

BULETIN TEHNIC RUTIER

Nr. 20, august 2002

CUPRINS

Instrucțiuni tehnice pentru executarea îmbrăcăminților din beton de ciment cu polimeri pentru poduri", ind. CD 169-2001	3
Normativ pentru protecția anticorozivă a elementelor din beton ale suprastructurilor podurilor expuse factorilor climatici, noxelor și acțiunii fondanților chimici utilizați pe timp de iarnă, ind. CD 139-2002	41
Metodologie de determinare a caracteristicilor bitumului modificat utilizat la execuția lucrărilor de drumuri, ind. AND 538-98	67

Comitetul de redacție

- **Președinte:** ing. Florin DASCĂLU
- **Director de redacție:** ing. Nicoleta DAVIDESCU
- **Redactor șef:** prof. Costel MARIN
- **Redactor șef adjunct:** Ion ȘINCA
- **Redactor responsabil:** ing. Petru CEGUS
- **Tehnoredactare:** Iulian Stejărel JEREP
- **Difuzare:** sing. Rodica VARGA
- **Secretar de redacție:** Gabriela BURADA
- **Operator PC:** Victor STĂNESCU
- **Responsabil marketing:** Adrian IONESCU
- **Consultant științific:** prof. dr. ing. Stelian DOROBANȚU



AND: B-dul Dinicu Golescu, nr. 38, sector 1. tel./fax: 212 6201

APDP: B-dul Dinicu Golescu, nr. 41, sector 1, tel./fax: 638 3183

REDACTIA: B-dul Dinicu Golescu, nr. 31, scara A, ap. 2, sector 1, București,
tel./fax: 224 80 56, 093/396772, e-mail: rdp@home.ro

Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate Administrației Naționale a Drumurilor R.A. Reproducerea integrală sau parțială a materialelor din Buletinul Tehnic Rutier este permisă doar cu consimțământul scris al A.N.D. - R.A.



ADMINISTRATIA NATIONALA
A DRUMURILOR



ASOCIATIA PROFESIONALA
DE DRUMURI SI PODURI

BULETIN TEHNIC RUTIER

Anul II, nr. 20, august 2002

**MINISTERUL LUCRĂRILOR PUBLICE,
TRANSPORTURILOR ȘI LOCUINȚEI
ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR**

B-dul Dinicu Golescu, 38, 77113 București, sector 1
Tel.: 0-040-21-212.62.01; Fax: 0-040-21-312.09.84

**ORDINUL
DIRECTORULUI GENERAL AL A.N.D.**

nr. 45
din 6 februarie 2001

În conformitate cu regulamentul de organizare și funcționare al Administrației Naționale a Drumurilor, stabilit prin Hotărârea de Guvern nr. 1275/1990, modificată și completată prin Hotărârile de Guvern nr. 24/1994, 276/1994, 250/1997 și 612/1998, și în baza contractului de management nr. 4125/1994, încheiat cu Ministerul Transporturilor, Dănila Bucșa - manager al Administrației Naționale a Drumurilor - RA, emite următorul:

ORDIN

- Art. 1.** Se aprobă „Instrucțiunile tehnice pentru executarea îmbrăcămintilor din beton de ciment cu polimeri pentru poduri”, ind. CD 169-2001;
- Art. 2.** De la data emiterii prezentului ordin, își încetează aplicabilitatea prevederile Ordinului MTTc. 153/14.09.1987 de aplicare a „Instrucțiunilor tehnice departamentale pentru executarea îmbrăcămintilor din beton de ciment cu polimeri pentru calea pe poduri și pasaje”;
- Art. 3.** Aducerea la îndeplinire a prezentului Ordin, revine DRDP 1-7 și CESTRIN.



ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR

INSTRUCȚIUNI

TEHNICE PENTRU EXECUTAREA ÎMBRĂCĂMINȚILOR DIN BETON DE CIMENT CU POLIMERI PENTRU PODURI

indicativ CD 169-2001

Elaborat de: S.C. INCERTRANS S.A.

Director executiv: ing. Manole ȘERBULEA
Responsabil temă: ing. Tudorie GHEORGHE
Colectiv: ing. Daniela DUMITROF
ing. Ioan RADU
ing. Viorel ALDESCU

CUPRINS

Capitolul I. Generalități	6
Secțiunea 1. Domeniul de aplicare	6
Secțiunea a 2-a. Documente de referință	7
Secțiunea a 3-a. Termeni, notații	7
Secțiunea a 4-a. Condiții generale privind executarea îmbrăcăminților din beton de ciment cu polimeri	7
Capitolul II. Condiții tehnice	8
Secțiunea 1. Elemente geometrice	8
Secțiunea a 2-a. Caracteristicile îmbrăcăminții	8
Secțiunea a 3-a. Caracteristicile betonului de ciment cu polimeri	9
Capitolul III. Materiale utilizate la executarea îmbrăcăminții căii pe pod din beton de ciment cu polimeri	10
Secțiunea 1. Ciment	10
Secțiunea a 2-a. Agregate	11
Secțiunea a 3-a. Apă	11
Secțiunea a 4-a. Polimer	11
Secțiunea a 5-a. Plasa din sârmă	12
Secțiunea a 6-a. Oțel-beton	12
Secțiunea a 7-a. Alte materiale	13
Capitolul IV. Prepararea betonului	13
Secțiunea 1. Prepararea betonului de ciment cu polimer în stare lichidă, de tip REXIDUR	14
Secțiunea a 2-a. Modul de preparare	15
Secțiunea a 3-a. Prepararea betonului cu polimer în stare solidă de tip fibre din polipropilenă ULTRA-NET, ECONO-NET	16
Secțiunea a 4-a. Modul de preparare	17
Capitolul V. Transportul betonului	17
Capitolul VI. Pregătirea stratului suport în vederea executării îmbrăcăminții căii pe pod	18
Capitolul VII. Punerea în operă a betonului	19
Capitolul VIII. Protejarea îmbrăcăminții	20
Capitolul IX. Executarea rosturilor	21
Capitolul X. Controlul calității lucrărilor	22
Secțiunea 1. Controlul calității materialelor	22
Secțiunea a 2-a. Controlul în timpul executării îmbrăcăminții	22
Secțiunea a 3-a. Controlul calității betoanelor	22
Secțiunea a 4-a. Controlul calității îmbrăcăminții	23
Capitolul XI. Recepția lucrărilor	23
Capitolul XII. Întreținerea îmbrăcăminții căii pe pod	24
Capitolul XIII. Măsuri de tehnica securității muncii și stingerea incendiilor	24
Anexa 1. Documente de referință	26
Anexa 2. Definiții	28
Anexa 3. REXIDUR	30
Anexa 4. Controlul calității materialelor și lucrărilor	34
Anexa 5. Detalii rost tip „E” cu banda elastică B 50	36
Anexa 5a. Rost tip „E” cu banda elastică B 50	37
Anexa 6. Rost etanș tip „V 70”	38
Anexa 6a. Rost etanș tip „V 70”	39
Anexa 7. Secțiuni longitudinale	40
Anexa 8. Detalii - guri de scurgere	41
Anexa 9. Detalii de amplasare și fixare a longrinelor	42

CAPITOLUL I GENERALITĂȚI

Secțiunea 1

Domeniul de aplicare

Art. 1. - Prezentele instrucțiuni tehnice se referă la executarea, controlul calității și recepția îmbrăcăminților din beton de ciment cu polimeri aplicate pe calea podurilor de șosea realizate din beton, beton armat sau beton precomprimat cu deschideri maxime de 18 m.

Art. 2. - Îmbrăcămintea căii pe pod din beton de ciment cu polimeri se aplică numai pe podurile amplasate pe drumuri cu îmbrăcăminți rigide.

Art. 3. - În cazul podurilor în exploatare, se va face racordarea îmbrăcăminții existente din beton de ciment a drumului cu cota căii podului.

Art. 4. - Prevederile prezentelor instrucțiuni vor fi adaptate și completate prin reglementări specifice, caiete de sarcini sau specificații tehnice întocmite de proiectanți în următoarele cazuri :

- execuția îmbrăcăminții din beton de ciment pe toată calea podului inclusiv în zona trotuarelor;
- eliminarea hidroizolației și înlocuirea acesteia cu substanțe chimice de impregnare a betonului de ciment cu polimeri;
- poduri care au condiții speciale de exploatare pentru care se elaborează reglementări specifice.

Art. 5. - Materialele sau procedeele utilizate trebuie să fie agrementate conform Regulamentului privind agrementul tehnic pentru produse, procedee și echipamente noi în construcții (H.G.R. nr. 766/1997).

Secțiunea a 2-a

Documente de referință

Art. 6. - Documentele de referință sunt:

H.G.R. 766/1997	Hotărârea privind aprobarea unor regulamente pentru calitatea în construcții.
SR EN 196-1:95	Metode de încercare a cimenturilor. Determinarea rezistențelor mecanice.
SR EN 196-3:95	Metode de încercare a cimenturilor. Determinarea timpului de priză și a constantei de volum.
SR EN 196-6:95	Metode de încercare a cimenturilor. Determinarea fineței.
SR EN 196-7:95	Metode de încercare a cimenturilor. Metode de prelevare și pregătirea probelor de ciment.
SR 183-1:95	Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminți din beton de ciment. Condiții tehnice generale de calitate.
SR 227-5:96	Cimenturi. Încercări fizice. Determinarea căldurii de hidratare.
SR 388:95	Ciment Portland
SR 438-3:98	Plase sudate.
SR 662:2002	Lucrări de drumuri. Agregate naturale de balastieră.
STAS 790-84	Apă pentru betoane și mortare.
STAS 1275-88	Încercări pe betoane. Încercări pe betonul întărit. Determinarea rezistențelor mecanice.
STAS 1667-76	Agregate naturale grele pentru betoane și mortare cu lianți minerali.
STAS 1759-88	Încercări pe betoane. Încercări pe betonul proaspăt. Determinarea densității aparente a lucrabilității, a conținutului de agregate fine și a începutului de priză.
STAS 2414-91	Încercări pe betoane. Determinarea densității, compactității și porozității betonului întărit.
STAS 2833-80	Încercări pe betoane. Determinarea contracției axiale a betonului întărit.
STAS 3622-86	Betoane de ciment clasificare.
STAS 5479-88	Încercări pe betoane. Încercări pe betonul proaspăt. Determinarea conținutului de aer occlus.
STAS 8625-90	Aditiv plastifiant mixt pentru betoane.
C 22-92	Normativ pentru executarea îmbrăcăminților din beton de ciment la drumuri.

Elaborat de:

S.C. INCERTRANS S.A.

Aprobat de:

ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR,
cu avizul nr. 93/1073/4.12.2000

C 149-87	Instrucțiuni tehnice privind procedee de remediere a defec- telor pentru elemente de beton și beton armat.
C 273-92	Instrucțiuni tehnice pentru utilizarea aditivului complex ADCOM la prepararea betoanelor de ciment.
C 56-85	Normativ pentru verificarea calității și recepția lucrărilor de construcții.
C 54-81	Instrucțiuni tehnice pentru încercarea betonului cu ajutorul carotelor.
P 59-86	Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și folosirea armării cu plase sudate a elementelor de beton.
NE 012-99	Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat. Partea A. Beton și beton armat.
ISO 9812	Consistența betonului. Metoda răspândirii

Secțiunea a 3-a

Termeni, notații

Art. 7. - În cuprinsul prezentei Instrucțiuni se întâlnesc următorii termeni:

Beton armat cu fibre (cu armare dispersă)	Este betonul care rezultă prin înglobarea în masa acestuia a unei anumite cantități de fibre discontinue de oțel, sticlă, polimeri sau din alte materiale. La obținerea betonului armat cu fibre se utilizează lianți hidraulici (cimentului Portland sau cu adaosuri) agregate grele sau ușoare, apă și eventual aditivi.
Beton de ciment cu polimeri	Betonul obținut din adăugarea la preparare a unui com- pus macromolecular. Materialele componente ale beto- nului cu polimeri sunt: liantul mineral (ciment), liantul orga- nic (polimer), apă de amestec agregate și în anumite ca- zuri aditivi.
Aditivi	Substanțe sau proceduri tehnice, care introduse în pro- porții mici în compoziția materialelor și betoanelor de ci- ment, produc o modificare datorită proprietăților ameste- curilor, ca urmare a unei acțiuni fizico-chimice.
Beton proaspăt	Starea betonului din momentul amestecării componentelor până la începutul prizei cimentului din beton. În această perioadă betonul are deformație plastică și poate fi com- pactat prin diverse metode specifice.

Beton întărit	Material compozit format din pletriș și o matrice (piatră de ciment și agregate fine) cu structură de conglomerat, pro- prietăți de piatră artificială și caracterizat prin rezistențe mecanice evolutive.
Șarjă	Cantitatea de beton amestecat într-un ciclu de ameste- care a malaxorului / sau cantitatea de beton transportat ca beton mărfă într-un vehicul / sau cantitatea de beton descărcată sub o amestecare continuă într-un minut.
Beton pus în operă	Beton preluat de executant de la producător și pus în ope- ră. Responsabilitatea realizării performanțelor betonului în structură (prin turnare, compactare, tratare, etc.) revine executantului.
Adaos	Material anorganic fie ce se adaugă în beton, pentru a îmbunătăți anumite proprietăți sau pentru a obține propie- tăți speciale. Există două tipuri de adaosuri: adaosuri prac- tic inerte, respectiv puzzolanice (hidraulice) în condiții de temperatură și presiune normală.
Raportul apă/ciment	Raportul dintre cantitatea de apă și conținutul de ciment din beton.
Amestec de beton proiectat	Un amestec pentru care beneficiarul specific performan- țele necesare ale betonului, iar producătorul este responsabil să furnizeze un amestec care să asigure aceste performanțe.

Secțiunea a 4-a

Condiții generale privind executarea îmbrăcăminților din beton de ciment cu polimeri

Art. 8. - Îmbrăcămintea căii pe pod executată din beton de ciment cu
polimeri se execută pe stratul de protecție a hidroizolației în cazul podurilor vechi
care nu necesită refacerea hidroizolației, sau direct pe hidroizolație, în cazul
podurilor noi sau la cele la care se reface hidroizolația.

Art. 9. - Executarea îmbrăcăminții căii pe pod din beton de ciment cu polimeri
direct pe membranele hidroizolatoare se va face numai în condițiile de protecție
specificate în instrucțiunile de folosire și agrementele tehnice pentru membranele
respective.

Art. 10. - În cazul podurilor aflate în exploatare se va proceda la decaparea
îmbrăcăminții pe rampele de acces dacă este cazul astfel încât să se asigure o
racordare longitudinală și transversală corespunzătoare.

Art. 11. - Polimerii utilizați la executarea îmbrăcăminții din beton de ciment pe poduri, vor avea caracteristicile tehnice prezentate în cap. III.

Art. 12. - Polimerii utilizați sunt sub formă lichidă sau solidă (fibre) și se introduc în betoanele de ciment la prepararea acestora.

Art. 13. - Lucrările de execuție a îmbrăcăminților din beton de ciment cu polimeri pentru calea pe pod se vor efectua numai pe bază de proiect elaborat de o unitate specializată, și verificat de către verficatori de proiecte atestați.

Art. 14. - Materialele prevăzute pentru executarea îmbrăcăminților din beton de ciment cu polimeri, vor avea certificate de conformitate a calității produselor folosite în construcții (H.G.R. 766/1997).

Art. 15. - Executarea lucrărilor va fi încredințată unor agenți economici care pot asigura nivelul de calitate corespunzător, prin responsabili cu execuția lucrărilor atestați.

Art. 16. - Investitorii au obligația să verifice executarea corectă a lucrărilor prin diriginți de șantier, de specialitate sau agenți economici de consultanță, specializați.

Art. 17. - Administratorii podurilor au următoarele obligații:
- să efectueze la timp lucrările de întreținere și de reparații;
- să asigure urmărirea comportării în timp și să intervină în cazul declanșării degradărilor.

CAPITOLUL II CONDIȚII TEHNICE

Secțiunea 1 Elemente geometrice

Art. 18. - Grosimea îmbrăcăminții din beton de ciment cu polimeri este de 10 cm și se execută într-un singur strat.

Art. 19. - Abateră maximă la grosimi se admite +10 mm.

Art. 20. - Profilul transversal în aliniament se execută cu două pante (sub formă de acoperiș) de 2 %. Panta de 2 % poate fi redusă la 1,5 % sau 1 % în cazul în care declivitatea în profil longitudinal este de 2,5% - 4 % și respectiv mai mare de 4 %.

Art. 21. - Abaterile limită la panta profilului transversal sunt de + 4 mm.

Art. 22. - În profilul longitudinal pantele vor fi în conformitate cu documentația tehnică de proiectare, la care panta minimă va fi de 0,5 %, iar cea maximă de 6 %.

Art. 23. - Denivelările maxime ale suprafeței îmbrăcăminții căii pe pod sunt de 4 mm sub dreptarul de 3 m măsurate atât transversal cât și longitudinal pe fiecare bandă.

Art. 24. - Denivelările între cele două sensuri adiacente ale căii la rostul longitudinal de contact se admit de maxim 2 mm.

Art. 25. - Profilul transversal în curbe se execută conform STAS 863.

Art. 26. - În cazul rosturilor transversale de lucru se admit denivelări de 2 mm.

Secțiunea a 2-a Caracteristicile îmbrăcăminții

Art. 27. - Îmbrăcămintea căii pe poduri realizată din beton de ciment cu polimeri va avea clasa C 32/40.

Art. 28. - Rugozitatea îmbrăcăminții căii pe pod din beton de ciment cu polimeri va avea valori conform normativului C 22.

Secțiunea a 3-a Caracteristicile betonului de ciment cu polimeri

Art. 29. - Caracteristicile betonului de ciment cu polimeri proaspăt trebuie să corespundă prevederilor normativului C 22 - 92 conform tabelului 1.

Tabelul 1

Nr. crt.	Caracteristica fizico-mecanică	Unitate de măsură	Valoare	Încercarea se efectuează conform:
1	Lucrabilitate prin metoda „tasării”	cm	0-3	STAS 1759-88
	prin metoda “gradului de compactare”	cm	1,26 -1,45	STAS 1759-88
2	Densitate aparentă	kg/m ³	2400 ±40	STAS 1759-88

Art. 30. - Caracteristicile betonului de ciment cu polimeri întărit sunt cele din tabelul 2.

Art. 31. - Betonul de ciment cu polimeri se realizează cu materialele : agregate naturale (neprelucrate sau concasate) apă, ciment și polimeri.

Art. 32. - Granulozitatea agregatului total se va înscrie în limitele prevăzute în tabelul 3.

Art. 33. - Conținutul de criblură peste 8 mm va fi de 50 - 60 % din cantitatea totală a agregatului.

Art. 34. - În cazul utilizării polimerilor sub formă de fibre (pentru armare dispersă) dimensiunea maximă a agregatelor va fi de 16 mm.

Art. 35. - Dozajele de ciment și rapoartele apă/ciment (A/C) și polimer/ciment (P/C) vor fi conform tabelului 4.

Tabelul 2

Nr. crt.	Caracteristica fizico-mecanică	Unitate de măsură	Valoare	Determinarea se efectuează conform:
1	Rezistența la compresiune la 28 zile pe cub	N/mm ²	45,0	STAS 1275-88
2	Rezistența la încovoire la 28 zile pe cub	N/mm ²	6,0	STAS 1275-88
3	Rezistența la îngheț-dezghet la 28 zile pe cub	Număr de cicluri	G 100	STAS 3518-89
4	Grad de impermeabilitate (minim)	hari	P 10	STAS 3519-76
5	Contractie	%	0,150	STAS 2833 - 80

Tabelul 3

Limita	Treceri, % din greutate prin sitele și ciururile (mm)					
	0,2	1,0	4,15	8,1	16,1	25
Superioară	8	27	42	60	83	100
Inferioară	2	8	20	35	63	95

Tabelul 4

Nr. crt.	Componentele betonului de ciment	Unitate de măsură	Valori
1	Dozajul orientativ de ciment	kg/m ³	350- 400
2	Raport A / C		0,45
3	Raport P / C (în cazul utilizării polimerului de tip lichid - REXIDUR)		0,10
4	Polimer în stare solidă de tipul fibrelor de polipropilenă FCONONET-ULTRANET	Kg/m ³	1,0

CAPITOLUL III

MATERIALE UTILIZATE LA EXECUTAREA ÎMBRĂCĂMINȚII CĂII PE POD DIN BETON DE CIMENT CU POLIMERI

Secțiunea 1

Ciment

Art. 36. - La prepararea betonului de ciment cu polimeri se utilizează, cimentul Portland, care trebuie să corespundă condițiilor tehnice de calitate, în conformitate cu prevederile SR 388.

Art. 37. - Condițiile tehnice de recepție livrare și control trebuie să corespundă prevederilor SR 388 și normativului C22.

Art. 38. - La transport, manipulare și depozitare se vor respecta prevederile din normativul C 22.

Secțiunea a 2-a

Agregate

Art. 39. - La prepararea betoanelor de ciment speciale cu polimeri se vor folosi agregatele următoare:

- nisip natural conform STAS 662;
- cribluri în sorturi 8-16 mm și 16-25 mm conform SR 667.

Art. 40. - Condițiile tehnice sunt conform SR 667.

Art. 41. - Agregatele trebuie să fie inerte, să nu conducă la efecte dăunătoare asupra cimentului.

Art. 42. - Granulozitatea sorturilor de agregate trebuie să îndeplinească condițiile SR 667.

Art. 43. - În cazul în care agregatele au impurități și părți levigabile care depășesc limitele menționate în tabelul nr.7 din normativul C 22, este necesar ca acestea să fie spălate înainte de utilizare.

Art. 44. - La aprovizionare, transport, verificare și depozitare se vor respecta prevederile normativului C 22.

Secțiunea a 3-a

Apă

Art. 45. - Apa utilizată la prepararea betoanelor cu polimer poate să provină din rețeaua publică, sau din altă sursă, dar în acest caz trebuie să îndeplinească condițiile tehnice prevăzute în STAS 790.

Art. 46. - Metodele de încercare sunt reglementate prin STAS 790.

