

STUDII ASUPRA COMPORTĂRII ÎMBINĂRILOR ADEZIVE ÎN CONDIȚII DE UMIDITATE RIDICATĂ

F. Mocanu

Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iași

INTRODUCERE

Alegerea adezivului într-o îmbinare este foarte importantă și este condiționată de mai mulți factori: compatibilitatea cu materialul suportilor, temperatura de exploatare a îmbinării, condițiile de mediu, solicitările mecanice din îmbinare, etc.

În multe cazuri se presupune în mod tacit că variabilele investigate (de exemplu: deformația, efortul, temperatura) au rolul dominant în comparație cu umiditatea, conținutul de oxigen, atacul chimic sau efectele iradierii. Trebuie subliniat că factorii de mediu au o influență deosebită în cazul prelucrării, păstrării și mai ales exploatarea materialelor adezive, deoarece ca toate materialele plastice, ca rezultat al unei îmbătrâniri în timp, sub efectul mediului ambiant (umiditate, temperatură, radiații, acțiuni chimice), adezivii își pierd din calitățile mecanice. În studiul proprietăților mecanice ale adezivilor trebuie luate în considerație efectele mediului înconjurător (natural, sau special creat pentru studiu) asupra comportării lor în condițiile solicitării mecanice.

1. CONSIDERAȚII GENERALE

Aparatele și mecanismele ce încorporează combinații adezive se folosesc în diferite condiții climaterice. Stabilitatea combinațiilor adezive la acțiunea diverselor medii agresive este determinată de stabilitatea chimică a polimerilor și materialelor de umplutură ce intră în compoziția adezivului.

În general, îmbătrânirea adezivilor reprezintă o acumulare de transformări fizice și chimice, distructive care se produc în polimeri în condiții de exploatare, prelucrare sau depozitare și care conduc la pierderea unui complex de proprietăți valoroase. Studiul fenomenului de îmbătrânire trebuie să includă următorii factori care pot determina deteriorarea materialelor polimere:

- nivelul de tensiune și deformație și modul de variație al acestora în timp;
- expunerea în anumite condiții de temperatură (incluzând temperaturi joase sau înalte ale mediului de exploatare);

- expunerea la apă sau alte substanțe chimice [1].

Atunci când toți acești factori sunt prezenți efectul global al degradării poate fi exprimat prin următoarea funcție:

$$F = f\left(kt^\beta, \alpha_m, \alpha_t, \alpha_c\right) \quad (1)$$

unde: k – o constantă a sistemului;

t – timpul de expunere;

β - exponent corespunzător timpului;

$\alpha_m, \alpha_t, \alpha_c$ - factori corespunzători efectelor mecanice, termice și chimice [2].

Îmbătrânirea materialelor cu proprietăți adezive este dependentă de timp, umiditate și temperatură și se stabilește prin intermediul unui test specific. Se ia în considerație rezistența de rupere și se urmăresc modificările care se produc în stratul de adeziv, în substrat sau la interfață.

Distrugerea îmbinărilor adezive se poate produce în urma unei rupei adezive, coezive sau la interfața adeziv-suport. În această lucrare se iau în discuție doar efectele care pot produce degradarea și reducerea rezistenței îmbinării adezive pe parcursul exploatarea acesteia, în diferite condiții de mediu și se iau în considerație doar ruperile coezive care se produc în stratul de adeziv [1].

2. CONSIDERAȚII TEORETICE

Vâscoelasticitatea poate juca un rol important în condițiile expunerii la cicluri de încărcări, mai ales atunci când nivelul tensiunilor este ridicat sau atunci când îmbinările adezive sunt expuse la temperaturi ridicate sau/și condiții de umiditate ridicate.

Pentru a studia îmbătrânirea unei îmbinări adezive trebuie să se țină cont nu numai de comportarea adezivului dar și de evoluția în timp a celor doi suportți. În aplicațiile curente este bine de a lua o marjă de siguranță, dar mai ales de a proceda la încercări specifice ținând cont simultan de condițiile de aplicare ale adezivului și de condițiile de mediu în care vor funcționa îmbinările adezive.

