

CENTRAL INSTITUTE OF PHYSICS
INSTITUTE OF PHYSICS AND TECHNOLOGY OF RADIATION DEVICES
Bucharest, P.O.B.5207, ROMANIA

IFTAR
LOP-3-79

208101578



Ianuarie

Sisteme polimerice lichide utilizabile in
dozimetrul holografic de radiatii
ionizante

Silvia Nicolau - Rebigan

LIQUID POLYMERS FOR USING IN A HOLOGRAPHIC IONIZING RADIATION DOSIMETER. In this paper some liquid polymeric systems for using in the holographic ionizing radiation dosimeter are presented. It is shown that the action of radiation on polymers leads to the destruction of the polymeric chains or to perform them, the both processes being applied in radiation dosimetry. Some advantages of the holographic dosimeter are outlined comparatively with those common used.

i. INTRODUCERE

Pentru ca un sistem chimic sensibil la acțiunea radiațiilor să poată fi folosit în dozimetrie el trebuie să îndeplinească o serie de condiții [3] și anume:

a) răspunsul dozimetrului trebuie să fie proporțional cu doza sau să fie într-o dependență cunoscută de doză pe un interval cât mai mare de doze;

b) să fie independent de valoarea dozei debit;

c) să fie independent de energia și de transferul linear de energie al radiației;

d) să fie independent de temperatura de lucru;

e) să asigure o reproductibilitate cu o abatere de maximum $\pm 5\%$;

f) să fie stabil la condiții normale, adică expunerea la lumină sau prezența aerului înainte și după iradiere;

g) să fie simplu de folosit și să se prepare ușor din reactivi accesibili.

Sistemele chimice lichide sînt foarte avantajoase deoarece pot fi preparate ușor din reactivi aleși. Pe de altă parte, lichidele dozimetrice pot fi folosite în celule de iradiere de forme diferite și permit prin aceasta determinarea dozei în condiții de geometrie diferite în funcție de cerințele cazului concret de iradiere.

Acțiunea radiațiilor asupra polimerilor se exercită în două direcții contradictorii și anume distrugerea lanțurilor polimere pe de o parte și pe de alta formarea lor. Aceste procese se pot dirija într-o direcție sau alta prin alegerea compoziției sistemului și a condițiilor de iradiere. Procesul de polimerizare radioindusă fiind un proces de reacții în lanț

se realizează cu randamente foarte mari, fapt care reprezintă o caracteristică utilă pentru folosirea sa în dozimetria radiațiilor.

Depolimerizarea radioindusă, distrugerea lanțurilor polimere, este un proces opus, dar în linii generale are aceleași caracteristici cinetice. Ambele procese sînt aplicabile în dozimetria radiațiilor sub forma unor sisteme lichide, ca soluții de polimeri sau monomeri. În cazul soluțiilor de polimeri efectul radiațiilor, fie destrucția, fie creșterea lanțurilor polimere se manifestă prin schimbarea vîscozității soluției: scăderea, respectiv creșterea vîscozității în funcție de natura procesului dominant. Variația vîscozității implică o variație a indicelui de refracție al soluției [6].

2. DETERMINAREA DOZEI ABSORBITE ÎN SISTEMELE POLIMERICE LICHIDE PRIN METODA HOLOGRAFICA

Metoda interferometriei holografice [1, 2, 5] realizează o figură de interferență între fasciculul de lumină coerentă (laser) care a trecut prin mediu înainte și după iradiere. Din cauza schimbării indicelui de refracție în lichid, fronturile de undă care ies din lichid înainte și după iradiere nu sînt identice și astfel apare o figură de interferență.

Dacă în cuva dozimetrului holografic se introduce o soluție la care variază sub iradiere concentrația unui reactant [5] putem determina doza integrală absorbită cu relația:

$$D = \frac{m \cdot \lambda \cdot k}{d \cdot \frac{dn}{dC}},$$

unde C este concentrația care variază sub iradiere, d este

dimensiunea celulei pe direcția de propagare a radiației, k este un factor de proporționalitate, D este doza absorbită, m este numărul de franje distincte (ordinul de interferență) iar $\frac{dn}{dC}$ este coeficientul de variație a indicelui de refracție cu concentrația care se determină experimental și astfel se realizează etalonarea dozimetrului.

3. EXEMPLE DE SISTEME POLIMERICE LICHIDE UTILIZABILE IN DOZIMETRUL HOLOGRAFIC

3.1. Soluția de poliacrilamidă

Fenomenul care are loc la iradierea soluției este destrucția lanțurilor polimere. Soluția diluată de poliacrilamidă, în prezența aerului suferă acest proces de depolimerizare radio-indusă care are ca efect scăderea vîscozității într-o măsură proporțională cu doza. Concentrația soluției și greutatea moleculară a polimerului se aleg în funcție de domeniul de doză. Pentru doze mari se recomandă ca greutatea moleculară a polimerului să fie mai mică și concentrația mai mare. Soluția se poate prepara din apă obișnuită fără o purificare specială. Această soluție este practic neafectată de neutronii termici și rapizi și în consecință poate fi folosită la dozimetria reactorului nuclear, în cîmpuri mixte de radiații.