Secțiunea a 4-a

Polimer

Art. 47. - Polimerii în stare lichidă care se amestecă cu componentele betonului nu trebuie să influențeze lucrabilitatea, uniformitatea compoziției, întărirea betonului, și să confere acestuia caracteristici fizico-mecanice conform tabelelor 1 și 2.

Art. 48. - Polimerii în stare solidă, din polipropilenă, de tipul fibrelor trebuie să împiedice procesul de microfisurare la vârste timpurii sau înaintate ale betonului.

Art. 49. - Caracteristicile tehnice ale polimerilor în stare solidă de tipul fibrelor trebuie să fie conform tabelului 5.

Tabelul 5

Nr. crt.	Caracteristica	Valori, mod de identificare
1	Compozitie	100 % polipropilenă
2	Forma de prezentare	Rețea fibroasă
3	Greutatea specifică	0,91 kg/dm ³
4	Rezistența la rupere prin fracțiune	>750 MPa
5	Absorbția de apă	0 %
6	Durata de viață	Similară cu durata de viață a betonului
7	Lungimea	19; 38; 54; 60 mm

Secțiunea a 5-a **Plasa din sârmă**

Art. 50. - Pentru armarea îmbrăcămintii pe cale realizată din beton de ciment cu polimeri, se va utiliza plasa din sârmă sudată cu diametrul de 3-4 mm și ochiuri de 100 x 100 mm în cazul utilizării polimerului în stare lichidă și respectiv cu diametrul de 1,18-2,5 mm cu ochiuri de 30-80 mm în cazul utilizării polimerului sub formă de fibre.

Art. 51. - Plasa din sârmă trebuie să corespundă prevederilor STAS 438/3.

Art. 52. - Livrarea plasei de sârmă se va face conform prevederilor în vigoare și va fi însoțită de certificatul de calitate emis de producător.

Art. 53. - Plasa de sârmă se va depozita și păstra în condiții în care să se evite coroziunea și murdărirea cu pământ.

Art. 54. - Pentru transportul la punctul de lucru, plasa din sârmă va fi debitată la dimensiuni care să nu producă accidente de circulație, în funcție de mijlocul de transport avut la dispoziție.

Secțiunea a 6-a **Oțel-beton**

Art. 55. - La executarea ancorajelor se va folosi oțel-beton rotund cu diametrul de 10 mm (tip OB 37) care va îndeplini condițiile tehnice prevăzute în STAS 438.

Art. 56. - Livrarea, depozitarea și controlul calității se va realiza conform Normativ C22.

Secțiunea a 7-a **Alte materiale**

Art. 57. - La prepararea betoanelor de ciment cu polimeri pentru calea pe pod se mai folosesc:

- folie de polietilenă (grosimea 0,06 mm) conform STAS 8171;
- scânduri din lemn de esență moale de 16 - 18 mm grosime;
- filer, conform STAS 539;
- oțel-beton cu diametrul de 10 mm (OB 37) conform STAS 438;
- emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă, conform STS 8877;
- fluid de protecție P45 conform STAS 12093;
- polisol;
- bitum tip D 80/100 conform SR 754;
- DANUVAL tip 1, cu inserție textilă, conform NT- M.LCh. nr. 10315-81, sort D;
- hârtie rezistentă (125 g/m²) conform STAS 3789.

CAPITOLUL IV **PREPARAREA BETONULUI**

Art. 58. - Prepararea betoanelor de ciment cu polimeri se va face în stații de betoane respectându-se prevederile „Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat” IND.NE 012-99.

Art. 59. - Cantitățile de materiale corespunzătoare unui amestec (șarjă), se vor stabili pentru un volum de beton proaspăt de max. 75 % din capacitatea nominală a stației.

Art. 60. - Amplasarea și modul de funcționare a stațiilor de betoane se va face conform prevederilor normativului C 22 - 92.

Art. 61. - Dozarea agregatelor și a cimentului se va face prin cântărire (gravimetric), admitându-se abateri de cel mult + 3 % și respectiv + 2 %.

Art. 62. - Dozarea apei se face cu dozatoare automate sau cu contoare, astfel ca abaterea maximă să fie de + 2 %, față de cantitatea totală necesară unei șarje, iar în mod excepțional se pot folosi vase gradate cu evacuarea totală a apei, direct în malaxor.

Art. 63. - (1) Componentele betonului de ciment special cu polimeri se vor introduce în malaxor în ordinea următoare:

- agregate;
- polimer;
- ciment;
- apă.

(2) Cantitatea de polimer necesară pentru o șarjă, se introduce în malaxor peste agregate, amestecul se omogenizează în malaxor, timpul de omogenizare fiind stabilit în funcție de tipul polimerului.

Art. 64. - Cantitatea de apă corespunzătoare unui amestec se va corecta ținând seama de umiditatea agregatelor, care va fi determinată la începutul zilei de lucru sau ori de câte ori se modifică condițiile atmosferice, sau se apreciază că este necesar.

Art. 65. - Durata de amestecare socotită din momentul introducerii în betoniere a tuturor materialelor și până la începerea descărcării betonului va fi stabilită în funcție de tipul polimerului.

Art. 66. - La terminarea unui schimb sau la întreruperea preparării betonului pe o durată mai mare de o oră, toba betonierei se va spăla cu jet de apă.

Art. 67. - În cazul stațiilor de betoane dotate cu buncăre, nu se admite menținerea betonului în buncăr mai mult de 15 min., pentru a se evita lipirea betonului de pereții buncărului.

Art. 68. - Temperatura betonului măsurată în mijloacele de transport, înaintea plecării din stație, trebuie să fie cuprinsă între + 10°C și + 25°C.

Art. 69. - În cazul în care temperatura betonului este mai mare de + 25°C, se vor lua măsurile conform normativului C 22.

Secțiunea 1

Prepararea betonului de ciment cu polimer în stare lichidă, de tip REXIDUR

Stabilirea compoziției

Art. 70. - Compoziția betonului de ciment cu polimer REXIDUR se stabilește de laboratorul unității tutelare a stației de betoane, sau un laborator de specialitate, în conformitate cu prevederile Normativului C 22.

Art. 71. - (1) Stabilirea compoziției betonului de ciment cu polimeri și a cantităților de materiale corespunzătoare unui amestec (șarjă), se va face conform Normativului C 22.

(1) Condițiile tehnice de calitate îndeplinite de polimerul de tip REXIDUR sunt prezentate în Anexa 1.

Art. 72. - Cantitatea totală (CE +CI) de polimer REXIDUR se stabilește în funcție de cantitatea de ciment necesară unui amestec (șarjă), astfel:

$$P = 0,1 \times C, \text{ (kg)}$$

unde:

P - cantitatea totală (CE +CI) de polimer corespunzătoare unei șarje de beton (kg);

C - cantitatea de ciment pentru o șarjă (kg).

Art. 73. - La stația de betoane se va afișa rețeta betonului de ciment REXIDUR ce se prepară, care va conține:

- clasa betonului (C32/40);

- cantitățile de materiale care se introduc la fiecare șarjă, (pentru agregate poate fi cumulativ);

- modul și proporțiile de amestec a componentelor (CE +CI) a polimerului REXIDUR.

Art. 74. - Rețeta stabilită se va corecta în funcție de rezultatele determinărilor privind umiditatea, granulozitatea sorturilor de agregate, lucrabilitatea și volumul de aer occlus al betonului proaspăt.

Exemplu:

a) Pentru stații care au șarja de 0,5 m³, cantitatea de REXIDUR va fi de 17,5 kg, din care: CE = 14,6 kg;

CI = 2,9 kg;

b) Pentru stații care au șarja de 0,4 m³, cantitatea de REXIDUR va fi de 14,0 kg, din care: CE = 11,6 kg;

CI = 2,4 kg;

Cantitatea maximă de polimer, care poate fi pregătită prin omogenizarea celor două componente (CE +CI), este de 20 Kg, dar nu mai mult decât cantitatea necesară unei șarje de beton, pentru a evita polimerizarea acestuia înainte de introducerea în malaxor.

Secțiunea a 2-a

Modul de preparare

Art. 75. - Dozarea componentelor (CE + CI) polimerului REXIDUR se va face gravimetric, în vase separate, astfel ca abaterile maxime admise să fie de + 1 %, raportat la cantitatea totală a fiecărei componente.

Pentru stabilirea cantităților fiecărei componente se va folosi balanta tehnică de 10 kg, cu clasa de precizie III (STAS 3308).

Art. 76. - Dozarea polimerului în amestecul celor două componente (CE + CI) se face gravimetric cu o abatere maximă de +2 % față de cantitatea totală.

Art. 77. - Pentru dozarea și amestecul componentelor (CE + CI) polimerului, se vor folosi recipiente din material plastic de capacitate corespunzătoare șarjelor, care înainte de utilizare vor fi umezite pentru a ușura curățirea acestora după utilizare.

Art. 78. - În interiorul recipientului în care se realizează amestecul componentelor polimerului se trasează nivelul componentei epoxidice (CE) și nivelul cumulat al celor două componente (CE + CI).

Art. 79. - Amestecul componentelor (CE + CI) se va realiza astfel:

- se introduce în recipient componenta epoxidică (CE);
- peste componenta epoxidică în amestec continuu se introduce treptat jumătate din cantitatea totală de întăritor (CI);
- se omogenizează cantitățile respective;
- se introduce restul cantității de întăritor și se omogenizează tot amestecul.

Art. 80. - Pentru ușurința manipulării, componentele REXIDUR se vor depozita în vase cu capacitatea de 20 – 30 l, în apropierea cupei de agregate sau a malaxorului.

Art. 81. - La temperaturi atmosferice de peste +25°C, depozitarea polimerului REXIDUR se va face în locuri umbrite, pentru a se evita supraîncălzirea acestuia și a favoriza inițierea procesului de polimerizare în amestec a celor două componente.

Art. 82. - Componentele betonului de ciment cu REXIDUR se vor introduce în malaxor în ordinea următoare:

- agregate;
- polimer;
- ciment;
- apă.

Cantitatea de polimer necesară pentru o sarijă, se introduce în malaxor peste agregate, amestecul se omogenizează în malaxor, astfel ca durata de amestecare socotită din momentul introducerii în betonieră a tuturor materialelor, și până la începerea descărcării betonului în mijloacele de transport va fi de cel puțin 60 sec., urmărindu-se obținerea unei omogenizări corespunzătoare.

Secțiunea a 3-a

Prepararea betonului cu polimer în stare solidă de tip fibre din polipropilenă ULTRA-NET, ECONO-NET

Stabilirea compoziției.

Art. 83. - Betonul de ciment cu fibre din polipropilenă de tipul ULTRA-NET sau ECONO-NET se obține prin adaos de fibre în proporție de 1 Kg la 1 m³ de beton.

Art. 84. - Cu acordul Proiectantului lucrării, în situația în care se renunță la plasa de sârmă sudată, se poate mări dozajul de fibre la 0,5 % din masa betonului. În acest caz, se vor folosi numai fibre din polipropilenă de tipul ULTRA-NET cu lungimi mai mari de 45 mm.

Art. 85. - Lungimea fibrelor trebuie corelată cu dimensiunea maximă a granulelor de agregate naturale utilizate la prepararea betoanelor de ciment cu polimeri în stare solidă, conform tabelului 6.

Tabelul 6

Nr. crt.	Lungimea fibrei (mm)	Dimensiunea maximă a granulei de agregat din beton (mm)
1	19	8
2	38	16
3	60	25

Se recomandă agregate concasate cu dimensiunea maximă a granulelor de 16 mm.

Art. 86. Betoanțele de ciment cu polimer în stare solidă, de tipul fibrelor din polipropilenă (ULTRA-NET, ECONO-NET), sunt betoane clasice preparate conform „COD DE PRACTICĂ pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat”, ind. NE 012-99.

Secțiunea a 4-a

Modul de preparare

Art. 87. - Fibrele din polipropilenă ULTRA-NET și ECONO-NET se introduc în betonieră în timpul malaxării agregatelor naturale după care se adaugă cimentul și apa.

Art. 88. - Durata de malaxare este de aproximativ 4-5 min. pentru ca fibrele să fie distribuite omogen în masa betonului.

Art. 89. - Cantitatea de fibră adăugată depinde de tipul acestora astfel:

- Fibra ULTRA-NET se adaugă în proporție de 1,0 Kg la 1 m³ de beton;
- Fibra ECONO-NET se adaugă în proporție de 0,9 Kg la 1 m³ de beton.

Art. 90. - Mărirea dozajului de ULTRA-NET sau ECONO-NET se va face numai cu acordul Proiectantului, pe baza încercărilor de laborator efectuate de o firmă specializată.

Art. 91. - Fibrele se pot introduce în malaxor direct sub formă ambalată în pungă în care au fost livrate, eliminându-se astfel pierderile de material, cât și timpul necesar deschiderii și golirii pungilor.

Art. 92. - Amestecarea se face cu malaxoare cu amestec forțat sau cu cădere liberă. Se mai pot utiliza și malaxoare tip mixer.

Art. 93. - În timpul malaxării se pot introduce aditivi pentru îmbunătățirea și a altor caracteristici cerute betoanelor respective.

CAPITOLUL V

TRANSPORTUL BETONULUI

Art. 94. - Transportul betonului proaspăt preparat se va face conform prevederilor normativului C22-92.

Art. 95. - Durata maximă de transport, considerată din momentul terminării încărcării mijlocului de transport, și începutul descărcării va fi de 30 min.

Art. 96. - Fiecare transport de beton va fi însoțit de un bon de transport în care se va nota tipul betonului, cu mențiunea beton special, ora încărcării și temperatura betonului.

CAPITOLUL VI

PREGĂTIREA STRATULUI SUPORT ÎN VEDEREA EXECUTĂRII ÎMBRĂCĂMINȚII CĂII PE POD

Art. 97. - Îmbrăcămintea căii din beton de ciment cu polimeri se execută pe stratul de protecție al hidroizolației, în cazul podurilor aflate în exploatare, la care observațiile vizuale și sondajele efectuate au stabilit că nu este necesară înlocuirea sau repararea acestora.

Art. 98. - Înainte de a începe executarea îmbrăcăminții căii pe pod se va proceda la decaparea manuală a îmbrăcăminții asfaltice degradate, până la nivelul stratului de protecție al hidroizolației.

Art. 99. - Se vor efectua sondaje (șlifuri), în stratul de protecție al hidroizolației, în cazul în care aceasta are o vechime mai mare de 15 ani, sau se constată infiltrații la intradosul suprastructurii.

Art. 100. - Decaparea îmbrăcăminților din mixtură asfaltică existentă se va face cu atenție, pentru a evita deteriorarea stratului de protecție al hidroizolației.

Art. 101. - În cazul în care nu este necesară refacerea hidroizolației se va proceda la corectarea și finisarea stratului de protecție, care va fi stratul suport al îmbrăcăminții căii pe pod.

Art. 102. - Denivelările admisibile ale suprafeței stratului suport al îmbrăcăminții căii, în sens longitudinal și transversal se vor încadra în prevederile normativului C 22.

Art. 103. - Înainte de execuția căii se va verifica modul de lucru al rosturilor de dilatație și se vor înlocui cele necorespunzătoare cu rosturi etanșe tip.

Art. 104. - Se vor verifica gurile de scurgere și se vor amplasa la cotă.

Art. 105. - Pe stratul suport verificat și corectat în profil longitudinal și transversal se montează longrinele metalice.

Art. 106. - Pentru obținerea unei suprafețe a căii, corespunzătoare, cu pante care să asigure scurgerea apelor și desfășurarea traficului în siguranță, se va proceda la trasarea nivelului cotelor la bordură și pe fețele interioare ale longrinelor, care vor delimita printr-un marcaj vizibil cota betonului în stare afânată. La compactare se va proceda la coborârea între longrine a grinzii vibratoare a vibrofinisorului.

Art. 107. - Poziționarea și montarea longrinelor se va executa conform Normativului C 22.

Art. 108. - Înainte de pozare, longrinele vor fi controlate, pentru a nu fi folosite cele care sunt defecte.

Art. 109. - Longrinele prevăzute a fi montate, vor fi curățate de betonul rămas pe ele și după fiecare întrebuințare vor fi unse cu decafrol sau ulei ars dizolvat în motorină (în proporție de 1:3).

Art. 110. - Platforma pe care se va aplica îmbrăcămintea din beton cu polimer, se va curăța temeinic, de impurități, praf, etc., și se va uda (eventual spăla) din abundență cu apă, înainte de așternerea betonului.

Art. 111. - Înainte de execuția căii pe pod din beton de ciment cu polimeri, se va face recepția stratului suport, prin observații vizuale și verificarea elementelor geometrice, abaterilor și a denivelărilor.

CAPITOLUL VII

PUNEREA ÎN OPERĂ A BETONULUI

Art. 112. - Îmbrăcămintea căii pe pod din beton de ciment cu polimer, se execută armat cu plasă sudată din sârmă (conform Secțiunii a 5-a, cap. III).

Art. 113. - Plasa din sârmă de dimensiuni convenabile manipulării (40 kg) și lățimii de turnare a îmbrăcăminții căii este pozată pe stratul suport la o distanță de 3-4 cm de suprafața acestuia, prin intermediul unor călăreți.

Art. 114. - La pozarea plasei de sârmă se vor monta ancorele de oțel-beton, la rostul de contact longitudinal, conform normativ C 22.

Art. 115. - Îmbrăcămintea căii pe pod din beton de ciment armat cu polimer-fibre din polipropilenă, se execută ținând seama de prevederile normativului C 22. În acest caz se vor monta ancorele din oțel-beton, la rostul de contact longitudinal. Plasa din sârmă poate fi înlocuită cu fibre din polipropilenă. În acest caz procentul de fibre va fi de 1,5 % din masa betonului.

Art. 116. - În cazul podurilor în exploatare, la care înlocuirea căii existente se face pe jumătate din partea carosabilă, pozarea plasei din sârmă se va face pe lungimi de cale de 3-4 m în pentru a se evita deteriorarea acesteia de către basculante.

Art. 117. - În cazul podurilor noi, pozarea plasei din sârmă se poate executa pe toată suprafața căii.

Art. 118. - Utilajele necesare pentru punerea în operă a betonului de ciment cu polimer, sunt cele specificate în normativ C 22.

Art. 119. - La punerea în operă a betonului de ciment cu polimeri se vor respecta prevederile normativului C 22.

Art. 120. - Pentru completarea căii în zona de la bordură se va proceda astfel: după așternerea, compactarea și finisarea suprafeței betonului, se vor scoate imediat longrinele de la bordură și îmbrăcămintea turnată, se va completa cu betonul necesar, compacta cu placa vibratoare și se va finisa cu mistria.

Art. 121. - (1) Așternerea betonului se va face cu repartizoare mecanice (lopeti mecanice).

(2) Nivelul betonului necompactat așternut, va fi stabilit prin încercări, în funcție de lucrabilitate, cu cca. 1.5 - 2 cm mai mult decât cota finală a căii, așa încât după compactare să se obțină densitatea maximă prescrisă la cotele proiectate.

Art. 122. - Compactarea betonului cu polimer se va realiza conform SR 183-95.

Art. 123. - Pentru a asigura vibrarea corectă a betonului se va urmări ca grinda vibratoare, în timpul vibrării, să se afle cu 1...3 cm mai jos decât suprafața betonului din spatele grinzii.

Art. 124. - Timpul optim de vibrare, poziția grinzii vibratoare, numărul de treceri ale vibrofinisorului pe betonul necompactat, precum și celelalte prevederi privind întreruperile execuției datorate ploii, defectării utilajelor, etc., vor fi identice cu cele prevăzute în Normativ C 22.

Art. 125. - La punerea în operă a betonului precum și la finisarea suprafeței căii, se vor respecta prevederile Normativ C 22.

CAPITOLUL VIII PROTEJAREA ÎMBRĂCĂMINȚII

Art. 126. - După execuția finisărilor și striurilor transversale suprafața îmbrăcăminții se va proteja contra acțiunii soarelui, vântului și ploilor, cu ajutorul acoperișurilor de protecție, care se deplasează după vibrofinisor, odată cu acesta.

Art. 127. - Pentru a asigura condiții favorabile de întărire și protecție a betonului, se va aplica pe suprafața acestuia unul din următoarele procedee:

- a) peliculă de protecție cu „Polisol” sau produs P 45 realizat conform Normativ C 22 și SR 183;
- b) strat de nisip (0... 3 mm), în grosime de 1.5 - 3.0 cm, realizat conform Normativ C 22.

Art. 128. - Pe timp ploios suprafața betonului proaspăt va fi acoperită cu prelate sau folii de polietilena, în cazul în care există pericolul antrenării pastei de ciment.

Art. 129. - Calea pe pod executată din beton de ciment cu polimeri se va da în circulație după ce betonul a atins cel puțin 70 % din rezistențele prescrise la 28 de zile, prin încercarea corpurilor de probă.

Art. 130. - Pe perioada de întărire a betonului, până la darea în circulație a sectoarelor de cale pe pod, se vor lua măsuri de a interzice circulația autovehiculelor, pe suprafața executată.

CAPITOLUL IX EXECUTAREA ROSTURILOR

Art. 131. - Pentru evitarea apariției fisurilor sau crăpăturilor datorate variației de temperatură, umiditate sau tasărilor inegale ale infrastructurii se vor executa rosturi de contact (longitudinale și transversale) și rosturi transversale (de dilatație și de contracție).

(1) Rosturile de contact se realizează transversal sau longitudinal căii, conform Normativului C 22.

(2) Rosturi transversale

Rosturile transversale se vor amenaja ca :

- rosturi de dilatație;
- rosturi de contracție.

(a) Rosturile de dilatație transversale se execută perpendicular pe axa căii, pe toată lățimea și grosimea îmbrăcăminții căii pe pod.

Rosturile de dilatație ale căii pe pod corespund cu rosturile de dilatație ale structurii podului.

(b) Rosturile de contracție transversale se execută pe toată lățimea căii, perpendicular sau oblic la 15° - 20° față de axa drumului, la o distanță de 4-6 m în și pe o adâncime de 1/3 - 1/4 din grosimea căii.

Tăierea betonului întărit se va executa pe o lățime de max. 8 m, imediat ce betonul permite, într-un interval de timp de 6 - 24 ore de la punerea în operă a betonului.