ISO 9142-1990 descrie condițiile de expunere ale îmbinărilor lipite la diferite restricții de mediu. Acestea pot fi climatice sau chimice. Condițiile de îmbătrânire sunt aplicabile îmbinărilor adezive și pot constitui în același timp încercări de calificare ale adezivilor. Rezultatele obținute plecând de la metodele prezentate în această normă internațională sunt necesare pentru a fi aplicate la evaluarea comportării în timp a îmbinărilor adezive, atunci când este posibil de a stabili o relație directă între rezultatele încercării și comportamentul în timp și în condițiile de serviciu ale acestora. Din contră, pentru anumite aplicații, convine să se aleagă condițiile de îmbătrânire în funcție de condițiile de folosire specificate ale adezivului.

Aparatura necesară realizării unor astfel de încercări este formată din:

- a) o incintă reglabilă la $20 \pm 2^\circ\text{C}$ și $50 \pm 5\%$ umiditate relativă;
- b) o incintă de căldură uscată, ventilată și reglabilă de la 20°C la 200°C ;
- c) o incintă climatică, reglabilă între 25% și 100% umiditate relativă, conform indicațiilor din ISO 483. Această incintă trebuie să aibă:
 - un dispozitiv care permite să măsoare temperatura cu precizie de 1°C ;
 - un dispozitiv care permite să se măsoare umiditatea relativă cu o precizie de 3% ;
- d) o incintă rece, reglabilă până la o temperatură $(-40 \pm 3)^\circ\text{C}$;
- e) o incintă cu reglarea presiunii, între $0,092-0,6\text{ MPa}$ [3].

Dimensiunile și numărul epruvetelor depind de proprietățile de măsurat și de condițiile de îmbătrânire cerute (se pregătește un număr suficient de epruvete astfel încât să se dispună de un lot omogen de eșantioane pentru încercări și epruvete pentru control). Epruvetele trebuie să fie menținute în incinta de la punctul a pe o durată minimă de 24 ore înainte de a fi supusă diferitelor condiții de îmbătrânire, după întărirea completă a adezivului.

Metoda de lucru este formată din:

- 1) încercarea înaintea îmbătrânirii: se determină caracteristicile reținute de epruvetele supuse încercării după operația precizată anterior;
- 2) îmbătrânirea: constă în expunerea în diferite condiții de mediu alese;
- 3) încercarea după îmbătrânire: se determină caracteristicile reținute după îmbătrânire (înainte de aceasta este necesară o menținere de 2-4 ore după terminarea procesului de îmbătrânire în incinta de la punctul a, pentru epruvetele menținute la o umiditate superioară de 50% , mai puțin de 24 ore pentru celelalte epruvete);

4) controlul: pentru finețea verificării, este de dorit să se păstreze un lot de epruvete martor în incinta de la punctul a, pe parcursul timpului de îmbătrânire.

În afară de rezultatele astfel obținute, se notează toate modificările constatate în timpul încercării de îmbătrânire și alte perioade de încercare, înțelegând prin aceasta și modul de rupere. Rezultatele pot fi exprimate fie în valoare absolută, fie în valoare relativă în raport cu valoarea inițială.

Pentru caracteristicile măsurabile, se precizează natura modificărilor, ca de exemplu modul de rupere între suport și adeziv, defectul de aderență a adezivului ducând la o coroziune parțială sau totală a suportului. Norma precizează că plecând de la următoarele trei mărimi:

A- valoarea caracteristicii măsurată înaintea încercării de îmbătrânirii accelerată;

B- valoarea aceleiași caracteristici măsurată pe epruveta martor supusă unei îmbătrâniri proprii în condițiile $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ temperatură și $(50 \pm 5)\%$ umiditate relativă;

C- valoarea caracteristicii după încercarea de îmbătrânire accelerată;

se calculează următoarele rapoarte:

1) $(A-B)/A \times 100$ (acest raport caracterizează îmbătrânirea intrinsecă în timpul perioadei de încercare);

2) $(A-C)/A \times 100$ (acest raport caracterizează îmbătrânirea globală ducând la îmbătrânirea intrinsecă și la îmbătrânirea în condițiile prescrise în prezenta normă internațională);

3) $(B-C)/A \times 100$ (acest raport caracterizează intensitatea îmbătrânirii ducând la îmbătrânirea în condițiile precizate de normă). Semnul rezultatului va indica fie o creștere (+) sau o scădere (-) a rezistenței [4].