Soluția dozimetrică este foarte stabilă, ea poate fi conservată mult timp, atît înainte cît și după iradiere. Aceasta face posibilă prepararea unui volum mare de soluție și calibrarea ei pentru folosirea la un număr mare de determinări de doză. Pe lîngă simplitate la preparare și la folosire, soluția apoasă de poliacrilamidă prezintă avantajul de a fi independentă față de energia radiației și față de valoarea dozei debit, pînă la 1500 rad/h.

3.2. Polistiren în soluție

Studiul depolimerizării polistirenului în soluție cu diferiți solvenți a arătat posibilitatea folosirii sale în dozimetrie [3]. Feng a studiat în mod particular depolimerizarea polistirenului în solvenți halogenați, în funcție de doza de iradiere precum și de concentrația și greutatea moleculară inițială a polimerului în soluție. S-a găsit experimental că, în primă aproximație, numărul de legături polimerice care se rup este independent de concentrația și greutatea moleculară a polimerului, dar crește liniar cu doza. Această soluție este independentă de valoarea dozei debit și are limita superioară de doză măsurabilă 10^5 rad.

3.3. Poliizobutilenă în soluție de heptan

Depolimerizarea poliizobutilenei în diferiți solvenți organici sub acțiunea radiației gama s-a dovedit un proces reproductibil care poate fi aplicat la măsurarea dozelor, pe un domeniu larg, pînă la 10^{10} rad [3]. Ca solvenți se folosesc heptanul și tetraclorura de carbon. Cercetînd efectul temperaturii asupra acestor soluții dozimetrice s-a constatat că între 20° și 80°C sînt independente față de variația temperaturii. De asemenea, s-a constatat că soluția este independentă față de prezența aerului sau a gazelor inerte.

3.4. Polimerizarea metilacrilonitrilului

Polimerizarea radioindusă s-a dovedit de asemenea aplicabilă în dozimetria radiațiilor sub forme simple, în cazul unor monomeri lichizi. Astfel, metilacrilonitrilul polimerizează sub acțiunea radiației printr-un proces de polimerizare

în bloc. Metilacrilonitrilul care se folosește la iradiere se purifică în prealabil prin distilare fracționată în curent de azot din care se culege fracțiunea cu punct de fierbere 91°C. Iradierile se fac în prezența aerului. Prin iradiere are loc formarea lanțurilor polimere. S-a constatat că polimerul obținut este surprinzător de stabil la iradiere și că sistemul de polimer-monomer nu prezintă efecte postiradiere și nu este afectat răspunsul lui de natura radiației.

3.5. Sistemul stiren-poliester

Reacția de polimerizare permite de asemenea vizualizarea directă a efectului iradierii. Ca exemplu, este de amintit sistemul stiren-poliester studiat de Hoecker. Acest sistem când primește doza-prag produce gelificarea care poate fi observată direct. Gelificarea pentru o anumită doză se poate ajusta prin alegerea unei anumite proporții între cei doi componenți, cât și prin adăugarea unor cantități corespunzătoare de inhibitori.

4. CONCLUZII

- Sistemele polimerice lichide pot constitui „mediul activ” al dozimetrului holografic de radiații ionizante.
- Instalația holografică nu este costisitoare și nu necesită componente optice de precizie ridicată.
- Dozimetrele holografice de radiații ionizante sînt foarte accesibile și nu implică folosirea unei aparaturi specifice metrologiei radiațiilor.
- Fiind o înregistrare permanentă, interferograma holografică poate fi folosită la verificări rapide de etalonări

și calibrări dozimetrice fără a folosi o aparatură specifică metrologiei radiațiilor.

BIBLIOGRAFIE

1. S. Nicolau, D. Apostol, V. Vasiliu, St. cerc. fiz., 25, 855 (1973).
- 2, V. I. Vlad, Introducere în holografie, Edit. Academiei, București, 1973.
3. M. Fiti, Dozimetria chimică a radiațiilor ionizante, Edit. Academiei, București, 1973.
4. S. Nicolau-Rebigan, F. Rebigan, Com. ses. șt. „Fizica și Industria”, Inst. Central de Fizică, București, 16-17 octombrie 1978.
5. S. Nicolau-Rebigan, Rev. Roum. Phys. (sub tipar).
6. S. Nicolau-Rebigan, Date nepublicate.