(c) În anexele 3-7 sunt prezentate detaliile de amenajare a rosturilor de dilatație pe cale și trotuare, în zona gurilor de scurgere, precum și detalii de montare a longrinelor în vederea executării îmbrăcăminții din beton cu polimeri.

Art. 132. - (1) La colmatarea rosturilor, golul realizat la partea superioară a rosturilor se va umple, până la suprafața căii, cu mastic bituminos. Compoziția masticului și modul de execuție a colmatării sunt conform prevederilor Normativului C 22.

(2) Este interzisă colmatarea în exces a rosturilor.

CAPITOLUL X CONTROLUL CALITĂȚII LUCRĂRILOR

Secțiunea 1 Controlul calității materialelor

Art. 133. - (1) Controlul calității materialelor componente, a caracteristicilor betonului proaspăt și întărit se va face în conformitate cu prevederile Normativului C 22.

(2) Dotarea laboratoarelor destinate efectuării acestor determinări și metodele de încercare sunt prezentate în Anexa nr. 9 din Normativului C 22.

Art. 134. - Materialele ce se folosesc la execuția betoanelor de ciment cu polimeri trebuie să corespundă cu prescripțiile tehnice menționate în cap. III și Anexa 2.

Secțiunea a 2-a Controlul în timpul executării îmbrăcăminții

Art. 135. - În timpul executării îmbrăcăminții se vor efectua verificări în conformitate cu prevederile Normativului C 22.

Art. 136. - Înainte de turnarea betonului se va verifica poziționarea la colă, pe toată suprafața căii, a plăcii de sărniță, precum și menținerea poziției ancorelor de oțel-beton.

Secțiunea a 3-a Controlul calității betoanelor

Art. 137. - Controlul betoanelor proaspete și întărite se va face la instalația de betoane și la locul de punere în operă în conformitate cu prevederile Normativului C 22.

Art. 138. - Pentru controlul mărcii betoanelor și a rezistenței la întindere din încovoiere la 28 de zile, se vor lua probe din betonul proaspăt preparat prin confecționarea de epruvete cubice și prismatice în conformitate cu STAS 1275.

Art. 139. - Controlul betonului întărit după 28 de zile va urmări calitatea acestuia din punct de vedere al compactării, grosimii și rezistenței la compresiune, care se vor face prin prelevarea de carote, și anume câte două carote la 20 m în lungime de cale pe pod, pentru fiecare sens de circulație.

Art. 140. - Modul de înregistrare și datele care vor fi menționate în evidența stației, precum și aprecierea rezultatelor obținute asupra calității betonului vor respecta prevederile Normativului C 22.

Art. 141. - În cazul în care nu sunt îndeplinite condițiile prezentate în cap. II din prezentele instrucțiuni, se va proceda la analiză și stabilirea măsurilor necesare, de către executant, proiectant și beneficiar.

Secțiunea a 4-a Controlul calității îmbrăcăminții

Art. 142. - Calitatea îmbrăcăminții căii pe pod, executată din beton de ciment cu polimer se va verifica în conformitate cu Normativul C 22, și a respectării condițiilor tehnice prezentate în cap. II, Secțiunea 1.

Art. 143. - Verificarea grosimii îmbrăcăminții căii pe pod se efectuează prin măsurători directe la marginile benzii din beton, turnate la fiecare 10 m, și pe carotele extrase pentru verificarea calității betonului.

Art. 144. - Grosimea îmbrăcăminții reprezintă media măsurătorilor efectuate, și trebuie să se încadreze în condițiile tehnice menționate în cap. II, art. 18 și art. 19.

Art. 145. - Rugozitatea suprafeței îmbrăcăminții căii pe pod, determinată conform STAS 8849, se va încadra în limitele prevăzute de Normativul C 22.

CAPITOLUL XI RECEPȚIA LUCRĂRILOR

Art. 146. - Recepția îmbrăcăminții căii pe pod, realizată din beton de ciment cu polimer, se face în etapele următoare :

- pe faze;
- preliminară;
- finală.

Art. 147. - Recepția pe faze în timpul și după pregătirea straturilor suport cuprinde:

- recepția hidroizolației, realizată conform STAS 5088;
- recepția stratului de protecție a hidroizolației (strat suport pentru îmbrăcămințea căii) care să corespundă prevederilor cap. VI;
- recepția rosturilor de dilatație;
- recepția gurilor de scurgere.

În urma acestor recepții se încheie procese verbale de lucrări ascunse, conform prevederilor Normativului C 22.

Art. 148. - Recepția preliminară se efectuează atunci când toate lucrările prevăzute în documentație sunt executate, încheindu-se un proces verbal.

Art. 149. - Recepția finală se va efectua după expirarea perioadei de garanție, în condițiile respectării prevederilor legale în vigoare.

CAPITOLUL XII

ÎNȚREȚINEREA ÎMBRĂCĂMINȚII CĂII PE POD

Art. 150. - Pe perioada de exploatare a îmbrăcămînții căii pe pod pot apărea următoarele defecțiuni clasificate conform Normativului ind. AND 547:

- decolmatarea rosturilor;
- suprafață exfoliată;
- suprafață șlefuită;
- fisuri și crăpături.

Art. 151. - Metodele de remediere sunt în conformitate cu prevederile „Normativului pentru prevenirea și remedierea defecțiunilor la îmbrăcămînțiile rutiere moderne”, ind. AND 547, și a Normativului C 22.

Art. 152. - În cazul în care hidroizolația se va degrada în timpul exploatării, se recomandă impregnarea îmbrăcămînții căii pe pod, realizată din beton de ciment cu polimeri, utilizându-se în acest scop substanțe chimice specifice (exemplu: SILANE 20, Metacrilat de metil, etc.) compatibile cu betonul și polimerii din compoziție.

CAPITOLUL XIII

MĂSURI DE TEHNICA SECURITĂȚII MUNCII ȘI STINGEREA INCENDIILOR

Art. 153. - Pe perioada execuției căii pe pod din beton de ciment cu REXIDUR se vor respecta prevederile din actele normative specifice execuției betoanelor și anume:

- a) Norme Specifice de Protecția Muncii pentru lucrări de întreținere, exploatare și administrare drumuri și poduri - aprobate prin Ordinul Ministerului Muncii și Protecției Sociale nr. 357/1998;
- b) Norme metodologice privind condițiile de închidere a circulației și de instituire a restricțiilor de circulație în vederea executării de lucrări în zona drumului public și/sau pentru protejarea drumului - aprobate prin Ordin MT/MI nr. 1112/411/2000.

Art. 154. - În timpul lucrului cu REXIDUR, la stația de preparat betoane se vor respecta cu strictete măsurile de protecția muncii și de pază contra incendiilor pentru substanțe inflamabile.

(1) Se interzice cu desăvârșire fumatul și lucrul cu focul deschis în apropierea zonei de lucru;

(2) În spațiul de lucru va trebui să se asigure o purificare continuă a aerului printr-o ventilație eficientă;

(3) Transportul bidoanelor sau butoaielor în care sunt ambalate componentele polimerului REXIDUR se va face luându-se măsurile de protejare corespunzătoare a acestora, pentru a se evita șocurile.

(4) Temperatura în timpul transportului nu trebuie să depășească +30°C, materialul fiind protejat împotriva influenței directe a razelor solare;

(5) În timpul manipulării bidoanelor sau butoaielor cu polimer REXIDUR, se interzice aruncarea sau lovirea acestora.

(6) Depozitarea materialului REXIDUR se face în încăperi uscate ferite de umiditate, la temperatura cuprinsă între +5°C...+30°C.

(7) Se interzice pentru amestecul componentelor utilizarea obiectelor metalice, a materialelor din fibre sintetice sau din lână, care prin frecare produc scântei.

(8) Muncitorii care lucrează la stație, cu polimerul REXIDUR, trebuie să poarte mănuși de cauciuc, și costum de protecție-satopetă.

(9) La terminarea lucrului sau în pauza de masă se vor respecta regulile de igienă sanitară spălarea mâinilor cu apă și săpun cu diluant și spirt. După spălare și uscare mâinile se vor unge cu glicerină sau vaselină.

(10) Se interzice ca alimentele să se depoziteze sau să se consume la locul de muncă.

REXIDUR**Condiții tehnice de calitate**

- Înainte de utilizare, cele două componente se amestecă în următoarele proporții: la 5 părți în greutate componenta rășinoasă (CE) se adaugă o parte componentă întăritor (CI) amestecându-se până la omogenizare, timp de cca. 5 minute.
- Amestecul realizat are o durată de utilizare limitată de cca. 30-40 minute (la temperatura de +20°C), recomandându-se prepararea cantităților ce pot fi utilizate în acest interval de timp.
- Caracteristicile fizico-mecanice ale produselor sunt prezentate în tabelul următor:

Nr. crt.	Caracteristica	Unitate de măsură	Valoare	Metoda de determinare
A. Componenta rășinoasă				
1	Aspect		lichid vâscos omogen	vizual
2	Culoare		maron - negru	vizual
3	Vâscozitatea prin duza de 8 mm (20°C)	sec.	70-120	STAS 2096-68
B. Componenta întăritor				
1	Aspect		lichid fluid omogen	vizual
2	Culoare		maron -negru	vizual
3	Vâscozitatea prin duza de 8 mm (20°C)	sec.	15-25	STAS 2096 68
C. Produs finit				
1	Greutate specifică	g/cm ³	1,7-1,9	STAS 2414-91
2	Rezistența la compresiune	Kgf/cm ²	800-900	STAS 5873-83
3	Rezistența la uzură	g/cm ³	0,1-0,15	STAS 5501-81
4	Aderența la beton	Kgf/cm ³	30-40	N11 pct.5.2
6	Început de priză	minute	1-5	STAS 227/4-86
7	Sfârșit de priză	ore	24	STAS 227/4-86

2. Reguli pentru verificarea calității

2.1 Verificarea calității produselor REXIDUR se face de către organul de control și recepție din întreprindere pe fiecare lot de fabricație.

2.2 Lotul de fabricație este de minim 1000 și maxim 5000 kg.

2.3 Verificările de tip și periodice vor cuprinde determinările pentru toate caracteristicile prevăzute la cap. II. Verificările periodice vor fi efectuate la un interval de 6 luni.

2.4 Pentru fiecare lot de fabricație se va determina:

- aspect componenta rășinoasă;
- vâscozitate componentă întăritor;
- aspect componentă întăritor;
- umiditate componentă solidă;
- vâscozitate componentă rășinoasă;
- aspect componentă solidă;
- început și sfârșit de priză.

2.5 Din fiecare lot de fabricație se iau minim 10 % probe elementare și nu mai puțin de 3 din totalul numărului de ambalaje.

2.6 După omogenizarea probelor elementare se iau probe de laborator pentru alcătuirea probei pentru încercare.

3. Metode de determinare

3.1 Determinarea adeziunii la beton.

3.2.1 Aderența la beton se determină pe epruvete din beton de forma și dimensiunile indicate în fig. 1.

3.2.2 Pregătirea probei.

Epruvetele pe care se determină aderența la beton numite „opturi”, se rup la mijloc, iar suprafețele rezultate în urma rupei se acoperă cu un strat subțire de chit.

Apoi se suprapun cele două jumătăți, se presează și se lasă 7 zile la temperatura camerei.

3.2.3 Efectuarea determinării.

Forța necesară dezlipirii celor două epruvete se măsoară cu aparatul Fuling Mihaelis.

3.2.4 Calculul determinării.

Calculul rezultatului se face după formula:

$$A = P/S$$

unde:

A - forța de adeziune exprimată în kgf/cm²;

P - sarcina la care are loc dezlipirea epruvetelor, kgf;

S - suprafața lipită, cm².

4. Livrare, marcare, ambalare, transport, depozitare documente

4.1 Livrare

Produsele REXIDUR se livrează sub forma a trei componente:

- componenta epoxidică (CE);
- componenta întăritor (CI);
- componenta solidă (CS).

4.2 Marcare

Fiecare ambalaj va fi marcat cu etichete cu următorul conținut:

- denumirea întreprinderii producătoare;
- denumirea produsului;
- nr. normei interne;
- cantitate;
- data fabricației;
- durata de conservare;
- lotul de fabricație.

4.3 Ambalare

4.3.1 Componenta epoxidică CE și componenta întăritor CI se livrează în bidoane de tablă galvanizată, ermetic închise.

4.3.2 Componenta solidă CS se ambalează în saci de polietilenă și hârtie.

4.4 Transport

4.4.1 Transportul se face cu mijloace de transport special amenajate, pentru transportul substanțelor inflamabile și toxice.

4.5 Depozitare

4.5.1 Depozitarea produselor REXIDUR se face conform normelor PCI, prevăzute pentru substanțele inflamabile și toxice la temperaturi cuprinse între +5°C și +35°C.

4.6 Documente

4.6.1 La livrare, produsele vor fi însoțite de certificat de calitate, conform Legii nr. 10/1995.

5. Termen de garanție

5.1 Termenul de garanție al produselor REXIDUR este de 180 de zile de la data fabricației.

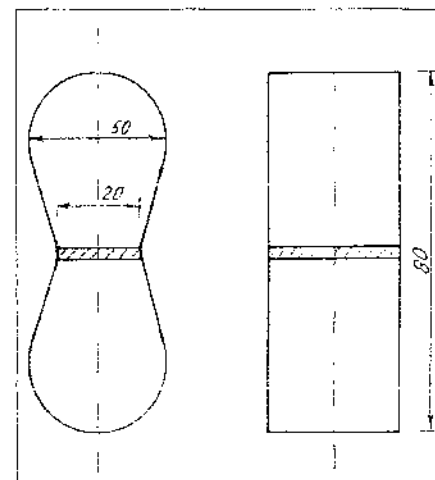


Fig. 1.

6. Fibre din polipropilenă de tip ULTRA-NET și ECONO-NET

6.1 Înainte de utilizarea fibrelor din polipropilenă de tip ULTRA-NET și ECONO-NET se vor verifica caracteristicile fibrelor prezentate în tabelul 7.

Tabelul 7

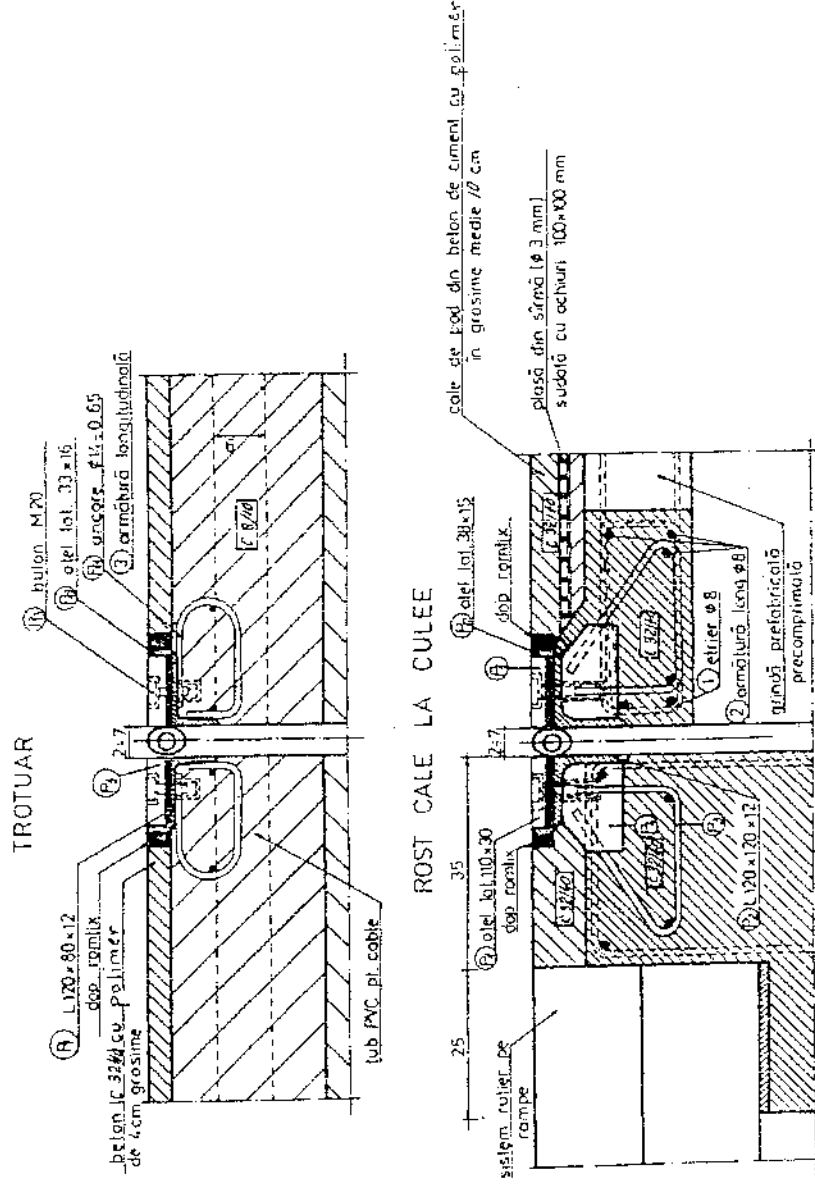
Nr. crt.	Caracteristici tehnice	Fibre ULTRA-NET Valoare	Fibre ECONO-NET Valoare
1	Compoziție	100% polipropilenă pură	100% polipropilenă pură
2	Forma de prezentare	Fibre răsucite Rețea fibroasă	Fibre răsucite Rețea fibroasă
3	Greutatea specifică	0.91 Kg/dm ³	0.91 Kg/dm ³
4	Rezistența la rupere prin întindere	620 - 758 MPa	620 - 758 MPa
5	Culoare	bronz - auriu Zero față de apă și	albă Zero față de apă și
6	Absorbție	permeabilitate redusă față de gaze	permeabilitate redusă față de gaze
7	Rezistență față de substanțe alcaline și acizi	Nu își modifică caracteristicile	Nu își modifică caracteristicile
8	Lungime	19, 38, 54, 60 mm	19,38mm

CONTROLUL CALITĂȚII MATERIALELOR ȘI LUCRĂRILOR

Nr. crt.	Etapa	Material sau fază de execuție	Acțiunea, procedeu de verificare sau caracteristica ce se verifică	Scobul deținut sau verificabil	Frecvența minimă	Concluziile	Măsură ce se adoptă
A1		Ciment		"Cod de practică pentru executarea lucrărilor beton armat și beton precomprimat". Conform normativului C 22-84	La fiecare lot aprovisionat	C NC	
A2		Agregate		Conform normativului C 22-84	La fiecare lot aprovisionat	C NC	
A3	Aprovizionarea materialelor	Residur R	3.1 Examinarea datelor înscrise în Certificatul de calitate	Constatarea gradității calității de către producător	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. cap. 1. Societatea a 2-c și a 3-c Nu se poate utiliza
			3.2 Componenta epoxidică (rășinăa66)	Calitatea produsului	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. NTR 3913-76 Nu se poate utiliza
			3.2.1 Aspect	Calitatea produsului	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. NTR 3913-76 Nu se poate utiliza
			3.2.2 Culoare	Calitatea produsului	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. NTR 3913-76 Nu se poate utiliza
			3.2.3 Vâscozitate (conf. STAS 2096-80) determinată cu cupa viscozometrică prin duza de 8 mm a 20°C	Calitatea produsului	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. NTR 3913-76 Nu se poate utiliza
			3.3 Componenta înțărîtor	Calitatea produsului	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. NTR 3913-76 Nu se poate utiliza
			5.3.1 Aspect	Calitatea produsului	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. NTR 3913-76 Nu se poate utiliza
			3.3.2 Culoare	Calitatea produsului	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. NTR 3913-76 Nu se poate utiliza
			3.3.3 Vâscozitate (conf. STAS 2096-80) determinată cu cupa viscozometrică prin duza de 8 mm a 20°C	Calitatea produsului	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. NTR 3913-76 Nu se poate utiliza
			3.4 Produs finit (amestecul celor două componente)	Calitatea produsului	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. pct. 3.4.1 și 3.4.3

A4		Mastic bituminos		Confirmarea calității	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. NTR 3913-76 Nu se poate utiliza
A5		Pasă din sărmă		Confirmarea calității	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. NTR 3913-76 Nu se poate utiliza
B1	Înainte de Utilizarea la stație	Ciment Agregate Apă		Confirmarea calității	La fiecare lot aprovisionat	C NC	Se verifică conf. NTR 3913-76 Nu se poate utiliza
				Conform normativului C 22-92			
B2		Residur R	Produs finit (amestecul celor două componente CE+CI)	Constatarea gradității calității de către producător	La fiecare lot aprovisionat	C NC	- se dă în cursul . se refuză lotul
			a) Greutatea specifică (se verifică conf. NTR 3912-82)	Confirmarea calității	La fiecare recipient ce se va utiliza	C NC	Se poate utiliza Nu se poate utiliza
C	La stația de betonare	Beton proaspăt Beton întărit		1. Conform normativului C 22-92			
				2. "Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton armat și beton precomprimat"			
D	La locul de punere în operă	Betonul întărit	Verificare de calitate pentru determinarea: - rezistenței la compresie - rezistenței la îndoire prin despicare	Verificarea caracteristicilor betonului pus în operă conf. cap. 2 din Instrucțiuni	2 probe la 20 m lungime de bandă		Se prelucrează și se interpretează conf. anexei 8 și cap. 11 din normativul C 22-97
				1. Conform normativului C 22-92 2. "Cod de practică pentru utilizarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat".			