Îmbătrânirea poate fi:

-simplă, când nu se consideră decât efectul unui singur factor de mediu asupra epruvetei, celelalte valori fiind fixe;

- multiplă când se consideră efectul simultan a două sau mai multe condiții de mediu;

- ciclică când epruveta este supusă, în timpul mai multor durate succesive la încercări de îmbătrânire simple și/sau multiple repetate după un model ciclic.

În tabelul 1 se prezintă caracteristici privind factorii de mediu, iar în tabelul 2 sunt sintetizate informații utile privind cele mai uzuale familii de adezivi structurali, luând în considerație condițiile de mediu, pentru cele două tipuri de îmbinări [3,4].

Tabelul 1. Caracteristici ale principalelor familii de adezivi

Caracteristici/ Adezivi	Temperatura de serviciu (°C)	Rezistența la solvenți	Rezistența la umiditate
Epoxidici	200 (chiar mai mult)	excelentă	excelentă
Uretanici	100	bună	satisfăcătoare
Cianoacrilati	80	bună	satisfăcătoare
Anaerobi	200	excelentă	bună
Acrilici	100	bună	bună

Tabelul 2. Criterii de alegere ale adezivilor în funcție de condițiile de mediu

Tipul îmbinării	Funcția îmbinării	Condiții de mediu	Intervalul de timp disponibil	Tipul de adeziv	
				Îmbinări cu încărcări ușoare	Îmbinări structurale
Coaxială	Permanentă	ușoare	secunde	(A,C)	(A)
			minute	A,(C)	A
			ore	A,(C,E)	A,(E)
		normale	secunde	(A,C)	(A)
			minute	A,(C)	A
			ore	A,(C,E)	A,(E)
		severe	secunde	(A)	(A)
			minute	A	A
			ore	A,(E)	A,(E)
	Demontabilă	ușoare	secunde	(A)	(A)
			minute	A	A
			ore	A	A
		normale	secunde	(A)	(A)
			minute	A	A
			ore	A	A
		severe	secunde	(A)	(A)
			minute	A	A
			ore	A	A
Prin simplă suprapunere	ușoare	secunde	(C)	-	
		minute	PU,(C)	(PU)	
		ore	PU,(C)	E,(PU)	
	normale	secunde	(C)	-	
		minute	PU,(C)	(PU)	
		ore	PU,(C)	E,(PU)	
	severe	secunde	-	-	
		minute	PU	PU	
		ore	E,PU	E,PU	

Notațiile din tabelul 2 au următoarele semnificații:

- () – îmbinare posibilă;
- îmbinare neindicată;
- A – adeziv anaerobic;
- C – adeziv cianoacrilat;
- E – adeziv epoxidic;
- PU – adeziv poliuretanic.

3. REZULTATE EXPERIMENTALE

Tensiunile care se dezvoltă ca urmare a modificărilor fizice și chimice care au loc datorită interacțiunilor cu mediul înconjurător pot modifica semnificativ caracteristicile și comportarea adezivilor.

Un adeziv epoxidic bicomponent a fost folosit pentru realizarea unor îmbinări prin simplă suprapunere între suportii din oțel cu dimensiunile 175mm×25mm×8mm. Grosimea stratului de adeziv a fost de 0,5mm. După lipire îmbinările au fost menținute la temperatura camerei timp de 24 ore și apoi împărțite în trei grupe. Fiecare grupă a fost expusă la $23^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ și la una din următoarele umidități relative: 0% RH, 52% RH și 97% RH, timp de 4 luni. În figura 1 se prezintă variația tensiunilor de rupere din stratul de adeziv sub diferite umidități relative ca o funcție de timp, iar în figura 2 variația tensiunii în funcție de valorile umidității relative [5].

