



Prednosti epoksidne smole pred poliestrom v ladijski kompozitni strukturi

Uvod

Pri visoko tehnološki strukturi aplikaciji, ki mora biti močna, čvrsta, trpežna in lahka, epoksidne smole predstavljajo minimalno kvaliteto proizvoda za sestavo matrice materiala. Zato so epoksidi že vrsto let najprimernejši za zračna plovila, plovila namenjena tekmovanju... Kljub temu je danes 95 % izletniških ladij pod 18 metri še vedno izdelanih iz poliesterskih smole. Glavni kriterij za izbiro materiala je za izdelovalce cena, medtem ko sta izvedba in kakovost na drugem mestu. Na splošno so epoksidne smole dvakrat dražje od vinilesterskih smol in vinilesterske smole so dvakrat dražje od poliesterskih. Ker lahko smola vsebuje 40 do 50 % teže celotne kompozitne komponente ima razlika v ceni pomemben vpliv na ceno laminata..

V primerjavi s ceno celotne konstrukcije (plovila) je cena relativno nepomembna in vrednost višje kakovosti ter dolgoročno boljše vzdržljivost (torej boljše nadaljnja prodajna cena) sta neprimerno večji.

Kaj pripomore k boljši vrednosti....?

Epoksi smole imajo boljše zmogljivost kot poliesterske in vinilesterske smole:

- boljše sprijemljive lastnosti (sposobost močnejšega sprijemanja na jedro)
- najboljše mehanske lastnosti (predvsem jakost in trdota)
- izboljšana odpornost proti utrujenosti materiala in mikro razpokam
- zmanjšana degradacija pred vdorom vode (zmanjšanja je penetracije vode)
- povečana odpornost na osmozo (površinska degradacija zaradi neprepušanja vode)

Lepilne lastnosti

Epoksidne smole imajo veliko boljše lepilne lastnosti kot poliestrske in vinilesterske smole. Epoksidne smole imajo boljše lepilne lastnosti predvsem iz dveh razlogov. Prvi je na molekularni ravni, kjer prisotnost polarnega hidroksila in eterih skupin izboljša lepljivost. Drugi razlog je na fizikalnem nivoju – ker se epoksidne smole sušijo z manjšim krčenjem, se različne kontaktne površine med tekočo smolo in površino med sušenjem ne ovirajo med seboj. Rezultat je bolj homogena vez med vlakni in smolo in boljši prenos elementov med različnimi komponentami v sestavi laminata.

Visoka sprijemljivost je izredno pomembna pri odpornosti na mikro razpoke in pri sendvič konstrukcijah. Vez med jedrom in laminatom je ponavadi najšibkejši del laminata in kakovostne epoksidne smole močno povečajo moč sprijema ploskev med površinama in jedrom.

Mehanske lastnosti

Dve pomembni mehanski lastnosti katerega koli smolnega sistema sta njegova raztezna jakost in togost. Spodnja grafa prikazujeta rezultate preizkusov, ki so jih opravili na komercialno dostopnih poliesterskih, vinilesterskih in epoksidnih smolnih sistemih, ki so se sušili na sobni temperaturi ali na 175°F(80°C).

Po sedmih dneh sušenja je raztezna jakost epoksidnih smol 20 do 30 % večja od poliesterskih in vinilesterskih. Po ponovnem sušenju je razlika še večja. Plovila zgrajena s poliestrsko smolo le redko ostanejo v delavnici po sušenju, medtem ko plovila z epoksidom ostanejo. V praksi se večina plovil po sušenju dodatno presuši na Karibskem morju.

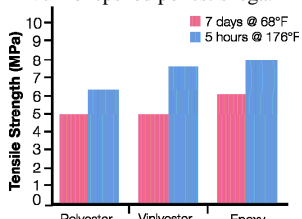
Posledice so dvakratne:

Strukturno

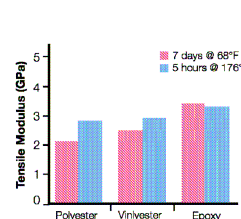
Pri naknadnem sušenju epoksidni laminat pridobi skoraj dvakrat večjo raztezno jakost in modul od enkrat sušenih poliesterskih in vinilesterskih laminatov.