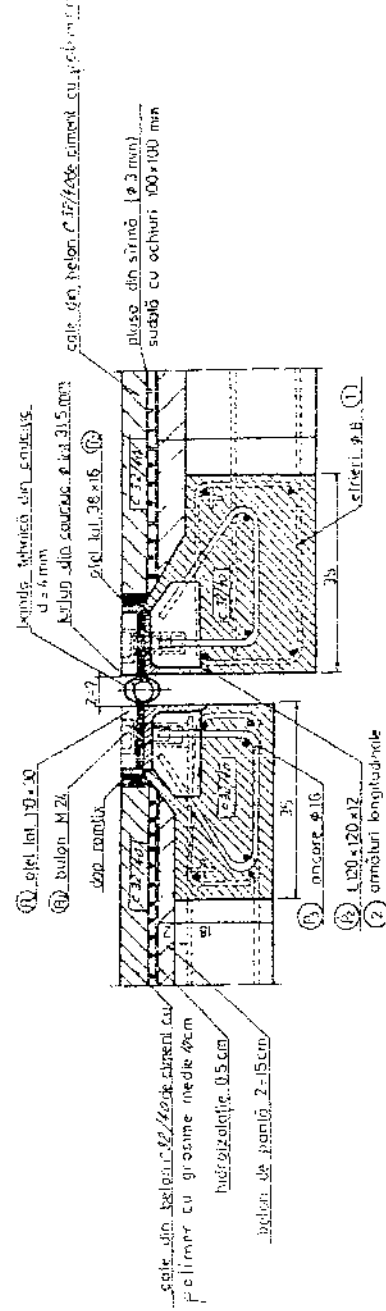
Detalii rost tip „E” cu banda elastică B 50



Îmbărcămintea căii pe pod realizată din beton de ciment cu polimer

Rost tip „E” cu banda elastică B 50

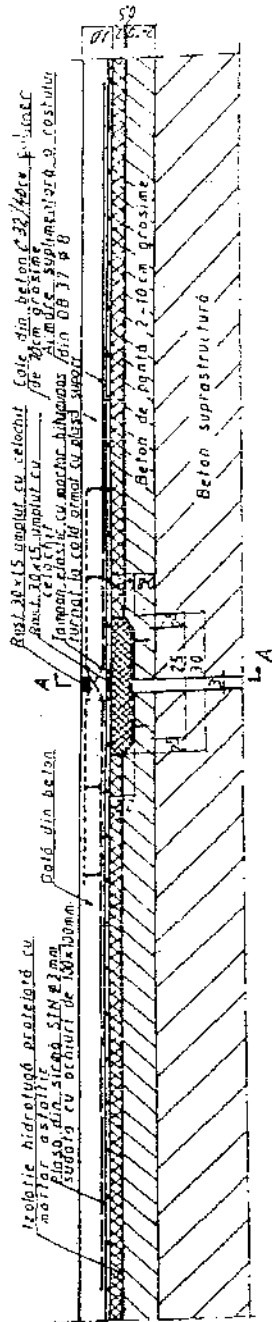
Rost cale la pilă



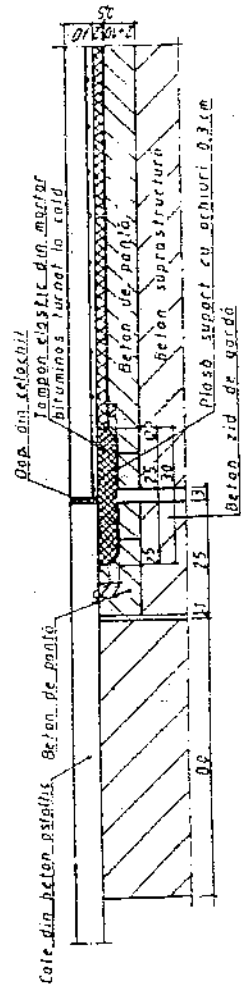
Îmbărcămintea căii pe pod realizată din beton de ciment cu polimer

Secțiuni longitudinale prin:

A - Rost pe pilă

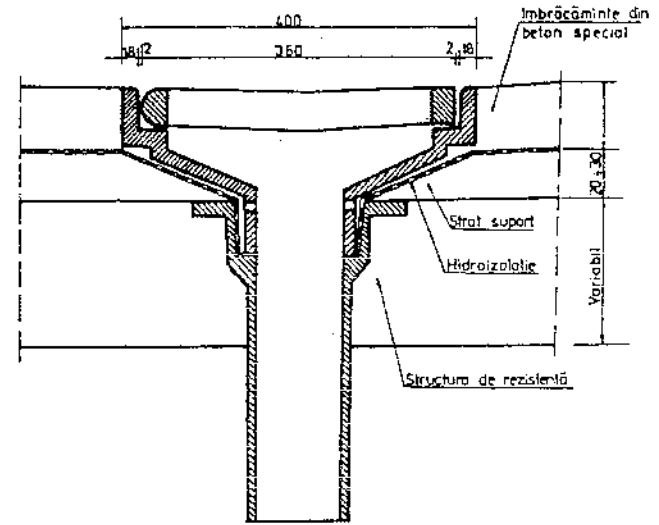


B - Rost pe culee

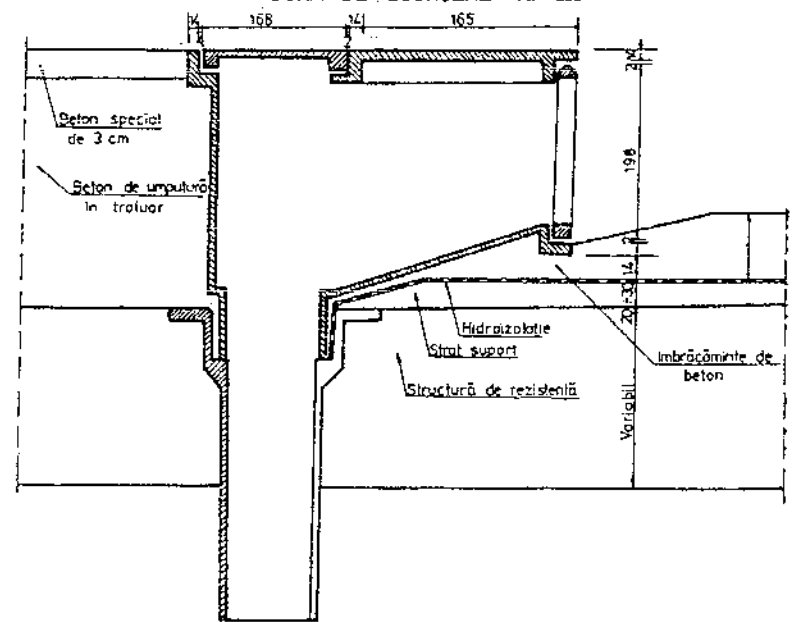


Rost la suprastructura cu îmbrăcăminte căii confinuzată

Detalii - guri de scurgere
Gura de scurgere tip II

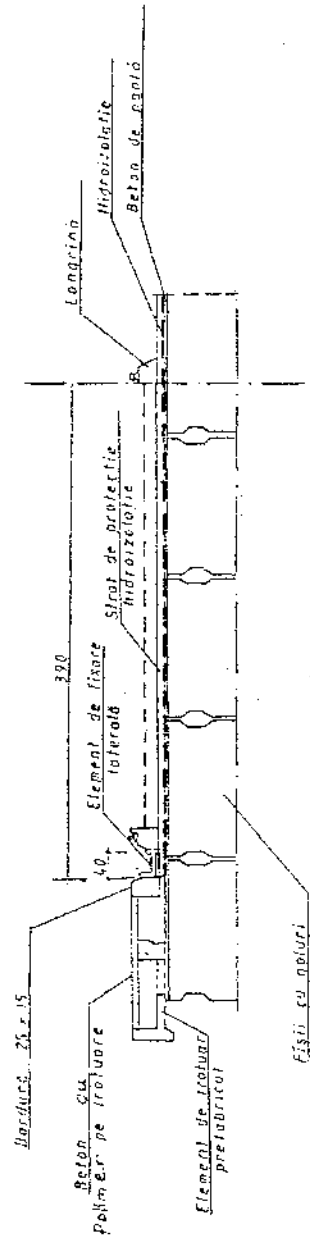


GURA DE SCURGERE TIP III

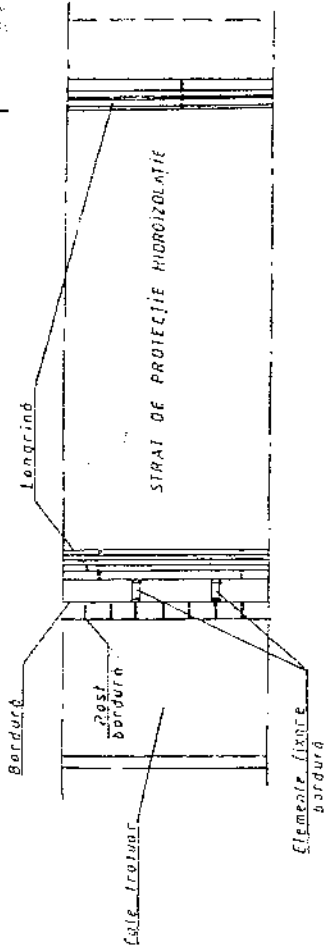


Detalii de amplasare și fixare a lungriinelor

Secțiune



Vedere în plan



Element de fixare lungrine executat din platbandă de 10 mm grosime sudată la 90°



Prinderea elementelor de fixare se realizează la rosturile dintre borduri cu ajutorul cuielor de ϕ 5 mm și de lungime cu șuruburi ϕ 10 mm cu piuliță

Îmbrăcămintea căii pe pod realizată din beton de ciment cu polimer

MINISTERUL LUCRĂRILOR PUBLICE, TRANSPORTURILOR ȘI LOCUINȚEI ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR

B-dul Dinicu Golescu, 38, 77113 București, sector 1
Tel.: 0-040-21-212.62.01; Fax: 0-040-21-312.09.84

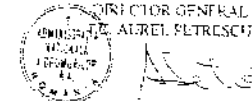
DECIZIA DIRECTORULUI GENERAL AL A.N.D.

nr. 240
din 27 iunie 2002

În conformitate cu regulamentul de organizare al Administrației Naționale a Drumurilor, stabilit prin Hotărârea de Guvern nr. 1275/1990, modificată și completată prin Hotărârile de Guvern nr. 24/1994, 276/1994, 250/1997 și 612/1998, și în baza Ordinului Ministrului Lucrărilor Publice, Transporturilor și Locuinței nr. 481/30.01.2002, ec. Aurel Petrescu - Director General al Administrației Naționale a Drumurilor - RA, emite următoarea:

DECIZIE

- Art. 1.** Se aprobă „Normativul pentru protecția anticorozivă a elementelor din beton ale suprastructurilor podurilor expuse factorilor climatici, noxelor și acțiunii fondanților chimici utilizați pe timp de iarnă”, ind. CD 139-2002.
- Art. 2.** De la data emiterii prezentei decizii își încetează aplicabilitatea prevederile „Instrucțiunilor tehnice departamentale privind protecția anticorozivă a elementelor din beton ale suprastructurilor podurilor expuse factorilor climatici, noxelor și acțiunii fondanților chimici utilizați pe timp de iarnă”, ind. CD 139-82.
- Art. 3.** Aducerea la îndeplinire a prezentei Decizii revine DRDP 1-7 și unităților de administrare a drumurilor județene și locale.



ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR

NORMATIV

PENTRU PROTECȚIA ANTICOROZIVĂ A ELEMENTELOR DIN BETON ALE SUPRASTRUCTURII PODURILOR EXPUSE FACTORILOR CLIMATICI, NOXELOR ȘI ACȚIUNII FONDANȚILOR CHIMICI UTILIZAȚI PE TIMP DE IARNĂ

Indicativ CD 139-2002

Elaborat de: S.C. BETARMEX S.R.L.

Foaie de semnături

Director:	Prof. dr. ing. Florian BURTESCU
Șef de lucrare:	Prof. dr. ing. Florian BURTESCU
Colectiv de elaborare:	Prof. dr. ing. Radu Petre IONEL
	ing. Gheorghe TUDORIE
	ing. Cristian VÎLCU
	ing. Roxana GAMA
	ing. Mihai NICOLAE

CUPRINS

Capitolul I. Prevederi generale	46
Capitolul II. Condiții tehnice	48
Secțiunea 1. Condiții tehnice generale	48
Secțiunea a 2-a. Elementele geometrice	48
Secțiunea a 3-a. Caracteristicile betonului	49
Capitolul III. Tipuri de coroziune	50
Capitolul IV. Tipuri de agenți agresivi și efectul acțiunii acestora	50
Capitolul V. Stabilirea gradului de agresivitate	54
Capitolul VI. Categoriile de degradări și măsuri de intervenție	58
Capitolul VII. Pregătirea suprafețelor elementelor suprastructurii în vederea aplicării sistemelor de protecție	60
Capitolul VIII. Sisteme de protecție anticorozivă	64
Capitolul IX. Controlul și verificarea lucrărilor de protecție anticorozivă	66
Capitolul X. Urmărirea și întreținerea lucrărilor de protecție anticorozivă	67

**NORMATIV PENTRU PROTECȚIA ANTICOROZIVĂ
A ELEMENTELOR DIN BETON ALE SUPRASTRUCTURII
PODURILOR EXPUSE FACTORILOR CLIMATICI,
NOXELOR ȘI ACȚIUNII FONDANȚILOR CHIMICI
UTILIZAȚI PE TIMP DE IARNĂ**

INDICATIV
CD 139-2002

**CAPITOLUL I
PREVEDERI GENERALE**

Art. 1. - Prezentul normativ cuprinde prevederile generale pentru protecția elementelor din beton, beton armat și beton precomprimat ale podurilor și pasajelor superioare de șosea, la acțiunea factorilor climatici, a noxelor și materialelor chimice (NaCl, CaCl₂) utilizate la întreținerea drumurilor pe timpul iernii.

Art. 2. - Măsurile de protecție stabilite în cadrul acestui Normativ se referă atât la podurile aflate în exploatare, cât și la podurile în execuție.

Art. 3. Normativul nu se referă la :

- a) Podurile care sunt amplasate în medii de exploatare din industria acidului sulfuric și de superfosfați; acestea fac obiectul „Instrucțiunilor tehnice pentru protecția elementelor din beton armat sau precomprimat, situate în medii aeriene din industria acidului sulfuric și de superfosfați, dar și produse clorosodice” indicativ C 170.
- b) Podurile care nu au o etansare corespunzătoare la acțiunea apelor rezultate din precipitații și anume:
- hidroizolații lipsă sau degradate;
 - dispozitive de acoperire a rosturilor neetanșe;
 - guri de scurgere necorespunzătoare.
- c) Podurile și pasajele afectate de coroziune ce prezintă degradări aparente de tipul:
- beton exfoliat cu sau fără armatură aparentă;
 - beton friabil;
 - beton corodat;
 - fisuri și crăpaturi;
 - infiltrații de-a lungul armăturii pretensionate;
 - pete de rugină pe traseul armăturilor;

Elaborat de:
S.C. BETARMEX S.R.L.

Aprobat de:
ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR,
cu avizul nr. 93/1404/18.06.2002

- beton segregat;
- deformații mari ale elementelor;
- coroziunea armăturii;
- cuiburi de pietriș, caverne;
- beton falțat;
- cumulara la un element a mai multor tipuri de degradări.

Degradările menționate sunt identificate și clasificate conform „Manualului pentru identificarea defectelor aparente la podurile rutiere și indicarea metodelor de remediere”, ind. AND 534-98.

Art. 4. - Este interzisă aplicarea protecțiilor anticorozive la podurile cu degradările aparente menționate la art. 3.

Art. 5. - Înainte de realizarea protecției anticorozive se va proceda la expertizarea podului și la repararea acestuia.

Art. 6. - Prevederile prezentului Normativ vor fi adaptate și completate prin reglementări specifice, caiete de sarcini sau proiecte în următoarele cazuri:

- utilizarea unor materiale cu caracteristici tehnice și tehnologii de aplicare specifice;
- poduri cu condiții speciale de exploatare.

Art. 7. - Protecția anticorozivă a podurilor de șosea are ca scop eliminarea excesului apei, a noxelor și soluțiilor de sare la elementele de construcție din beton, beton armat sau precomprimat.

Art. 8. - Alegerea sistemului de protecție anticorozivă se face în funcție de agresivitatea mediului de exploatare.

Art. 9. - Protecția anticorozivă se face pe baza unui proiect și/sau caiet de sarcini întocmit de firme sau specialiști atestați în acest gen de lucrări.

Art. 10. - Executarea lucrărilor de protecție anticorozivă va fi încredințată numai agenților economici atestați care pot asigura nivelul de calitate corespunzător proiectelor sau caietelor de sarcini întocmite în acest scop.

Art. 11. - Materialele sau procedeele utilizate la protecția anticorozivă a podurilor, pasajelor și viaductelor rutiere trebuie să fie agrementate conform prevederilor „Regulamentului privind agrementul tehnic pentru poduri, procedee și echipamente noi în construcții (H.G.R. nr. 766/1997).

Art. 12. - Investitorii au obligația să verifice executarea corectă a tuturor fazelor distincte a lucrărilor (repararea elementelor, pregătirea suprafeței, aplicarea sistemului de protecție) prin diriginți de șantier sau firme de consultanță specializate.

Art. 13. - Protecția anticorozivă care face obiectul prezentului Normativ constă în aplicarea, pe fețele văzute ale elementelor din beton, beton armat sau beton precomprimat ale suprastructurii podurilor, a unei sau mai multor pelicule, care să reziste la acțiunea mediului coroziv de exploatare.

Art. 14. - Aplicarea pe suprafața elementelor de construcție a mai multor straturi din materiale de protecție constituie un sistem de protecție.

Art. 15. - Stabilirea sistemelor de protecție anticorozivă a podurilor de șosea se va face ținând seama în principal de:

- agresivitatea mediului de exploatare;
- stabilirea tipurilor de degradări produse de acțiunea factorilor externi (agenți agresivi, factori climatici, trafic, etc.);
- gradul în care sunt afectate elementele de construcție;
- caracteristicile materialelor de protecție anticorozivă.

CAPITOLUL II CONDIȚII TEHNICE

Secțiunea 1

Condiții tehnice generale

Art. 16. - Protecția anticorozivă a elementelor de construcție a podurilor din beton armat sau beton precomprimat se face atât în cazul podurilor noi, cât și în cazul podurilor aflate în exploatare.

Art. 17. - În cazul podurilor aflate în exploatare se va ține seama de următoarele:

- prezența defectelor și degradărilor aparente și indicii de gravitate a acestora;
- cauzele care au declanșat și întreținut procesele de coroziune și degradare;
- soluțiile tehnice, materialele și tehnologiile alese pentru remedierea defectelor și degradărilor aparente;
- alegerea sistemelor de protecție corespunzătoare agresivității mediului și a solicitărilor produse de trafic.

Art. 18. - Protecția anticorozivă a podurilor se realizează numai pe baza unui proiect și/sau caiet de sarcini întocmit de firme sau specialiști atestați în acest gen de lucrări.

Art. 19. - Investigarea și diagnosticarea stării elementelor de construcție ce urmează a fi protejate anticoroziv se vor realiza în cadrul expertizei tehnice a podului și vor preceda elaborarea proiectului și/sau a caietului de sarcini.

Secțiunea a 2-a

Elementele geometrice

Art. 20. - Suprafața elementelor de construcție a podurilor ce urmează a fi protejate va avea caracteristicile conform prevederilor STAS 1910-68.

Secțiunea a 3-a

Caracteristicile betonului

Art. 21. - Protecția anticorozivă a elementelor din beton armat sau beton precomprimat se va face numai în cazul în care betonul îndeplinește următoarele caracteristici:

- rezistența la compresiune mai mare de 20,0 N/mm²;
- PH > 8,5 la nivelul armăturii de rezistență;
- conținutul de cloruri < 4,0% față de ciment;
- rezistivitatea betonului;
- rezistența la smulgere > 1,5 N/mm²;

Art. 22. - Betonul de ciment al suprafeței ce urmează a fi protejată trebuie să aibă clasa minim C 12/15 conform NE 012-99.

Art. 23. - Rezistența la smulgere a betonului trebuie să fie de minimum 1,5 N/mm².

Art. 24. - Rezistența la smulgerea se determină conform prevederilor normativului C236-1991.

Art. 25. - Metoda de determinare a rezistenței la compresiune prin smulgerea unor ancore introduse în beton se aplică numai în cazurile în care există o concordanță între calitatea betonului de suprafață (4-5 cm) și calitatea betonului de profunzime. În acest caz degradările nu sunt dezvoltate în profunzimea elementului de construcție al podului ce urmează a fi protejat.

Art. 26. - În situația în care elementul din beton ce urmează a fi protejat este afectat de procesul de coroziune - degradare, prezentând degradări de tipul: carbonatarea betonului, beton friabil, beton și armatură corodate, beton exfoliat, fisuri și crăpături, beton falanțat, beton segregat, se vor efectua determinări asupra rezistenței la compresiune a betonului pe carote.

Art. 27. - Determinările rezistenței la compresiune a betonului pe carote se vor face conform prevederilor „Instrucțiunilor tehnice pentru încercarea betonului” cu ajutorul carotelor (indicativ C 54-81).

Art. 28. - Metodele de investigare și determinare a caracteristicilor menționate se vor stabili de către elaboratorul proiectului și/sau a caietului de sarcini întocmit pentru protecția anticorozivă.

Art. 29. - Având în vedere importanța deosebită a determinărilor caracteristicilor menționate, este obligatorie realizarea acestora de către laboratoare sau firme atestate.

CAPITOLUL III TIPURI DE COROZIUNE

Art. 30. - Degradarea betonului armat sau precomprimat prin coroziune sub acțiunea agenților agresivi este întreținută și uneori amplificată de acțiunea factorilor fizici (îngheț-dezghet, variații de temperatură și umiditate etc.).

Art. 31. - Elementele de construcție din beton armat sau beton precomprimat la podurile de sosea prezintă degradări de tipul:

- a) coroziunea betonului;
- b) coroziunea armăturii;
- c) coroziunea betonului și armăturii.

Art. 32. - Coroziunea betonului este de regulă produsă de agenți agresivi, sub formă gazoasă sau lichidă și constă în interacțiunea chimică între constituenții mediului agresiv și cel al pietrei de ciment, având ca rezultat final dezalcalinizarea (scăderea PH-ului sub 8,5) ce poate produce dezagregarea prin distrugerea pietrei de ciment.

Art. 33. - Coroziunea betonului prin cristalizare este produsă de soluțiile concentrate, pătrunderea acestora în beton prin permeabilitate sau ascensiune capilară și cristalizarea sărurilor în porii betonului, cu mărire de volum având ca rezultat distrugerea betonului.