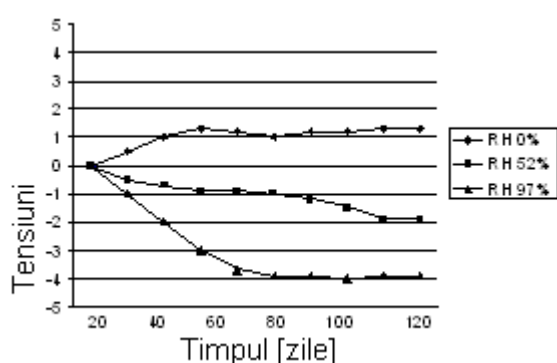


Figura 1. Variația tensiunilor din stratul de adeziv pe perioada menținerii sub diferite umidități.

Se observă că tensiunile din stratul de adeziv menținut într-o atmosferă uscată (0% RH) sunt de întindere, iar pentru condiții cu umiditate ridicată se înregistrează tensiuni de compresiune. În fiecare caz tensiunile cresc în prima parte a încercării atingând un platou după 30÷80 zile.

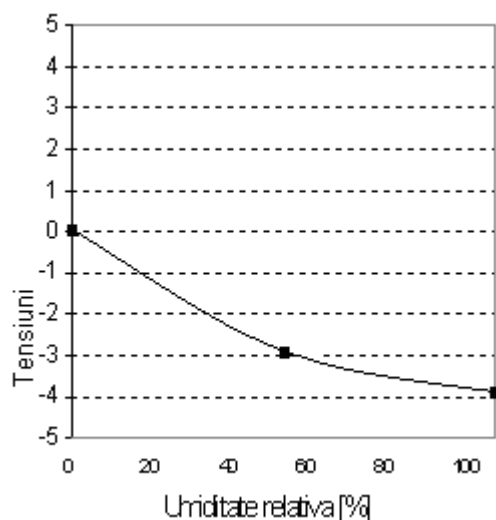


Figura 2. Influența umidității relative asupra tensiunilor din stratul de adeziv.

Prelucrarea datelor experimentale a permis asocierea unei relații de următoarea formă pentru curbele din figura 1:

$$\sigma = A - B \cdot (RH) + C \cdot (RH)^2 \quad (1)$$

unde: A , B și C sunt constante care urmează să fie determinate pentru fiecare adeziv. Prima constantă se referă la proprietățile de contracție ale adezivului în timp ce B și C introduc influența umidității asupra tensiunii rezultate în stratul de adeziv [6].

4. CONCLUZII

1. Alături de încercările statice și dinamice încercarea la îmbătrânire este necesară pentru caracterizarea comportării îmbinărilor adezive.

2. Este absolut necesar efectuarea încercării ținând cont de condițiile concrete de funcționare ale îmbinării.

3. Îmbătrânirea adezivului este prezentă și continuă pe o perioadă lungă de timp, acest fenomen constituind un factor important în aprecierea performanțelor îmbinărilor adezive pe termen lung.

4. Comportare vâscoelastică a adezivilor este semnificativă atunci când solicitarea se face în condiții speciale de umiditate (proprietățile mecanice ale adezivilor sunt afectate în special la umidități ridicate).

5. Modificările de volum din stratul de adeziv apărute prin absorbția apei ca urmare a menținerii în medii cu umiditate relativă ridicată pot fi considerate ca sursă a tensiunilor din strat.

Bibliografie

1. **Coue D.**, *Le nouvel age de l'assemblage// L'Usine Nouvelle*, nr. 21, pag. 125-127, 1999.
2. **Bowtell M.**, *World adhesives congress discursuses industry's progress// Adhesives age*, pag. 52, 1994.
3. **Mocanu, F.**, *Contribuții la studiu proprietăților mecanice ale adezivilor*, teză de doctorat, Universitatea Tehnică "Gh.Asachi", Iași, 1997.
4. **Mocanu, F.**, *Adezivi, îmbinări adezive*, Editura Gh. Asachi, Iași, ISBN 973-8292-43-3, 2001.
5. **Bârsănescu, P.D., Mocanu, F.**, *Tensiuni remanente*, Editura Gh. Asachi, Iași, ISBN 973-8292-91-3, 2003.
6. **Abdelkader A.F., White J.R.**, *Influnce of relative humidity on the development of internal stresses in epoxy resin based coatings// J. of Materials Science*, 37, pag. 1-5, 2002.

Recomandat sprepublicare: 19.10.2006