Kozmetično

Poliestrske in vinilesterske smole se skrčijo do 7 % in ker se smole sušijo dolgo časa, to ne pride takoj do izraza. Tovrstno krčenje je značilno za starejša poliestrska plovila. V primerjavi z poliestrskimi in vinilestrskimi se epoksidne smole skrčijo za manj kot 2 % in epoksidni laminat bo dalj časa bolj stabilen in veliko lepši od poliestrskega.



raztezna jakost smol



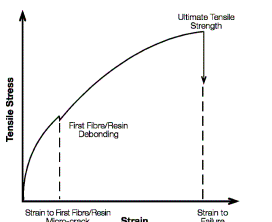
togost smol

Odpornost proti utrujenosti in mikro razpoke

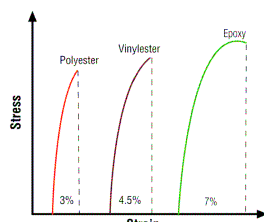
V večini primerov dober laminat nikoli ne bo podvržen skrajni jakosti; tako fizične značilnosti smolnega sestava, kljub temu, da so pomembne, ne predstavljajo edinega kriterija, na podlagi katerega laminat izberemo. Pred dokončno obremenitvijo in deformacijo, doseže laminat stresno točko, pri kateri bo smola popokala. Temu rečemo »prečno mikropokanje« - laminat na tej točki še ni v celoti popustil je pa začel popuščati.

Pritisk, ki ga prenese laminat, doseže preden se začne mikropokanje, je odvisen od trdote in prijemljivih lastnosti smolnega sistema. Za bolj krhek smolni sistem, kot je večina poliestrov, se ta točka začne dolgo preden laminat popusti in tako omeji maksimalni pritisk, kateremu je lahko laminat podvržen. Na vlažnem in mokrem zraku bo laminat z mikro razpokami vsrkal znatno več vode kot laminat brez razpok. To sčasoma vodi do povečane teže, napada vlage na smolo in vlakna, izgube togosti in sčasoma zmanjšanja maksimalnih lastnosti. laminata.

Epoksidne smole se ločijo od poliestrskih po tem, da prenesejo ponavljajoče obremenitve. To je eden od glavnih razlogov zakaj izdelovalci za zračna plovila uporabljajo izključno epoksidne smole.



Typical FRP Stress/Strain Graph

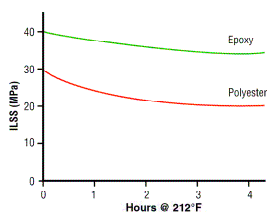


Typical Resin Stress/Strain Curves (Post-Cured for 5 hrs & 176°F)

Razgradnja zaradi vodne penetracije

Pomembna lastnost vsake smole, predvsem morskih plovil je sposobnost, da se uprejo penetraciji vode. Vse smole absorbirajo nekaj vlage, kar pripomore k teži laminata; bolj pomembno je kakšen učinek ima na laminat absorbirana vlaga.

Tako poliestrske kot vinilestrske smole so zaradi hidroliznih estrskih skupin v molekularni zgradbi nekoliko manj odporen na absorpcijo vode. Posledica tega je, da tanek poliesterski laminat po enem letu na mokrem ohrani le 65 % svoje notranje jakosti medtem ko epoksidni laminat ohrani okrog 90 %.



Osmoza

Vsi laminati v morskem okolju dopuščajo vdor manjše količine vodnih hlapov. Voda pri vdoru reagira s hidrolizirajočo komponento v laminatu, kjer se tvorijo majhne celice koncentrirane raztopine.

Pod ustvarjenim osmotskim pritiskom, več vode pronica skozi pol prepustno membrano, ki jo tvori gelni plašč, ki naj bi oslabil raztopino.

Ta voda zviša tlak v tekočini celice. Sčasoma gelni plašč zaradi pritiska počni, kar povzroči pikčasto površino.

Da bi preprečili nastanek osmoze, je potrebno uporabiti smolo, ki v čim manjši količini prepušča vodo in je nanjo močno odporna. Polimerna veriga z epoksidnimi vezmi je znatno boljše pri preprečevanju vdora vode od poliestrskih ali vinilestrskih sistemov.

SP (sedež)

St Cross Business Park
Newport, Isle of Wight
United Kingdom PO30 5WU

T +44 (0) 1983 828 000

F +44 (0) 1983 828 100

E info@spsystems.com

SP (Avstralija)

4B Wilmette Place
Mona Vale, Sydney
NSW 2103, Australia

T +61 (0) 2 9979 7248

F +61 (0) 2 9979 6378

E info@spoz.com.au

SP (Severna Amerika)

555 Boul. Poirier
Magog
QC J1X 7L1

T +1 888 842 2182

F +1 819 847 2572

E info@spnorthamerica.com

W www.spsystems.com