Art. 34. - Coroziunea alcalină, produsă de soluțiile cu caracter alcalin, prin reacția de schimb de ioni și prin cristalizarea carbonaților cu mărire de volum, având ca efect final distrugerea pietrei de ciment.

Art. 35. - Coroziunea armăturii este produsă prin acțiunea agenților agresivi în situația în care betonul are un caracter acid ($\text{PH} < 8,5$) și permeabilitate ridicată.

Art. 36. - În medii acide coroziunea armăturii începe după dezalcalinizarea completă a stratului de acoperire cu beton sau după degradarea completă a acestuia și dezgolirea armăturii.

Art. 37. - În medii alcaline coroziunea armăturii este produsă de concentrații ridicate, la temperaturi mari și în prezența CO_2 .

CAPITOLUL IV TIPURI DE AGENȚI AGRESIVI ȘI EFECTUL ACȚIUNII ACESTORA

Art. 38. - Prin mediul agresiv se înțelege mediul exterior. Sub acțiunea acestuia are loc coroziunea betonului și a armăturii, producând astfel degradarea elementelor de construcție.

Art. 39. - Coroziunea betonului se manifestă printr-un proces complex de deteriorare însoțit de reducerea rezistențelor mecanice și de creștere a permeabilității ca rezultat al unor procese fizico-chimice.

Art. 40. - Coroziunea armăturii este rezultatul unor procese chimice sau electrochimice dezvoltate de la suprafața armăturii spre interiorul acesteia, sub acțiunea oxigenului, a umidității și a agenților agresivi, uneori asociate cu existența unui câmp electric.

Art. 41. - Degradările aparente care apar în urma coroziunii betonului și a armăturii sunt:

- a) eflorescențe, stalactite, draperii depuse pe suprafața elementelor de construcție;
- b) beton friabil;
- c) beton exfoliat;
- d) fisuri și/sau crăpături;
- e) armături fără strat de acoperire;
- f) pete de rugină, uneori acestea urmăresc traseul armăturii.

Definiția și modul de manifestare a acestora este în conformitate cu prevederile „Manualului pentru identificarea defectelor aparente la podurile rutiere și indicarea metodelor de remediere”, ind. AND 534-98.

Art. 42. - Carbonatarea betonului este determinată de pătrunderea bioxidului de carbon de la suprafață spre interiorul elementului de construcție, căruia îi modifică structura și proprietățile, micșorând PH-ul acestuia sub 8,5. Degradarea nu este vizibilă, dar poate fi pusă în evidență prin determinări specifice.

Art. 43. - Carbonatarea betonului în prezența apei produce în timp degradarea elementului de construcție prin coroziunea betonului și a armăturii.

Art. 44. - Factorii principali ai mediului care acționează asupra elementelor de construcție a podurilor rutiere și produc degradările menționate la cap. III sunt:

- a) natura coeficientului agresiv;
- b) concentrația mediului în agenții agresivi;
- c) umiditatea relativă a atmosferei și gradul de solubilitate a gazelor;
- d) concentrația soluțiilor de săruri cum sunt cele de tipul NaCl utilizate pe timp de iarnă;
- e) higroscopicitatea și solubilitatea pentru medii solide (praf, fum);
- f) factorii climatici (temperatură, insolare, vânt, precipitații, îngheț-dezghet etc.).

Intensitatea acțiunii corozive a mediului este influențată și de variația în timp a factorilor menționați (permanent sau accidental).

Art. 45. - Prin „agenți agresivi” se înțeleg substanțele chimice ce apar în contact cu piatra de ciment și reacționează chimic cu aceasta, producând degradarea acesteia.

Art. 46. - Starea fizică a „agenților agresivi” care pot fi întâlniți în cazul suprastructurii podurilor sau pasajelor rutiere se prezintă sub formă de (STAS 10128-75):

- a) gaze (gaze de diferite tipuri, ceață industrială etc.);
- b) lichide (soluții acide sau alcaline, apa din precipitații cu sau fără agenți agresivi în compoziție, soluții de NaCl);
- c) solide (săruri, cenuși, praf, fum etc.).

Art. 47. - În funcție de natura și concentrația gazelor agresive acestea sunt clasificate în grupele A, B și C (tabelul 1).

Tabelul 1

Nr. crt.	Grupa	Denumirea gazului	Formula	Concentrația (mg/m)
n	1	2	3	4
1	A	Dioxid de sulf	SO ₂	<0,02
		Acid fluorhidric	HF	<0,01
		Oxizi de azot	NO, NO ₂	<0,05
		Clor gazos	Cl ₂	<0,03
		Hidrogen sulfurat	H ₂ S	<0,01
		Acid clorhidric	HCl	< 0,015
		Amoniac	NH ₃	<0,50
2	B	Dioxid de sulf	SO ₂	0,02-0,01
		Acid fluorhidric	HF	0,01-0,05
		Oxizi de azot	NO, NO ₂	0,05-0,25
		Hidrogen sulfurat	H ₂ S	0,01-0,5
		Acid clorhidric	HCl	0,015-0,5
		Clor gazos	Cl ₂	0,03-0,5
		Amoniac	NH ₃	0,050-1,5
3	C	Dioxid de sulf	SO ₂	0,1-0,5
		Oxizi de azot	NO, NO ₂	0,25-1,25
		Acid clorhidric	HCl	0,51-5,0
		Clor gazos	Cl ₂	0,51-2,0
		Hidrogen sulfurat	H ₂ S	0,51-10,0

Art. 48. - Agenții agresivi în stare lichidă care acționează asupra suprastructurii podurilor și pasajelor rutiere sunt următorii:

- a) soluțiile de săruri, în special de NaCl;
- b) apele poluate traversate de poduri (acțiunea acestora este evidențiată prin degradări produse la infrastructura și intradosul suprastructurilor);
- c) apele din precipitații (ploi, zăpadă).

Art. 49. - Agenții agresivi în stare solidă sunt de regulă substanțe chimice pulverulente, uneori cu conținut de săruri, higroscopice, care în prezența umidității aerului acționează asupra betonului și armăturii. Agresivitatea acestora în funcție de tipul substanțelor și caracteristica acestora este prezentată în tabelul 2.

Tabelul 2

Denumirea substanței agresive	Caracteristica
Praf de siliciu Carbonat de calciu Carbonat de bariu Carbonat de plumb Oxid de fier Hidroxid de fier Oxid de aluminiu Hidroxid de aluminiu	slab solubil
Clorura de sodiu* Clorura de potasiu* Clorura de amoniu* Sulfat de sodiu* Sulfat de potasiu* Sulfat de amoniu* Sulfat de calciu Azotat de potasiu* Azotat de bariu Azotat de plumb Azotat de magneziu Carbonat de sodiu Carbonat de potasiu Hidroxid de calciu Hidroxid de magneziu Hidroxid de bariu	ușor solubil - puțin higroscopic
Fluorura de calciu Clorura de calciu Fluorura de magneziu* Fluorura de aluminiu* Fluorura de zinc* Fluorura de fier* Sulfat de magneziu* Sulfat de mangan Sulfat de zinc Sulfat de fier Azotat de amoniu* Fosfați primari Fosfat secundar de sodiu Hidroxid de sodiu Hidroxid de potasiu	ușor solubil - puțin higroscopic

Notă: *Solide cu agresivitate mare. Determinarea pulberilor în suspensie se face conform STAS 10813-76.

CAPITOLUL V

STABILIREA GRADULUI DE AGRESIVITATE

Art. 50. - Agresivitatea mediilor de exploatare a podurilor rutiere se clasifică astfel:

- a) agresivitate foarte slabă sau neagresive;
- b) agresivitate slabă;
- c) agresivitate puternică.

Art. 51. - Factorii care determină gradul de agresivitate sunt următorii:

- a) tipul de agenți agresivi și starea acestora;
- b) umiditatea relativă a aerului;
- c) factori climatici;
- d) gradul de impermeabilitate a betonului;
- e) tipul mediului din zona podului.

Art. 52. - În funcție de totalitatea factorilor climatici (caracteristicile climatice) care concurează la coroziunea și degradarea elementelor suprastructurii podurilor. Se disting patru zone climatice:

- a) zona I - clima continental moderată;
- b) zona II - clima continentală;
- c) zona III - clima de litoral marin;
- d) zona IV - clima de munte.

Art. 53. - Clasificarea gradului de agresivitate în funcție de tipul agenților agresivi, starea acestora, umiditatea relativă a aerului (Ur) și zona climatică în care este amplasat podul se stabilește conform tabelului 3.

Art. 54. - În cazul prezentei mai multor gaze agresive din grupe diferite, gradul de agresivitate se stabilește pentru gazul cel mai agresiv, cu concentrația cea mai ridicată.

Art. 55. - În cazul în care concentrațiile de gaze sunt mai mari decât cele prezentate în tabel la grupa C, iar umiditatea aerului (Ur) este mai mică decât 60%, pentru zonele climatice I, II și III agresivitatea se consideră puternică.

Art. 56. - Clasificarea agresivității mediului de exploatare a podurilor în funcție de prezenta agenților agresivi în stare lichidă se face conform tabelului 4.

Art. 57. - Prezența în mediul de exploatare a agenților agresivi în stare solidă și umiditate relativă a aerului (Ur) determină o agresivitate conform celor prezentate în tabelul 5.

Art. 58. - Solubilitatea substanțelor coezive este prezentată în tabelul nr. 6.

Art. 59. - Agresivitatea mediului de exploatare este amplificată sau redusă în funcție de gradul de impermeabilitate a betonului.

Tabelul 3

Nr. crt.	Gradul de agresivitate	Umiditatea relativă a aerului (Ur)%	Caracteristica gazelor agresive	Zona climatică	
1	Agresivitate foarte slabă sau mediu neagresiv	61-75	Aer fără gaze agresive	I	
		< 60	Gaze agresive din gr. A	II	
2	Agresivitate slabă	>75	Aer fără gaze agresive	II	
			Gaze agresive din gr. A	II	
		< 60	Gaze agresive din gr. B	II	
			61-75	Gaze agresive din gr. A	II
			> 75	Aer fără gaze agresive	II
3	Agresivitate medie	< 60	Gaze agresive din gr. B	IV	
			Gaze agresive din gr. C	III	
		61-75	Gaze agresive din gr. A	IV	
			Gaze agresive din gr. B	III	
			Gaze agresive din gr. C	II	
		> 75	Aer fără gaze agresive	IV	
			Gaze agresive din gr. A	III	
			Gaze agresive din gr. B	II	
			Gaze agresive din gr. C	I	
4	Agresivitate puternică	< 60	Gaze agresive din gr. C	IV	
			Gaze agresive din gr. B	IV	
		61-75	Gaze agresive din gr. C	III	
			Gaze agresive din gr. A	IV	
		> 75	Gaze agresive din gr. B	III	
			Gaze agresive din gr. C	II	

Art. 60. - Clasificarea agresivității mediului ținând seama de gradul de impermeabilitate a betonului este prezentată în tabelul 7.

Art. 61. - (1) Felul mediului (rural, urban, etc.) are o importanță deosebită în declanșarea și întreținerea proceselor de coroziune - degradare a podurilor, clasificarea agresivității acestuia din acest punct de vedere este prezentată în tabelul 8.

(2) Felul mediului este luat în considerare până la distanța de circa 30 km față de sursă.

Art. 62. - Gradul de agresivitate a mediului se apreciază în funcție de factorii prezentați la punctul 5.2, luându-se în considerare agresivitatea cea mai ridicată.

Art. 63. - Stabilirea calitativă și cantitativă a agenților agresivi pe baza datelor obținute de pe teren și a determinărilor de laborator, se face numai de către specialiști și/sau firme atestate.

Tabelul 4

Nr. crt.	Gradul de agresivitate	Caracteristica factorilor agresivi	Zona climatică
1	Agresivitate foarte slabă sau mediu neagresiv	- prezența apelor din precipitații	I
2	Agresivitate slabă	- prezența factorilor agresivi în apele traversate de pod - prezența apelor din precipitații	I II
3	Agresivitate medie	- prezența apelor din precipitații - prezența factorilor agresivi în apele traversate - prezența factorilor agresivi de tipul sărurilor de dezgheț în apele de la suprafața căii podului	III IV II
4	Agresivitate puternică	- prezența factorilor agresivi de tipul sărurilor de dezgheț în apele de la suprafața căii podului - prezența apelor din precipitații	III IV

Tabelul 5

Nr. crt.	Gradul de agresivitate	Umiditatea relativă a aerului (Ur), %	Caracteristica solidului
1	Agresivitate foarte slabă sau mediu neagresiv	<60	slab solubil
2	Agresivitate slabă	61-75	slab solubil
		<60	ușor solubil - puțin higroscopic
3	Agresivitate medie	61-75	ușor solubil - puțin higroscopic
		>75	slab solubil
		<60	ușor solubil - puțin higroscopic
4	Agresivitate puternică	>75	ușor solubil - puțin higroscopic
		61-75	ușor solubil - puțin higroscopic

Art. 64. - Pentru elementele din beton ale suprastructurii podurilor care vin în contact direct cu soluțiile de săruri utilizate pentru întreținerea drumurilor pe timpul iernii se consideră un grad de agresivitate puternic.

Art. 65. - În cazul prezenței în atmosferă a unor agenți agresivi în stare solidă, insolubili (solubilitate sub 2 g/l) la o umiditate relativă a aerului egală sau mai mică de 60% se consideră un mediu cu agresivitate slabă.

Tabelul 6

Denumirea substanței agresive	Caracteristica
Praf de siliciu Carbonat de calciu Carbonat de bariu Carbonat de plumb Oxid de fier Hidroxid de fier Oxid de aluminiu Hidroxid de aluminiu	slab solubil
Clorură de sodiu* Clorură de potasiu* Clorură de amoniu* Sulfat de sodiu* Sulfat de potasiu* Sulfat de amoniu* Sulfat de calciu Azotat de potasiu* Azotat de bariu Azotat de plumb Azotat de magneziu Carbonat de sodiu Carbonat de potasiu Hidroxid de calciu Hidroxid de magneziu Hidroxid de bariu	ușor solubil - puțin higroscopic
Florură de calciu Clorură de calciu Florură de magneziu* Florură de aluminiu* Florură de zinc* Florură de fier* Sulfat de magneziu* Sulfat de mangan Sulfat de zinc Sulfat de fier Azotat de amoniu* Fosfați primari Fosfat secundar de sodiu Hidroxid de sodiu Hidroxid de potasiu	ușor solubil - puțin higroscopic

* Substanțe solide cu agresivitate mare.

Tabelul 7

Nr. crt.	Clasa de agresivitate	Valoarea gradului de impermeabilitate
1	Agresivitatea foarte slabă sau mediu neagresiv	>P6
2	Agresivitate slabă	P4-P6
3	Agresivitate medie	P2-P4
4	Agresivitate puternică	<P2

Art. 66. - Depunerile pe elementele de construcție ale suprastructurii podurilor de săruri sau agenți agresivi în stare solidă, pulverulente solubile și higroscopice (solubilitate peste 2 g/l) determină încadrarea mediului de exploatare la un grad de agresivitate puternic.

Art. 67. - În cazul în care temperaturile predominante ale mediului depășesc +30°C, gradul de agresivitate se va considera superior cu o treaptă celui stabilit.

CAPITOLUL VI

CATEGORII DE DEGRADĂRI ȘI MĂSURI DE INTERVENȚIE

Art. 68. - Agresivitatea mediului, acțiunea traficului, comportarea în timp a materialelor principale (beton, armatură) din care sunt executate podurile din beton armat sau beton precomprimat, factorii climatici și secțiunea sărurilor de dezgheț produc o serie de degradări al căror indice de gravitate poate fi clasificat conform tabelului 9.

Tabelul 9

Nr.	Gravitatea degradărilor	Consecințe asupra exploatării podului
1	Degradări de natură estetică.	<ul style="list-style-type: none"> Nu au influență asupra exploatării podului în condiții normale.
2	Degradări care au o evoluție normală.	<ul style="list-style-type: none"> Influența asupra exploatării este redusă. Tipul de degradări existente și dezvoltarea acestora caracterizează "starea de atenție"
3	Degradări care indică o evoluție necorespunzătoare.	<ul style="list-style-type: none"> Pot avea consecințe asupra exploatării podului. Evoluția degradărilor existente este caracterizată prin „starea de avertizare”.
4	Evoluția degradărilor a determinat o comportare complet diferită a podului față de situația inițială.	<ul style="list-style-type: none"> Starea tehnică a podului nu prezintă garanție pentru exploatarea în continuare și determină instituirea „starea de alarmare”.
5	Degradările existente sunt numeroase, de gravitate ridicată.	<ul style="list-style-type: none"> Starea tehnică indică distrugerea iminentă a podului. Necesită intervenții imediate.

Tabelul 8

Nr. crt.	Clasa de agresivitate	Felul mediului
1	Neagresiv	rural
2	Slab agresiv	urban
3	Agresiv mediu	industrial
4	Agresiv puternică	chimic

Art. 69. - Efectul coroziunii, produs de mediile de exploatare asupra capacității portante a elementelor de construcție poate să determine alături de ceilalți factori (trafic, factori climatici, săruri de dezgheț, etc.). următoarele situații:

- reducerea nesemnificativă a secțiunii betonului;
- reducerea secțiunii de beton și a capacității portante a elementului de construcție;
- reducerea similară a capacității / secțiunii betonului și a armăturii.

Art. 70. - Investigarea stării de degradare a elementelor de construcție a podurilor aflate în exploatare se face prin :

- examinare vizuală și măsurări ale elementelor geometrice;
- metode nedistructive (acustice, mecanice, electrice sau electromagnetice, atomice etc.);
- metode distructive, care să nu afecteze durabilitatea și siguranța în exploatare (prelevări de carote).

Art. 71. - Dimensiunile geometrice reale ale elementelor și modificările produse sub acțiunea mediului agresiv se măsoară cu dispozitive de uz curent (riglă, ruletă, șubler etc.).

Art. 72. - Metodele nedistructive se folosesc de regulă pentru controlul caracteristicilor fizico-mecanice (densitate, rezistență, modul de elasticitate), pentru poziționarea armăturii și a grosimii stratului din beton de acoperire a acestuia, precum și pentru depistarea unor defecte ascunse.

Art. 73. - Metode distructive, care constau din spargerea locală a betonului și/sau prelevări de carote, sunt folosite pentru determinarea rezistenței reale a betonului, verificarea stării armăturii și a grosimii betonului de acoperire, a conținutului de cloruri și a adâncimii de carbonatare (pH < 8,5), precum și a determinărilor de laborator pentru stabilirea calitativă a anionilor și cationilor agresivi.

Art. 74. - Prin examinare vizuală se determină tipul degradării și indicele de gravitate al acesteia conform prevederilor „Manualului pentru identificarea defectelor aparente la podurile rutiere și indicarea metodelor de remediere”, ind. AND 534 și a „Instrucțiunilor de stabilire a stării tehnice a unui pod”, ind. AND 522.

Art. 75. - Apreciere gradului de coroziune a armăturii se determină conform prevederilor STAS 9684/82, iar încercările efectuate pe esantioane prelevate din elementul investigat conform STAS 6605/78.

Art. 76. - Stabilirea măsurilor de intervenție se fac pe baza rezultatelor obținute în urma investigațiilor efectuate asupra podului sau elementelor afectate de coroziune, întocmindu-se în acest scop proiectul de reparație sau reabilitare.

Art. 77. - Proiectul de reparație sau de reabilitare se va întocmi de specialiști sau firme atestate.

Art. 78. - Măsurile de intervenție se vor stabili și în funcție de starea tehnică a podului, de tipul și gravitatea degradărilor. În tabelul 10 sunt prezentate măsurile de intervenție recomandate.

CAPITOLUL VII PREGĂTIREA SUPRAFEȚELOR ELEMENTELOR SUPRASTRUCTURII ÎN VEDEREA APLICĂRII SISTEMELOR DE PROTECȚIE

Art. 79. - Elementele suprastructurii podurilor care urmează a fi protejate vor fi curățate de impurități (pământ, grăsimi, etc.) prin periere mecanică, degresare sau în mod excepțional sablare. Suprafețele astfel curățate vor fi spălate cu jet de apă sau desprăfuite.

Art. 80. - (1) În situația unor degradări importante repararea elementelor de construcție se va face pe bază de proiect, respectându-se grosimea minimă de beton a stratului de acoperire a armăturii (tabelul 11) stabilită în funcție de agresivitatea mediului.

(2) În cazul podurilor din beton precomprimat stratul de acoperire cu beton va fi mai mare cu 10 mm.

Art. 81. - Suprafețele elementelor din beton armat sau precomprimat ale suprastructurii trebuie să fie continue, lipsite de denivelări, segregări, goluri, știrbituri sau alte defecte.

Art. 82. - În cazul podurilor în execuție, suprafețele elementelor suprastructurii, pe care se vor aplica sistemele de protecție vor fi curățate de laptele de ciment întărit în exces și desprăfuite; zonele cu beton segregat vor fi reparate cu mortare de ciment speciale cu aderență ridicată.

Aplicarea sistemelor de protecție se va face după asamblarea elementelor și execuția monolitizărilor pe suprafețele uscate și pregătite corespunzător.

Art. 83. - La execuția lucrărilor de reparații sau remedieri se vor respecta prevederile din normativul PD 99-2000 și Codul de Practică indicativ NE 012 - 99 pentru asigurarea compactității corespunzătoare gradelor de impermeabilitate prescrise, precum și pentru obținerea unor betoane fără segregări, cu porozitate ridicată, faianțate sau cu rosturi de lucru care pot constitui căi de acces pentru agenții agresivi.

