004.
- [2] N. Tadić. Dvokomponentni epoksi sistemi danas i sutra, diplomski rad, Tehnološki fakultet 1998.
- [3] Lj. Rašković, S. Zlatković, Epoksidnije sistemi v oblasti poverhnosti zaštiti organskim pokritijami, Sbornik naučnih trudov, Meždunarodnaja naučno metodičeskaja konferencija, Belgorod, Rusija 2003, 140-151.
- [4] E. A. Bracihin, E. S. Šuljgina. Tehnologija plastičkih mas, Leningrad 1982, 213-222.
- [5] Ciba Geigy, Formulations and their properties, Publ. Nr 28337/e Switzerland 1989.
- [6] Z. Katović, Letnja škola o polimernim prevlaka, Srpsko hemijsko društvo, Dubrovnik 1985.
- [7] Ciba Geigy, Publ. Nr. 28316/e Switzerland 1991.
- [8] Katalog Pomoravlja, Specijalni antikorozijski i dekorativni premazi Niš, 2004.

ABSTRACT

NEW APPLICATION OD TWO-COMPONENTS EPOXY SYSTEMS

In the paper application of thick layer coatings based on epoxy for solve of heat changer corrosion are described. Reticulation of the system by three different amino groups are analysed by FTIR spectroscopy.

Key words: thick layer coatings, reticulation, FTIR spectroscopy