Tabelul 10

Nr. crt.	Starea tehnică	Degradări referitoare la			Măsuri de intervenție	
		Beton	Armătură	Reparații	Protecție anticorozivă	
0		2	3	4	5	
1	- Degradări de natură estetică sau care au o evoluție normală	<ul style="list-style-type: none"> - Culoare neuniformă, pete negre, aspect prăfuit pe suprafața elementului de construcție. - Eflorescențe, infiltrații. - Agregate de dimensiuni mari la suprafața betonului. - aspect macroporos, imperfecțiuni geometrice. - Cărburi de piatră, caverne. - Beton carbonatat superficial <5mm - Fisuri de contracție. - Fisuri prevăzute prin calcul cu deschiderea $\delta_f < 1,5 \text{ mm}$ 	<ul style="list-style-type: none"> - Armătură este curată - Strat de rugă superficial pe suprafața armăturii. 	<ul style="list-style-type: none"> - Etanșarea pocului (hidroizolare, rosturi etc.) - Reparații locale cu mortare și/sau microbetoane. 	<ul style="list-style-type: none"> - impregnări de etanșare a betonului - Protecții peliculare în funcție de agresivitatea mediului. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conform punctului 1 - Protecția anticorozivă a armăturii
2	- Degradări care indică o evoluție necorespunzătoare	<ul style="list-style-type: none"> - Eflorescențe, stacoalite, draperii. - Beton carbonatat pe adâncimi mai mari de 5 mm. - Beton într-un proces de coroziune vizibil 	<ul style="list-style-type: none"> - Rugă în straturi sau puncte care provoacă reducerea secțiunii armăturii cu până la 5% 	<ul style="list-style-type: none"> - Conform punctului 1 - Refacerea secțiunii din beton armat 	<ul style="list-style-type: none"> - Conform punctului 1 - Protecția anticorozivă a armăturii 	

0	1	2	3	4	5	
	- Evoluția degradărilor și a proceselor de coroziune este avansată, starea podului este complet diferită față de starea inițială.	- Prezența defectelor și degradărilor de la punctul 3. - Deformații mari ale elementelor. - Degradarea betonului în profunzime.	- Rugină în stratul sau puncte care provoacă reducerea secțiunii armăturii cu peste 10%. - Ruperi ale armăturilor transversate (etrierilor) și/sau armăturilor longitudinale. - Flambări ale armăturii comprimăte.	- Refacerea sau creșterea secțiunii din beton. - Refacerea secțiunii de armătură. - Realimentarea betonului carbonatat prin difuziune.	- Refacerea sau creșterea secțiunii din beton. - Refacerea secțiunii de armătură. - Realimentarea betonului carbonatat prin difuziune.	- Conform punctului 2. - Introducerea de plăci și bare aderente. - Injecții de fisuri sau crăpături. - Apicări de mortar sau betoane speciale.
3		- Prezența defectelor și degradărilor de la punctul 3. - Deformații mari ale elementelor. - Degradarea betonului în profunzime.	- Rugină în stratul sau puncte care provoacă reducerea secțiunii armăturii cu peste 10%. - Ruperi ale armăturilor transversate (etrierilor) și/sau armăturilor longitudinale. - Flambări ale armăturii comprimăte.	- Refacerea sau creșterea secțiunii din beton. - Refacerea secțiunii de armătură. - Realimentarea betonului carbonatat prin difuziune.	- Măsurile de protecție se vor stabili în funcție de: - soluția tehnică adoptată, (reparație, demolare). - agresivitatea mediului	
4	- Degradările existente sunt numeroase de gravitate ridicată.	- Prezența defectelor și degradărilor de la punctul 3. - Deformații mari ale elementelor. - Degradarea betonului în profunzime.	- Rugină în stratul sau puncte care provoacă reducerea secțiunii armăturii cu peste 10%. - Ruperi ale armăturilor transversate (etrierilor) și/sau armăturilor longitudinale. - Flambări ale armăturii comprimăte.	- Măsurile de intervenție generală, consolidarea și/sau înlocuirea unor elemente grav afectate - Limitarea încărcărilor. - Demolarea parțială sau totală a podului.	- Măsurile de protecție se vor stabili în funcție de: - soluția tehnică adoptată, (reparație, demolare). - agresivitatea mediului	

Tabelul 11

Nr. crt.	Agresivitatea mediului	Clasa betonului					
		Rc < 20 MPa		20 < Rc < 40 MPa		Rc > 40 MPa	
		Grosimea minimă a stratului de acoperire a armăturii (mm)					
		grinzi	plăci	grinzi	plăci	grinzi	plăci
1	Neagresiv	25	20	20	20	20	20
2	Agresivitate foarte redusă	30	25	25	25	20	20
3	Agresivitate redusă	30	30	25	25	25	25
4	Agresivitate medie	35	35	30	30	30	30
5	Agresivitate puternică	40	40	35	35	30	30

Art. 84. - Produsii chimici rezultați din coroziunea betonului vor fi îndepărtați de pe suprafața elementelor de construcție prin lovire sau sablare utilizând în acest scop perii, discuri abrazive sau instalații de sablare.

Art. 85. - În cazul în care produsii chimici de coroziune nu pot fi îndepărtați mecanic, se va proceda la curățirea chimică a acestora prin pensulare cu o soluție diluată (10...15%) de acid clorhidric și spălarea din abundență cu apă sub presiune după cca. 15-30 de minute. Pentru îndepărtarea totală a acidului se va trata în continuare cu o soluție de amoniac 1% sau hidroxid de sodiu 10%, după care se va spăla din nou cu apă.

Art. 86. - După îndepărtarea produsilor de coroziune și verificarea PH-ului betonului, se va efectua tratarea acestuia (în situația în care PH < 8) cu soluții chimice de impregnare care să reducă aciditatea.

Art. 87. - Pe suprafețele din beton pregătite conform articolelor precedente se va aplica o tencuială aderentă fin drăscuită, astfel încât denivelările să nu depășească 1 mm.

Art. 88. - În cazul în care se constată infiltrații de apă pe lângă coroziunea avansată a betonului și armăturii, evidențiată prin prezenta produsilor de coroziune de tipul stalactite, „draperii”, eflorescențe, pete de rugină și suprafețe întinse umede, este necesar ca înainte de intervenția asupra elementelor de construcție în vederea protecției acestora, să se refacă etansarea podului.

În acest scop se vor înlocui: hidroizolația, dispozitivele de acoperire a rosturilor, îmbrăcămintea pe cale și trotuare, se va refăce etansarea în zona gurilor de scurgere, se vor monta tuburi de prelungire până sub nivelul inferior al suprastructurii, precum și alte măsuri stabilite de proiectant, care să elimine posibilitatea accesului apei la elementele de construcție.

CAPITOLUL VIII

SISTEME DE PROTECȚIE ANTICOROZIVĂ

Art. 89. Sistemul de protecție anticorozivă se va stabili prin proiect sau caiet de sarcini de către specialiști sau firme atestate în acest gen de lucrări.

Art. 90. - Sistemele de protecție vor fi alese în funcție de agresivitatea mediului, caracteristicile materialelor utilizate și condițiile de exploatare.

Art. 91. - Pentru podurile a căror suprastructură se află la o înălțime mare de sol, sau pasajele superioare peste căi ferate electrificate, se vor adopta sisteme de protecție corespunzătoare unui grad de agresivitate cu o treaptă mai ridicată decât cel al mediului de exploatare.

Art. 92. - Sistemele de protecție anticorozivă se pot aplica în mod diferențiat pe diferite elemente ale suprastructurii sau pe diferite porțiuni ale aceluiași element în funcție de modul în care acționează mediul agresiv.

Art. 93. - Metodele de protecție anticorozivă recomandate în funcție de agresivitatea mediului sunt prezentate în tabelul 12.

Tabelul 12

Nr. crt.	Agresivitatea mediului	Metode de protecție recomandate	
		beton	armătură
1	Mediu neagresiv sau cu agresivitate foarte redusă	<ul style="list-style-type: none"> • Impregnare 	
2	Agresivitate redusă	<ul style="list-style-type: none"> • Impregnare • Acoperiri hidrofobice • Aplicarea de mortare speciale 	<ul style="list-style-type: none"> • Realcalinizarea betonului de acoperire • Creșterea acoperirii cu beton a armăturii prin aplicarea unui strat de tencuială
3	Agresivitate medie	<ul style="list-style-type: none"> • Adaos de mortar sau microbetaone speciale • Injecții de fisuri și crăpături • Sisteme peliculare (mono sau multistrat) 	<ul style="list-style-type: none"> • Înlocuirea armăturii afectate de coroziune • Eliminarea accesului apei și a oxigenului • Eliminarea accesului clorurilor (NaCl)
4	Agresivitate puternică	<ul style="list-style-type: none"> • Adaos de mortar sau microbetaone speciale • Placări aderente • Utilizarea inhibitorilor în beton 	<ul style="list-style-type: none"> • Înlocuirea armăturii afectate de coroziune • Vopsirea armăturii • Protecție catodică

Art. 94. - Recomandările privind alegerea sistemelor și a metodelor de protecție, nu exclud folosirea altor soluții garantate de producător, cu condiția ca acestea să fie agrementate tehnic conform HG 766/1997.

Art. 95. - Pentru suprafețele elementelor suprastructurii care nu rămân vizibile și accesibile, dar trebuie a fi protejate, încă din faza de execuție a podului, se vor adopta sisteme corespunzătoare unui grad de agresivitate superior cu o treaptă față de cel stabilit pentru mediul de exploatare.

Art. 96. - Protecția anticorozivă a elementelor suprastructurii pe fețele văzute se va face cu prioritate pentru :

- a) bordura trotuarului;
- b) zonele gurilor de scurgere;
- c) parapetii din beton armat;
- d) zidurile de gardă;
- e) banchetele de rezemare, cuzineți.

Art. 97. - Agregatele betoanelor și/sau mortarelor de ciment utilizate la execuția elementelor suprastructurii sau la repararea acestora, în cazul amplasării podurilor în medii cu agresivitate vor fi spălate, sortate și verificate pentru a rezista la atacul agenților agresivi.

Art. 98. - Dozajul de ciment și raportul A/C se va alege în funcție de gradul de agresivitate conform NE - 012 - 99.

Art. 99. - La elementele suprastructurii podurilor amplasate în medii cu agresivitate puternică sau medie, pentru a se respecta uniformitatea stratului de acoperire, armătura se va poziționa cu distanțieri confecționați dintr-un material inert față de mediu.

Art. 100. - În cazul în care execuția elementelor principale de rezistență ale suprastructurii are loc în medii agresive, armăturile posttensionate se vor pretensiona într-un interval de maxim 7 zile din momentul aducerii la punctul de lucru, iar intervalul de timp între pretensionare și injectarea canalelor nu va depăși 7 zile, exceptând cazurile în care s-au luat măsuri de protecție temporară a armăturilor.

Art. 101. - În cazul execuției elementelor în medii puternic agresive nu se admite pretensionarea armăturii pe șantier decât în cazul aplicării unor protecții temporare eficiente.

Art. 102. - Capetele armăturilor pretensionate posttensionate și dispozitivele de ancorare vor fi protejate prin înglobarea în beton sau mortar cu grosimea minimă de 4 cm, inclusiv un strat de protecție corespunzător agresivității mediului.

Art. 103. - La recepționarea elementelor din beton armat sau beton precomprimat ale suprastructurii podurilor, amplasate în medii agresive se va face o verificare a clasei betonului și a gradului de impermeabilitate, precum și a respectării grosimii stratului de beton de acoperire prin măsurări nedistructive.

CAPITOLUL IX

CONTROLUL ȘI VERIFICAREA LUCRĂRILOR DE PROTECȚIE ANTICOROZIVĂ

Art. 104. - Controlul aderenței mortarelor, microbetonanelor sau a betonanelor utilizate la repararea sau consolidarea elementelor de construcție afectate de procesele de coroziune se va face prin:

- a) observații vizuale;
- b) lovirea cu ciocanul a suprafeței elementului;
- c) metode nedistructive.

Art. 105. - În cazul în care straturile de beton și/sau mortar aplicate sună „a gol” se desprind, sau sunt puse în evidență prezența unor degradări la nivelul de separare dintre elementul de construcție și straturile de beton noi, acestea se vor îndepărta și zonele se vor reface utilizându-se materiale cu aceeași compoziție.

Art. 106. - Materialele de protecție vor fi verificate înainte de aplicare, astfel ca toate caracteristicile înscrise în buletinele de calitate să corespundă cu cele constatate la încercări.

Art. 107. - Se interzice utilizarea materialelor de protecție livrate fără certificate de calitate sau cu termen de valabilitate expirat.

Art. 108. - Controlul aplicării sistemelor de protecție se va efectua atât în timpul execuției, cât și la terminarea lucrărilor.

Art. 109. - Controlul în timpul execuției va consta din:

- a) Controlul vizual al pregătirii suprafeței elementelor din beton armat sau pre-comprimat;
- b) Controlul vizual al fiecărui strat în parte din cadrul sistemului de protecție anticorozivă;
- c) Prelevarea de eșantioane (carote cu diametrul de 50 mm), 3 carote pe deschidere și efectuarea măsurătorilor de laborator privind: adâncimea de impregnare, PH-ul betonului din stratul de bază, grosimea stratului de protecție, etc.
- d) Controlul grosimii stratului de beton de acoperire al armăturilor;
- e) Controlul grosimii sistemelor de protecție aplicate.

Art. 110. - Controlul la terminarea lucrărilor de protecție va consta din:

- a) Controlul vizual al sistemului aplicat;
- b) Verificarea aderenței de stratul de beton al elementului de construcție prin metoda grilei conform STAS 3661-75 sau prin smulgere.

Art. 111. - Numărul punctelor de măsură sau a carotelor prelevate se va mări dacă este cazul, acestea stabilindu-se prin proiectul de execuție al protecției anticorozive în funcție de forma elementului, suprafața expusă la mediu agresiv și dificultatea de aplicare.

Art. 112. - Constatările asupra calității lucrărilor de protecție și rezultatele obținute cu prilejul măsurătorilor și verificărilor efectuate vor fi consemnate în procese verbale și buletine de încercări.

CAPITOLUL X

URMĂRIREA ȘI ÎNTREȚINEREA LUCRĂRILOR DE PROTECȚIE ANTICOROZIVĂ

Art. 113. - Durata de viață a unui sistem de protecție este de minim 10 ani, în condițiile unei exploatare normale a podului.

Art. 114. - Comportarea în timp a lucrărilor de protecție anticorozivă a elementelor suprastructurii podurilor vor fi urmărite cu prilejul inspecțiilor curente sau speciale conform prevederilor normativului P 130 - 99.

Art. 115. - Verificarea modului de comportare a sistemelor de protecție se va face prin:

- a) observații vizuale;
- b) măsurători de aderență;
- c) măsurători nedistructive.

Proiectul și/sau caietul de sarcini întocmit pentru protecția anticorozivă va conține și referiri la parametri tehnici și aparatura de măsură necesară urmăririi în timp a lucrărilor de reparare și protecție.

Art. 116. - În cazul în care se constată o comportare necorespunzătoare a sistemelor de protecție, se vor lua măsuri urgente de remediere a acestora în funcție de gravitatea degradărilor, efectuându-se sondaje și asupra betonului.

Art. 117. - Aplicarea unui nou sistem de protecție sau creșterea celui existent, se va face în funcție de modul de comportare în exploatare și de agresivitatea mediului (aparitia unor noi surse de poluare). Nu vor fi utilizate sisteme de protecție noi care nu sunt compatibile chimic cu cele existente.

Art. 118. - La remedierea și întreținerea sistemelor de protecție se va ține seama și de factorul estetic al lucrării.

Art. 119. - În cazul în care apar degradări vizibile, verificarea pe teren a stării sistemelor de protecție se va face de către laboratoare de specialitate atestate.

Art. 120. - Lucrările de remediere a degradărilor sistemelor de protecție și/sau aplicarea unor noi sisteme de protecție se va face de către laboratoare de specialitate atestate.

Art. 121. - Toate lucrările de reparare a elementelor de construcție și de protecție anticorozivă vor fi înscrise în „Cartea tehnică” a podului.

MINISTERUL TRANSPORTURILOR
ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR

B-dul Dinicu Golescu, 38, 77113 București, sector 1
Tel.: 0-040-21-212.62.01; Fax: 0-040-21-312.09.84

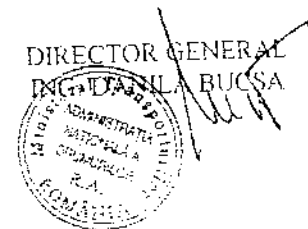
ORDINUL
DIRECTORULUI GENERAL AL A.N.D.

nr. 105
din 24.07.1998

În temeiul Hotărârii Guvernului nr. 1275/8.12.1990, privind regulamentul de organizare și funcționare al Administrației naționale a Drumurilor, cu modificările ulterioare, în baza Contractului de management nr. 4/21/1994, încheiat cu Ministerul Transporturilor, Dănilă Bucșa manager general al Administrației Naționale a Drumurilor, emite următorul:

ORDIN

- Art. 1.** Se aprobă „Metodologia de determinare a caracteristicilor bitumului modificat utilizat la execuția lucrărilor de drumuri”, ind. AND 538-98, care se va aplica obligatoriu.
- Art. 2.** Aducerea la îndeplinire a prezentului Ordin revine DRDP 1-7 și CESTRIN



ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR

METODOLOGIE DE DETERMINARE A CARACTERISTICILOR BITUMULUI MODIFICAT UTILIZAT LA EXECUȚIA LUCRĂRILOR DE DRUMURI

Indicativ AND 538-1998

Elaborat de: S.C. INCERTRANS S.A.

Manager general	ing. Ioan CUNCEV
Șef departament	dr. ing. Viorel PÂRVU
Elaboratori	chim. Cornelia ROMAN fiz. Marian DASCĂLU
Colaboratori	chim. Vasilica BEICA - CESTRIN ing. Mirela TĂNĂȘESCU - CESTRIN ing. Aurelia UNGUR - CESTRIN fiz. Constantin TOMA - INCERP Ploiești chim. Melta VOINEA - INCERP Ploiești

CUPRINS

I. Prepararea biturilor modificate și a emulsiilor bituminoase cu moara coloidală	70
1. Generalități	70
2. Principiul metodei	71
3. Aparatură	72
4. Materiale	75
5. Modul de lucru	75
II. Determinarea omogenității bitumului modificat cu ajutorul microscopului cu lumină fluorescență prin metoda transmisiei sau reflexiei	79
1. Definiție	79
2. Principiu	79
3. Domeniul de utilizare	79
4. Aparatura și materialele	79
5. Descrierea aparatului	81
6. Modul de lucru	82
7. Prelucrarea și interpretarea datelor	83
III. Determinarea calitativă și cantitativă a polimerului din bitumul modificat prin spectrofotometrie de absorbție în infraroșu	85
1. Principiu	85
2. Aparatura	85
3. Materiale	85
4. Modul de lucru	87
5. Prelucrarea datelor	90
IV. Determinarea revenirii elastice a bitumului modificat cu polimeri prin metoda ductilității	100
1. Principiu	100
2. Aparatură și materiale	100
3. Modul de lucru	100
4. Prelucrarea datelor	101
V. Determinarea stabilității la stocare a bitumului modificat	181
1. Principiu	101
2. Aparatura	102
3. Modul de lucru	102
4. Prelucrarea datelor	102

**METODOLOGIE DE DETERMINARE
A CARACTERISTICILOR BITUMULUI MODIFICAT
UTILIZAT LA EXECUȚIA LUCRĂRILOR DE DRUMURI**

INDICATIV
AND 538-1998

Obiect

Prezenta Metodologie se referă la condițiile de preparare a bitumului modificat și a emulsiilor bituminose cu moara coloidală, precum și la metodele specifice de testare a bitumului modificat:

- determinarea omogenității bitumului modificat cu ajutorul microscopului cu lumină fluorescentă prin metoda transmisiei sau reflexiei;
- determinarea calitativă și cantitativă a polimerului din bitumul modificat prin spectrofotometrie de absorbție în infraroșu;
- determinarea revenirii elastice a bitumului modificat cu polimeri prin metoda ductilității;
- determinarea stabilității la stocare a bitumului modificat.

**I. PREPARAREA BITUMURILOR MODIFICATE
ȘI A EMULSIILOR BITUMINOASE CU MOARA COLOIDALĂ
1. GENERALITĂȚI**

1.1 Definiție

Moara coloidală este o instalație care se utilizează pentru divizarea particulelor de materiale ce se introduc în ea.

1.2 Domenii de utilizare

Moara coloidală se utilizează în domeniul rutier pentru obținerea bitumului modificat și a emulsiilor bituminoase.

Bitumul rutier modificat este un produs rezultat în urma amestecării bitumului rutier cu un polimer, în anumite condiții de temperatură și dozare, într-o instalație specială.

Elaborat de:
S.C. INCERTRANS S.A.

Aprobat de:
ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR,
cu avizul nr. 93/591/11.05.1998

Emulsia bituminoasă este o dispersie foarte fină de bitum în apă în prezența unui emulgator. Particulele de bitum dispersate în apă au mărimi care variază de la unu la cinci microni. Emulsia are un aspect uniform și o culoare brună.

În funcție de natura emulgatorului (mediu acid sau bazic al fazei apoase) emulsiile pot fi de două feluri:

- cationice - emulsii cu faza apoasă acidă.
- anionice - emulsii cu faza apoasă alcalină.

Metoda de preparare a biturilor și a emulsiilor bituminoase se poate utiliza în două cazuri specifice:

- a) materialele utilizate au caracteristici cunoscute și parametri tehnici de preparare a amestecurilor stabiliți;
- b) materialele utilizate nu au caracteristici cunoscute și parametri tehnici de preparare a amestecurilor vor fi stabiliți prin încercări.

1.3. Referințe

- STAS 8877-72 Emulsii bituminoase cationice cu rupere rapidă, pentru lucrările de drumuri.
- STAS 11342-79 Emulsii bituminoase anionice cu rupere lentă, pentru hidroizolație.
- AASHTO-PP5 Standard pentru evaluarea în laborator a biturilor modificate.

2. PRINCIPIUL METODEI

2.1. Prepararea biturilor modificate

Prepararea biturilor modificate se face prin amestecarea și recircularea bitumului și polimerului.

Recircularea se efectuează pe următorul traseu (fig. 1):

- rezervor de malaxare bitum + polimer;
- linie (traseul bitumului prin conducte);
- moara coloidală;
- linie;
- rezervor de malaxare bitum + polimer;
- rezervor de colectare bitum modificat.

Acest ciclu se realizează până la obținerea parametrilor tehnici dorți pentru amestec.

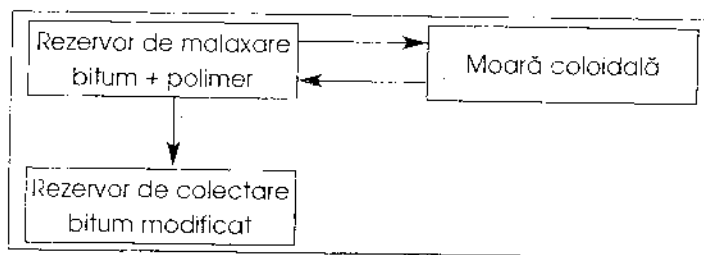


Fig. 1. Traseul de preparare a bitumului modificat

2.2. Prepararea emulsiilor bituminoase

Prepararea emulsiilor bituminoase se face prin amestecarea fazelor dispersată (bitum) și dispersantă (soluție de apă și emulsifiant) pe următorul traseu (fig. 2):

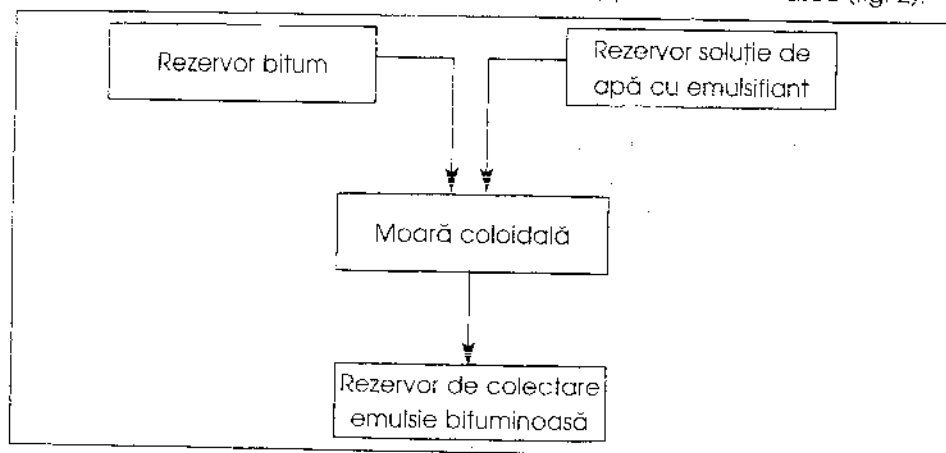


Fig. 2. Traseul de preparare a emulsiei bituminoase

- rezervoare bitum și soluție de apă cu emulsifiant;
- linii;
- moara coloidală;
- rezervor de colectare emulsie bituminoasă.

Echipamentul trebuie să realizeze dispersie de finețe și stabilitate corespunzătoare.

3. APARATURĂ

- Moara coloidală;
- mixer;
- balanța de 15 kg cu precizie de $\pm 1g$;
- balanța de 1 kg cu precizie de $\pm 0,1g$.

3.1. Descrierea aparaturii

3.1.1. Moara coloidală

Moara coloidală, destinată preparării bitumului modificat și emulsiilor bituminoase este prezentată în fig. 3.

Toate componentele acestei instalații sunt asamblate pe o masă metalică mobilă prevăzută cu sistem de blocare. Alimentarea aparatului se face printr-un transformator de curent de la 220/380V la 110/220 V.

Componentele instalației sunt:

- 1 și 2 - Rezervoare pentru bitum de câte 15 kg fiecare prevăzute cu încălzire și cu manometru de temperatură cu domeniul de măsurare cuprins între 20°C-260°C (50°F - 500°F) pentru citirea temperaturii din interiorul incintei și cu un capac pentru prevenirea accidentelor prin deversarea bitumului încălzit;
- 3 - conducte pentru transportul bitumului, încălzite printr-o rezistență încorporată într-o bandă de cauciuc și învelite în folie de aluminiu pentru menținerea temperaturii;
- 4 - moara coloidală;
- 5 - manometru de presiune 0-690 kPa (0 - 100 psi);
- 6 - manometru de temperatură - 18 - 120°C (0-250°F);
- 7 - manometru de temperatură 10 - 260°C (50 - 500°F);
- 8 - manometru de temperatură 10 - 260°C (50 - 500°F);
- 9 - manometru de presiune 0 - 1104 kPa (0 - 160 psi);
- 10 - manometru de presiune 0 - 690 kPa (0 - 100 psi);
- 11 - manometru de presiune 0 - 690 kPa (0 - 100 psi);
- 12 - manometru de temperatură 10 - 150°C (50 - 300°F);
- 13 - debitmetru cu senzor, care transmite informația la panoul de comandă;
- 14 - ampermetru (curentul nu trebuie să depășească 11A);
- 15 - afișajul electronic al debitmetrului de bitum;
- 16 - afișajul electronic al debitmetrului de soluție;
- 17 - întrerupător pornit/oprit pentru moara coloidală;
- 18 - întrerupător pornit/oprit pentru pompa de bitum;
- 19 - întrerupător pornit/oprit pentru pompa de soluție;
- 20 - întrerupător alimentare electrică a instalației;
- 21 - întrerupător pornit/oprit cu controler pentru încălzirea primului rezervor de bitum;
- 22 - întrerupător pornit/oprit cu controler pentru încălzirea celui de-al doilea rezervor de bitum;
- 23 - întrerupător pornit/oprit cu controler pentru încălzirea containerului cu soluție;
- 24 - întrerupător pornit/oprit pentru încălzirea morii;
- 25 - întrerupător pornit/oprit pentru încălzirea conductelor prin care circulă bitumul;
- 26 - rezervor pentru soluția folosită la prepararea emulsiei.

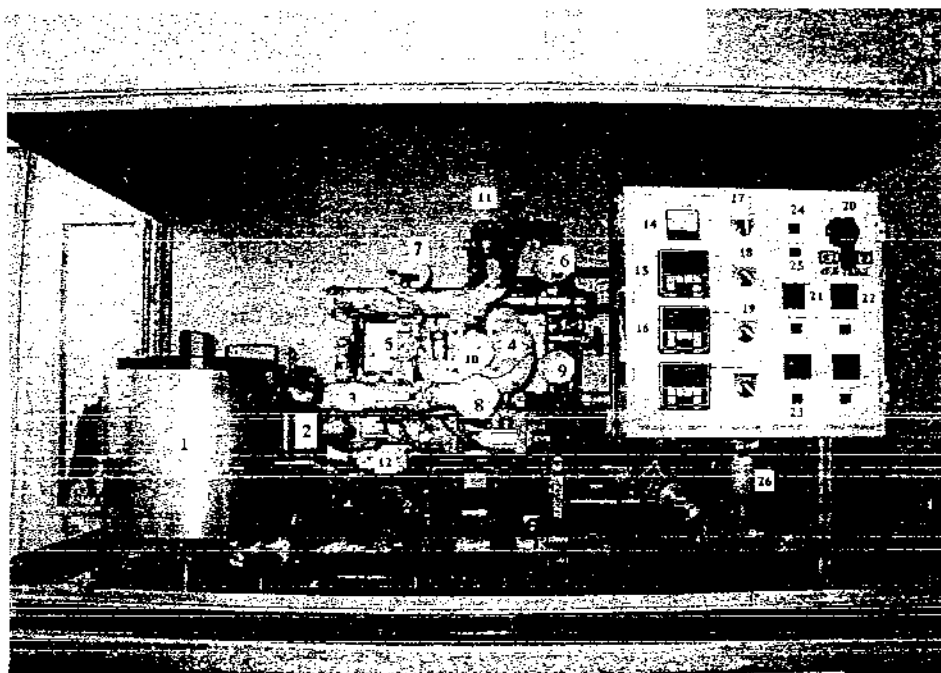


Fig. 3. Moara coloidală

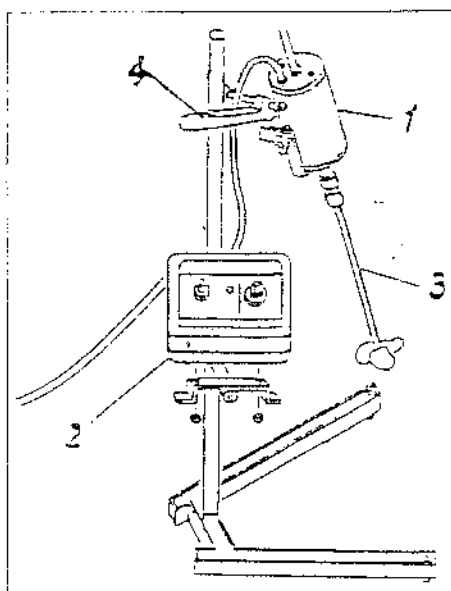


Fig. 4. Mixer

3.1.2. Mixer

Mixerul cu controler (fig. 4) are rolul de a amesteca bitumul cu polimerul în rezervorul 1 (fig. 3), și se compune din:

- 1 - motor cu viteza reglabilă între 23-6000 rot/min;
- 2 - controler;
- 3 - paletă agitatoare;
- 4 - sistem de prindere a mixerului pe marginea superioară a rezervorului de bitum.

3.2. Caracteristici tehnice

Moara coloidală:

- viteza de rotație 2830 rot/min;
- distanța dintre cuțite reglabilă în funcție de dimensiunea particulei;
- presiunea maximă a bitumului pe linie 138 kPa.

4. MATERIALE

- vase emailate de 15-20 kg;
- spatule și baghetă de sticlă;
- termometru cu domeniul de la 0-200°C ± 1°C.
 - a) pentru bitum modificat:
 - bitumuri pentru drumuri tip D60/80, D 80/100 D și 100/120;
 - ulei de motor pentru curățarea instalației.
 - b) pentru emulsie bituminoasă:
 - bitumuri pentru drumuri tip D 80/100, D 100/120, D 180/200;
 - emulgator specific pentru emulsii anionice sau cationice;
 - apă deionizată;
 - acid clorhidric tehnic conform STAS 339-66.

5. MODUL DE LUCRU

5.1. Modul de lucru la prepararea bitumului modificat cu polimer

Pentru obținerea bitumului modificat se introduce bitumul cu polimer sub presiune în moară și după un număr de recirculări se realizează amestecul omogen în anumite condiții de dozare, temperatură și număr de recirculări.

Înainte de începerea propriu-zisă a preparării trebuie efectuate următoarele operații:

- se verifică poziția închis a tuturor robinetelor (robinetele cu o cale sunt închise perpendicular pe conducta pe care sunt montate) înainte ca întrerupătorul

instalației să fie conectat (fig.3 - poz. 20);

- se verifică dacă toate robinetele de presiune sunt închise;
- se verifică dacă toate containerele sunt curate;
- se conectează instalația la rețeaua electrică și se activează întrerupătorul instalației (fig. 3 - poz. 20) în poziția pornit.

Prepararea bitumului modificat se poate face în următoarele variante:

- materiale cu caracteristici necunoscute;
- materiale cu caracteristici cunoscute.

5.1.1. Materiale (bitum și polimer) cu caracteristici necunoscute

Prepararea bitumului modificat în acest caz se face prin încercări în funcție de caracteristicile ce se cer produsului finit (bitum modificat) astfel:

Se stabilesc:

a) dozașul de polimer în bitum;

Pentru procentul stabilit se calculează cantitatea de polimer pentru cantitatea de bitum (max. 35 kg) care se va utiliza.

b) distanța între discurile morii;

c) temperatura de lucru;

d) presiunea și fluxul necesare.

Toți parametrii de lucru se reglează la valorile stabilite.

Toate circuitele de încălzire a instalației sunt prevăzute cu termocuple pentru a evita supraîncălzirea.

Instalația se pune în funcțiune la parametrii stabiliți și se lasă aproximativ o oră pentru uniformizarea temperaturii, timp în care se pregătesc bitumul și polimerul.

Prepararea șarjei de bitum modificat se face astfel:

- se introduce bitumul preîncălzit (140°C) în rezervorul 1;
- se activează încălzirea rezervorului la temperatura de lucru stabilită;
- se așteaptă uniformizarea temperaturii;
- se activează pornirea pompei de bitum și controlul debitului din rezervor prin manometrul de presiune;
- se așteaptă un timp pentru uniformizarea debitului;
- se controlează funcționarea morii coloidale fără bitum, se asigură deschiderea robinetului de recirculare a bitumului cu polimer și se asigură închiderea robinetului pentru emulsie;
- se montează mixerul manual pe marginea containerului de bitum;
- se reglează viteza mixerului;
- se presară polimer în rezervorul 1 pentru mixare;
- se poziționează robinetele cu trei căi astfel încât să se realizeze circuitul: rez-

vor - linie - moară coloidală - linie - rezervor;

- se verifică în permanență amperajul (dacă acesta depășește 11 A se oprește funcționarea morii din întrerupătorul 17, fig. 3);

Bitumul modificat se colectează într-un vas special.

În timpul preparării bitumului modificat, la o jumătate de oră de recirculare și din jumătate în jumătate de oră se iau probe de verificare a calității materialului obținut pe aceste probe și se efectuează analize conform punctului 5.1.3. Dacă se obțin caracteristicile dorite se notează parametrii și se oprește prepararea.

5.1.2. Materiale cu caracteristici cunoscute

În cazul în care pentru un amestec de bitum-polimer s-a mai efectuat prepararea acestuia în laborator sau parametrii de preparare sunt cunoscuți, nu se mai verifică realizarea amestecului pe parcurs, ci se lucrează în condițiile cerute.

Prepararea se efectuează la fel ca la punctul 5.1.1. fără prelevare de probe de bitum modificat pe parcursul preparării.

5.1.3. Analize efectuate pe parcursul preparării bitumului modificat

Pentru verificarea parametrilor de preparare ai bitumului modificat, pe probele prelevate conform 5.1.1 se efectuează următoarele analize:

- vâscozitate - conform ASTM D 4402-1991;
- penetrație - conform STAS 42-68;
- omogenitate la microscopul cu fluorescență - conform Capitolului II.

5.2. Modul de lucru la prepararea emulsiei bituminoase

5.2.1. Preparării emulsiilor bituminoase cationice și anionice

Pentru realizarea emulsiilor bituminoase se prepară soluție apoasă în anumite condiții de dozare pentru emulgator, acid clorhidric și apă deionizată și se circulă amestecul prin moara coloidală.

Înainte de începerea preparării emulsiilor bituminoase se pregătește moara coloidală astfel:

- se verifică poziția închis a tuturor robinetelor (robinetele cu o cale sunt închise perpendicular pe conducta pe care sunt montate) înainte ca întrerupătorul instalației să fie conectat (fig. 3-poz. 20);
- se verifică dacă toate robinetele de presiune sunt închise;
- se verifică dacă toate rezervoarele sunt curate;
- se conectează instalația la rețeaua electrică și se activează întrerupătorul instalației (nr. 3 - poz. 20) în poziția pornit;
- se stabilește tipul emulsiei bituminoase, componentele și dozajele acesteia;
- se stabilește distanța între discurile morii și se reglează:

- se stabilește temperatura de lucru;
- se stabilește presiunea și fluxul.

După ce toți parametrii de lucru sunt reglați la valorile stabilite se activează încălzirea liniei și a morii coloidale și se lasă instalația aproximativ o oră pentru uniformizarea temperaturii, timp în care se pregătește bitumul și soluția.

Prepararea șarjei de emulsie bituminoasă se face astfel:

- se introduce bitumul preîncălzit (140°C) în rezervorul 1, și soluția de emulgator, apa și acid clorhidric în rezervorul 3 (fig. 3);
- se activează încălzirea rezervoarelor la temperaturile de lucru stabilite;
- se așteaptă uniformizarea temperaturii;
- se activează pornirea pompei de bitum și controlul debitului din rezervor;
- se așteaptă uniformizarea debitului;
- se controlează funcționarea morii coloidale fără bitum;
- se verifică funcționarea morii cu bitum prin ea;
- se activează pornirea pompei de soluție și controlul debitului din rezervorul 3 prin manometrul de presiune (69 - 138 kPa);
- se așteaptă uniformizarea debitului;
- se poziționează robinetele cu trei căi astfel încât să se realizeze circuitul rezervor - mazăre - rezervor pentru colectarea emulsiei;
- se verifică în permanență amperajul instalației;
- se colectează emulsia;
- se închid robinetele pentru bitum și soluție și se oprește moara;
- pompa pentru soluție rămâne în funcțiune până când se realizează curățarea rezervorului de soluție cu apă;
- se elimină bitumul rămas în rezervorul 1 și se curăță acesta cu ulei prin intermediul pompei, după care pompa se închide;
- se închid toate comutatoarele de pe panoul de comandă;
- se deconectează instalația de la rețeaua electrică.

5.2.2. Analize efectuate

Pentru determinarea calității emulsiilor bituminoase se efectuează analizele prevăzute de STAS 8877/72 pentru emulsiile cationice cu rupere rapidă și STAS 11342/79 pentru emulsiile anionice cu rupere lentă.

II. DETERMINAREA OMOGENITĂȚII BITUMULUI MODIFICAT CU AJUTORUL MICROSCOPULUI CU LUMINA FLUORESCENTĂ PRIN METODA TRANSMISIEI SAU A REFLEXIEI

1. DEFINIȚIE

Omogenitatea bitumului modificat se exprimă prin gradul de omogenitate al amestecului bitum-polimer și reprezintă procentul de particule de polimer cu dimensiuni mai mici de 5 μm.

2. PRINCIPIU

Metoda se bazează pe observarea și fotografierea bitumului modificat, la microscopul cu lumina fluorescentă (mărire 100 - 250 ori) prevăzut cu dispozitive de fotografiere în câmp întunecat și fluorescent, filtre de excitație care să asigure emiteria luminii fluorescente și pe identificarea dimensiunilor particulelor de polimer din bitumul modificat.

3. DOMENIU DE UTILIZARE

Metoda microscopiei cu fluorescență permite stabilirea omogenității și structurii unui amestec bitum-polimer pe probe prelevate de pe teren sau preparate în laborator.

4. APARATURA ȘI MATERIALELE

A. Metoda transmisiei

1. Microscop optic universal de cercetare tip MC-1/ICR, prevăzut cu lampă cu halogen tip OSRAM, 12 V și 100W, cu înveliș de cuarț (fig. 5);
2. Lămpi cu vapori de mercur tip HBO, 200 W;
3. Aparat de fotografiere a probelor Exacta Varex;
4. Condensator cardioid pentru fotografierea în câmp întunecat;
5. Peliculă foto tip DN - 3 și hârtie foto tip BC -11 AZOMUREȘ pentru realizarea imaginilor foto;
6. Lame din sticlă, încălzite în prealabil cu ajutorul aparatului de analize microtermice Metter-FP5, care este prevăzut cu o plită electrică de încălzire tip FP52.

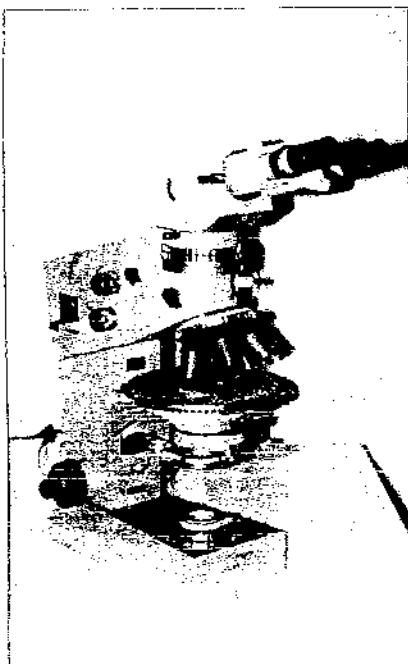


Fig. 5. Microscop optic universal de cercetare

B. Metoda reflexiei

1. Microscop cu fluorescență (cu lumină reflectată) de tip Zeiss (fig. 6);
2. Computer 486 DX100;
3. Agitator mecanic cu turația minimă de 2000 rotații/minut sau moară coloidală cu viteza de rotație de minim 2830 rotații/minut;
4. Frigider cu posibilitatea asigurării unor temperaturi negative de până la -10°C ;
5. Film fotografic 135 mm;
6. Lamelă de microscop prelucrată optic;
7. Tipar metalic paralelipipedic: cca. $6 \times 12 \times 125$ mm;
8. Folie de plastic pentru tipar;
9. Vaselină sau unsoare siliconică;
10. Scotch cu două fețe adezive;
11. Rigă.

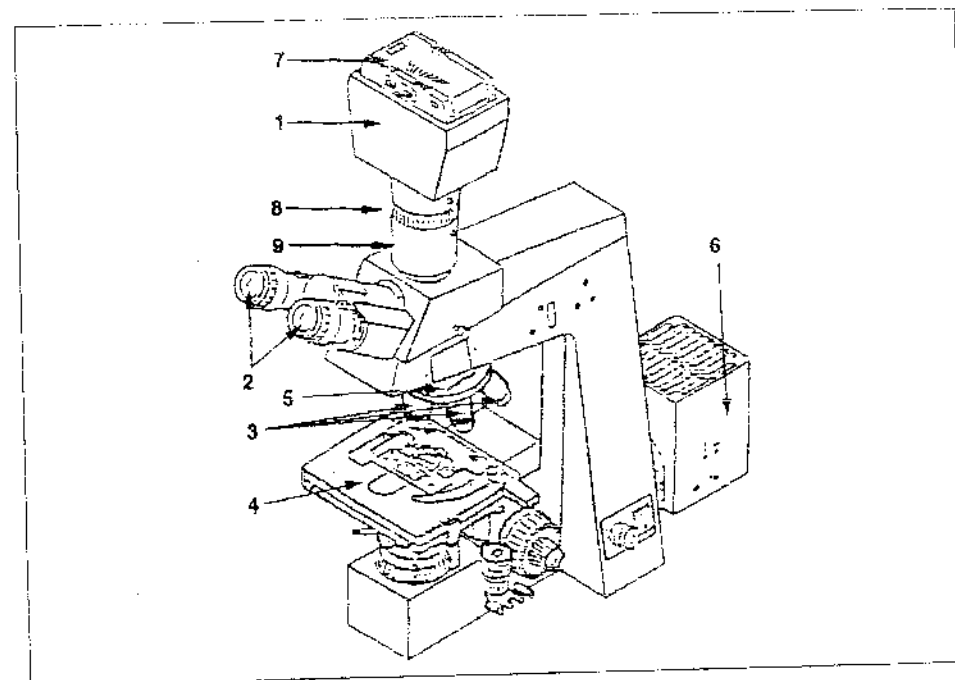


Fig. 6. Microscop cu fluorescență cu lumină reflectată

5. DESCRIEREA APARATURII

Metoda reflexiei

- Microscopul cu fluorescență este compus din:
1. Cameră fotografică;
 2. Binocular;
 3. Obiective;
 4. Masă microscop;
 5. Filtre de excitație și divizor dicromatic;
 6. Sistem de iluminare - lampă cu vapori de mercur;
 7. Aparat fotografic;
 8. Lenilă de proiecție (invizibilă);
 9. Tub de legătură cu microscopul.

6. MODUL DE LUCRU

A. Metoda transmisiei

6.1. Se prelevează eșantioane de cca. 1 mm³ din proba de bitum modificat.

6.2. Eșantionul supus analizei se încălzește, fără a afecta dispersia, (aprox. 80°C) utilizând aparatul de analize microtermice obținându-se o peliculă de bitum modificat, de cca. 100 μm, aderentă la lamă și penetrabilă pentru fasciculul luminos.

B. Metoda reflecției

6.1. Pregătirea probelor

6.1.1. Probele de bitum modificat preparate în laborator

Bitumul și polimerul în amestec se încălzesc până la temperatura de 180°C (temperatură la care să nu se producă degradarea polimerului) și se omogenizează proba cu ajutorul unui agitator mecanic la o turație optimă sau cu moara coloidală. Proba astfel preparată se toarnă într-un tipar metalic, sub formă de grindă, îmbrăcat în interior cu folie. Folia se aplică pe pereții tiparului peste un strat de vaselină sau unsoare siliconică. Tiparul se introduce apoi la frigider. Proba este menținută la frigider timp de 2 ore la temperatura de 0-5°C.

După expirarea celor 2 ore proba se scoate din frigider și se decongează cu grijă. În vederea obținerii unei suprafețe ce urmează a fi analizată, grinda se secționează transversal pentru a se obține o pastilă de grosime aproximativă 1 cm. Suprafața supusă analizei trebuie să fie perfect plană. Datorită profunzimii reduse a câmpului pe care pătrunde raza de lumină a microscopului, sunt necesare suprafețe perfect plane pentru a obține o calitate ridicată a observației.

Proba astfel obținută se fixează cu scotch cu două fețe adezive pe o lamelă de microscop.

6.1.2. Probele de bitum modificat de pe teren

Probele se încălzesc și se omogenizează cu un agitator mecanic/moară coloidală sau se analizează în starea în care au fost aduse, în funcție de cerințele lucrării. Din probele încălzite și omogenizate se toarnă în tipar și se răcește în frigider (conf. pct. 6.1.1.) după care proba care se analizează la microscopul cu fluorescență.

Proba analizată trebuie să aibă o suprafață plană și o grosime de aproximativ 1 cm.

6.2. Efectuarea determinării

A. Metoda transmisiei

Pentru aprecierea dimensiunilor și formelor granulelor de polimer din bitumul modificat, se cercetează zece porțiuni diferite și se măsoară diametrele pentru minim 2000 particule de probă;

Se calculează distribuția particulelor pe grupe de dimensiuni și diametrul mediu.

Fotografia se mărește în total de 250 ori (2,5 mm reprezintă 10 microni). Timpii de expunere și filtrele utilizate sunt în funcție de transmitanța lamei preparate.

Scara de citire este de 2,5 mm.

B. Metoda reflecției

Pe probele preparate conform 6.1.1. și 6.1.2. se fac mai multe fotografii în trei zone diferite. După dezvoltarea și executarea fotografiilor în format mare se procedează la prelucrarea lor în vederea determinării gradului de omogenitate al probei analizate.

Pentru fiecare din cele trei zone analizate se alege cea mai clară fotografie.

Se obțin astfel pentru fiecare probă de bitum ce trebuie analizată trei fotografii pe care se prelucreză rezultatele.

7. PRELUCRAREA ȘI INTERPRETAREA DATELOR

A. Metoda transmisiei

7.1. Se scanează câmpurile microscopice pentru precizarea raporturilor dimensionale, diametrelor medii, conformațiilor spațiale, întrepătrunderii bitum - polimer și gradului de omogenitate.

7.2. Se face contorizarea pe zece câmpuri din zone aleatorii ale lamei microscopice și se măsoară diametrele (d) pentru min. 2000 de particule de probă.

7.3. Se determină distribuția procentuală pe grupe de dimensiuni (<5 μm; 5 - 10 μm; 10 - 20 μm; 20 - 40 μm; 40 - 60 μm; 60 - 100 μm; >100 μm)

B. Metoda reflecției

7.1. Metoda exactă de determinare a gradului de omogenitate presupune existența unui computer și a unui software adecvat cu care calculul se face automat.

7.2. La metoda aproximativă de determinare a gradului de omogenitate se procedează după cum urmează:

- pe fiecare fotografie, în colțul din dreapta jos, se imprimă în momentul fotografierii o gradație de referință a cărei dimensiune se calculează conform relației:

$$M = 2000 / (M_{obj} \times F_{opt})$$

unde:

M = dimensiunea gradației de referință

M_{obj} = mărimea obiectivului

F_{opt} = factor Optovar (constanta aparatului) = 1

Exemplu: La o mărire a obiectivului de 200 de ori:

$M = 2000/200 = 10$ corespunde o gradație de referință cu dimensiunea de 10 μm .

- pe fiecare din cele trei fotografii se desenează o grilă cu dimensiunea unității de grilă egală cu gradația de referință.

7.3. Pe fiecare fotografie se alege, la întâmplare, un număr de 5 sau mai multe unități de grilă. Se determină numărul de particule de polimer cu dimensiuni mai mari de 5 μm de pe suprafața fiecărei unități de grilă (N).

Se numără toate particulele de polimer de pe fiecare unitate de grilă (Nt).

Pentru fiecare unitate de grilă se calculează procentul de particule cu dimensiuni mai mari de 5 μm (P%).

7.4. Se calculează gradul de omogenitate (GO) utilizând următoarea formulă:

$$GO \% = 100 - P \quad (1)$$

unde P este procentul de particule cu dimensiuni mai mari de 5 μm .

7.5. Se determină diametrul mediu utilizând următoarea formulă:

$$\bar{d} = (\sum_i n_i d_i^3) / (\sum_i n_i d_i^2) \quad (2)$$

7.6. Gradul de omogenitate al bitumului modificat se apreciază astfel:

GO < 80%: neomogen;

GO > 80%: omogen. (3)

III. DETERMINARE CALITATIVĂ ȘI CANTITATIVĂ A POLIMERULUI DIN BITUMUL MODIFICAT PRIN SPECTROFOTOMETRIE DE ABSORBȚIE ÎN INFRAROȘU

1. PRINCIPIU

Metoda se bazează pe înregistrarea spectrului de absorbție sau transmisiei radiației luminoase în infraroșu (IR) a probei de bitum modificat în domeniul spectral cuprins între 4000 - 600 cm^{-1} și identificarea benzilor de absorbție caracteristice polimerului analizat (determinarea calitativă).

Pentru determinarea cantitativă a conținutului de polimer se calculează absorbția benzii de absorbție specifică polimerului.

Determinarea conținutului de polimer din bitum modificat constă în trasarea curbei de calibrare pentru probe cunoscute de bitum modificat conținând 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 și 8 % polimer în greutate și apoi testarea probei bitum-polimer pentru a determina cantitatea de polimer prezentă în bitum.

2. APARATURA

2.1. Spectrofotometru SPECORD 75 IR, cu domeniul spectral 4000 cm^{-1} - 600 cm^{-1} sau

2.2. Spectrofotometru FT-IR ce utilizează transformata-Fourier în descifrarea semnalelor;

2.3. PC 486 cu tastatură și imprimantă laser;

2.4. Software pentru colectarea și analiza spectrelor IR;

2.5. Cuve IR cu ferestre de bromură de potasiu având grosimea stratului absorbant de 0,1 mm;

2.6. Pipeta de 5 ml;

2.7. Seringa de 10 ml;

2.8. Diagrame de înregistrare calibrate în numere de undă;

2.9. Balanta analitică cu precizia de 0,1 mg;

2.10. Plita electrică.

3. MATERIALE

3.1. Solvenți specifici bitumului și polimerului analizat. Pentru domeniul spectral cuprins între 600 - 1300 cm^{-1} se folosește sulfura de carbon, iar pentru un domeniu spectral mai mare de 1300 cm^{-1} se pot folosi următorii solvenți: cloroform, tetraclorură de carbon, tricloretilenă etc.



Fig. 7. Spectrofotometrul în IR

- 3.2. Copolimer stiren - butadien - stirenic (SBS): KRATON, CAROM etc.
 Copolimer etilen - vinil - acetat (EVA)
 Polietilena (PE)
 Cauciuc butadien stirenic (SBR)
 Copolimer CAPS

3.3. Azot pentru purjarea sistemului optic și a camerei de probă în vederea eliminării vaporilor de apă și a bioxidului de carbon ce ar putea denatura spectrul.

4. MODUL DE LUCRU

Aparatul se reglează astfel încât să înregistreze corect 0% și 100%T. Pentru înscriserea corectă a benzilor de absorbție, se folosește o viteză de explorare suficient de mică [aproximativ 11 minute pentru întreg domeniul spectral (4.000-600 cm^{-1})].

4.1. Identificarea calitativă

Prin cântărire cu balanța analitică se realizează o soluție de polimer în solventul adecvat, concentrația fiind de 2% (masă). Se înregistrează spectrul de absorbție în domeniul 4.000-600 cm^{-1} , utilizând cuve cu ferestre de bromură de potasiu având grosimea stratului absorbant de 0,1 mm. În fasciculul de referință se introduce cuva încărcată cu solventul utilizat la prepararea soluției de polimer.

În spectrul de absorbție apar benzi caracteristice polimerului. Se selectează spectrul pentru polimerul care prezintă interes și anume:

SBS: 965 + 5 cm^{-1} (banda caracteristică adiției trans -1,4 la dubla legătură alchenică);

905 cm^{-1} și 990 cm^{-1} (benzi caracteristice adiției 1,2 vinil la dubla legătură);

EVA: 1250 + 50 cm^{-1} (banda caracteristică grupării C-O-C din acetat);

1730 + 10 cm^{-1} (banda caracteristică grupării C=O din acetat);

PE: 1375 + 10 cm^{-1} ;

SBR: 965 + 5 cm^{-1} ;

CAPS: 2850 cm^{-1} și 2925 cm^{-1} (benzi caracteristice grupării metilen);

1640 cm^{-1} (banda caracteristică legăturii alchemice C=C);

990 cm^{-1} și 910 cm^{-1} (benzi caracteristice grupei vinil);

1600 cm^{-1} (banda caracteristică legăturii C=C aromatice);

700 cm^{-1} și 755 cm^{-1} (banda caracteristică tipului de substituție pe nucleul benzenic).

Analiza cantitativă

Conținutul de polimer din bitumuri modificate se determină utilizând curba etalon realizată din amestecuri de bitum - polimer cu concentrații cunoscute de polimer.

Pentru exemplificare se va da în continuare determinarea conținutului de SBS dintr-o probă de bitum modificat cu SBS.

A. Metoda cu spectrofotometrul SPECORD 75 IR

Pentru etalonare se folosește un amestec bitum + SBS în care concentrația în SBS este cunoscută. Prin cântărire la balanța analitică se realizează șapte soluții etalon de bitum modificat în sulfura de carbon, concentrațiile de SBS în sulfura de carbon fiind următoarele:

1-1, 5-2-2, 5-3-3, 5-4 procente masă.

Se încarcă cuva de măsură și cuva de referință cu sulfura de carbon, se înregistrează spectrul infraroșu în domeniul spectral 1300 - 600 cm^{-1} . Apoi, succesiv, se încarcă cuva de măsură cu soluțiile etalon de bitum modificat și se înregistrează spectrele infraroșii corespunzătoare în domeniul spectral menționat.

Pentru o probă de amestec (bitum + SBS), prin cântărire la balanța analitică, se realizează o soluție în sulfura de carbon în așa fel încât maximum benzii de absorbție (965 cm^{-1}) folosite pentru determinarea cantitativă a conținutului de SBS să fie cuprins în intervalul 30 - 70 % procente transmise (% T). Transmisia T este inversul absorbției A dacă $A = 60\%$, atunci $T = 40\%$.

B. Metoda cu spectrofotometrul FT -IR

Operații pregătitoare

Atât pentru trasarea curbei de calibrare cât și pentru determinarea conținutului de polimer se efectuează următoarele operații pregătitoare:

- Se deschide capacul camerei de probă și se scoate placa de bază;
- Se montează HATR în interiorul camerei de probă;
- Se atașează cristalul de ZnSe pe HATR;
- Se închide camera de probă prin coborârea capacului;
- Se fixează condițiile de înregistrare a spectrelor, respectiv:

- rezoluție: 4 cm^{-1} ;
- număr scanări: 16 sau 32 sau, funcție de acuratețea spectrului obținut, un număr mai mare de scanări;
- număr de undă: 4000 - 600 cm^{-1} ;
- există spectrul mediului din camera de probă și al cristalului de ZnSe; pentru a evita prezința aceeși formă (fig. 8) ele se vor utiliza pentru analize; în caz contrar se va purja camera

de probă cu azot și se va repeta înregistrarea până la obținerea și a celor două spectre;

- Se înregistrează spectrul în transmitanța cristalului de ZnSe;
- Dacă spectrul în transmitanță prezintă deviații ne semnificative de la linia de 100%, cristalul de ZnSe este curat și se continuă determinarea (fig. 9) în caz contrar, se șterge cristalul cu solvent și se continuă purjarea cu azot.

4.3. Trasarea curbei de calibrare

Modul de lucru în cazul trasării curbei de calibrare este următorul:

- Se prepară bitum modificat cu polimer, în concentrații cunoscute, respectiv 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 și 8 % părți în greutate polimer SBS prin solubilizarea polimerului într-un solvent adecvat, omogenizare și adăugarea bitumului și omogenizare;

Obs.: Bitumul modificat cu polimer de concentrații cunoscute se poate prepara și direct prin dispersia polimerului în bitum prin încălzire. De regulă, acest mod de preparare se utilizează când polimerul nu este solubil în solvenți specifici bitumului.

Rămâne la latitudinea utilizatorului (funcție de reproductibilitatea rezultatelor și de curba de calibrare obținută) alegerea modului de preparare.

- Din fiecare probă de bitum modificat astfel preparat se ia o cantitate suficientă pentru acoperirea completă a suprafeței cristalului de ZnSe;
- Se colectează spectrul fiecărei probe de bitum modificat.

Pentru fiecare probă de bitum modificat se înregistrează cel puțin trei spectre (10a, 10b, 10c).

Pentru fiecare spectru al fiecărei probe de bitum modificat (fig. 11) și benzile de absorbție stabilite se raportează înălțimea (aria) relativă a picului polimerului la înălțimea (aria) relativă a picului bitumului.

Se obține pentru fiecare din cele trei spectre ale unei probe de bitum modificat câte un raport; media celor trei rapoarte permite minimizarea oricărui efort de calcul.

Fiecărei concentrații de polimer din bitumul modificat îi va corespunde un raport mediu al absorbantelor.

Obs. Pentru obținerea unor rezultate care să satisfacă legea Lambert-Beer se urmărește de regulă ca picul absorbantelor de la 1375 cm^{-1} să aibă valori de max. 0,65 unități de absorbantă.

Se trasează computerizat curba de calibrare (aplicându-se tehnica regresiei liniare) reprezentând grafic raportul înălțimii absorbantelor funcție de concentrația polimerului (fig. 12).

4.2. Analiza cantitativă

Conținutul de polimer din bitumuri modificate se determină utilizând curba etalon realizată din amestecuri de bitum - polimer cu concentrații cunoscute de polimer.

Pentru exemplificare se va da în continuare determinarea conținutului de SBS dintr-o probă de bitum modificat cu SBS.

A. Metoda cu spectrofotometrul SPECORD 75 IR

Pentru etalonare se folosește un amestec bitum + SBS în care concentrația în SBS este cunoscută. Prin cântărire la balanța analitică se realizează șapte soluții etalon de bitum modificat în sulfura de carbon, concentrațiile de SBS în sulfura de carbon fiind următoarele:

1-1, 5-2-2, 5-3-3, 5-4 procente masă.

Se încarcă cuva de măsură și cuva de referință cu sulfura de carbon, se înregistrează spectrul infraroșu în domeniul spectral $1300 - 600 \text{ cm}^{-1}$. Apoi, succesiv, se încarcă cuva de măsură cu soluțiile etalon de bitum modificat și se înregistrează spectrele infraroșii corespunzătoare în domeniul spectral menționat.

Pentru o probă de amestec (bitum + SBS), prin cântărire la balanța analitică, se realizează o soluție în sulfura de carbon în așa fel încât maximul benzii de absorbție (965 cm^{-1}) folosite pentru determinarea cantitativă a conținutului de SBS să fie cuprins în intervalul 30 - 70 % procente transmisie (% T). Transmisia T este inversul absorbției A dacă $A = 60 \%$, atunci $T = 40 \%$.

B. Metoda cu spectrofotometrul FT -IR

Operații pregătitoare

Afât pentru trasarea curbei de calibrare cât și pentru determinarea conținutului de polimer se efectuează următoarele operații pregătitoare:

- Se deschide capacul camerei de probă și se scoate placa de bază;
- Se montează HATR în interiorul camerei de probă;
- Se atașează cristalul de ZnSe pe HATR;
- Se închide camera de probă prin coborârea capacului;
- Se fixează condițiile de înregistrare a spectrelor, respectiv:
 - rezoluție: 4 cm^{-1} ;
 - număr scanări: 16 sau 32 sau, funcție de acuratețea spectrului obținut, un număr mai mare de scanări;
 - număr de undă: $4000 - 600 \text{ cm}^{-1}$;
- Se înregistrează spectrul mediului din camera de probă și al cristalului de ZnSe;
- Dacă cele două spectre prezintă aceeași formă (fig. 8) ele se vor utiliza pentru corectarea spectrelor substanțelor analizate; în caz contrar se va purja camera

de probă cu azot și se va repeta înregistrarea până la obținerea similitudinii între cele două spectre;

- Se înregistrează spectrul în transmitanța cristalului de ZnSe;
- Dacă spectrul în transmitanță prezintă deviații nesemnificative de la linia de 100%, cristalul de ZnSe este curat și se continuă determinarea (fig. 9) în caz contrar, se șterge cristalul cu solvent și se continuă purjarea cu azot.

4.3. Trasarea curbei de calibrare

Modul de lucru în cazul trasării curbei de calibrare este următorul:

- Se prepară bitum modificat cu polimer, în concentrații cunoscute, respectiv 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 și 8 % părți în greutate polimer SBS prin solubilizarea polimerului într-un solvent adecvat, omogenizare și adăugarea bitumului și omogenizare;

Obs.: Bitumul modificat cu polimer de concentrații cunoscute se poate prepara și direct prin dispersia polimerului în bitum prin încălzire. De regulă, acest mod de preparare se utilizează când polimerul nu este solubil în solvenții specifici bitumului.

Rămâne la latitudinea utilizatorului (funcție de reproductibilitatea rezultatelor și de curba de calibrare obținută) alegerea modului de preparare.

- Din fiecare probă de bitum modificat astfel preparat se ia o cantitate suficientă pentru acoperirea completă a suprafeței cristalului de ZnSe;
- Se lasă aproximativ 1/2 h - 3/4 h pentru evaporarea totală a solventului;
- Se colectează spectrul fiecărei probe de bitum modificat.

Pentru fiecare probă de bitum modificat se înregistrează cel puțin trei spectre (10a, 10b, 10c).

Pentru fiecare spectru al fiecărei probe de bitum modificat (fig. 11) și benzile de absorbție stabilite se raportează înălțimea (aria) relativă a picului polimerului la înălțimea (aria) relativă a picului bitumului.

Se obține pentru fiecare din cele trei spectre ale unei probe de bitum modificat câte un raport; media celor trei rapoarte permite minimizarea oricărui efort de calcul.

Fiecărei concentrații de polimer din bitumul modificat îi va corespunde un raport mediu al absorbantelor.

Obs. Pentru obținerea unor rezultate care să satisfacă legea Lambert-Beer se urmărește de regulă ca picul absorbantelor de la 1375 cm^{-1} să aibă valori de max. 0,65 unități de absorbantă.

Se trasează computerizat curba de calibrare (aplicându-se tehnica regresiei liniare) reprezentând grafic raportul înălțimii absorbantelor funcție de concentrația polimerului (fig. 12).

4.4. Determinarea conținutului de polimer din proba de bitum modificat

- se plasează proba de bitum modificat cu polimer de concentrație necunoscută pe cristalul de ZnSe;

Obs. Proba necunoscută se poate solubiliza în solvent, așeza pe cristal, evaporându-se apoi complet solventul sau se poate întinde în stare semisolidă cu o spatulă de dimensiuni mici, ușor încălzită, pe suprafața cristalului.

- se înregistrează spectrul probei necunoscute;
- se identifică picul corespunzător polimerului;
- se raportează computerizat înălțimea relativă a picului polimerului la înălțimea relativă a picului bitumului de la 1375 cm^{-1} ;
- se obține o valoare a raportului;
- se identifică computerizat în curba de calibrare concentrația polimerului corespunzătoare valorii raportului obținut.

5. PRELUCRAREA DATELOR

A. Metoda cu spectrofotometrul SPECORD 75 R

Pentru trasarea curbei de etalonare în vederea determinărilor cantitative de SBS în bitumuri modificate s-a ales ca bandă analitică banda de absorbție 965 cm^{-1} (fig. 13).

Se calculează absorbanta cu formula:

$$A = \log I_0/I \quad (1)$$

unde:

I_0 = transmisia procentuală la linia de zero;

I = transmisia procentuală la maximumul benzii de absorbție

Se determină absorbanta raportată la unitatea de grosime a stratului absorbant:

$$Y = A / d \quad (2)$$

unde:

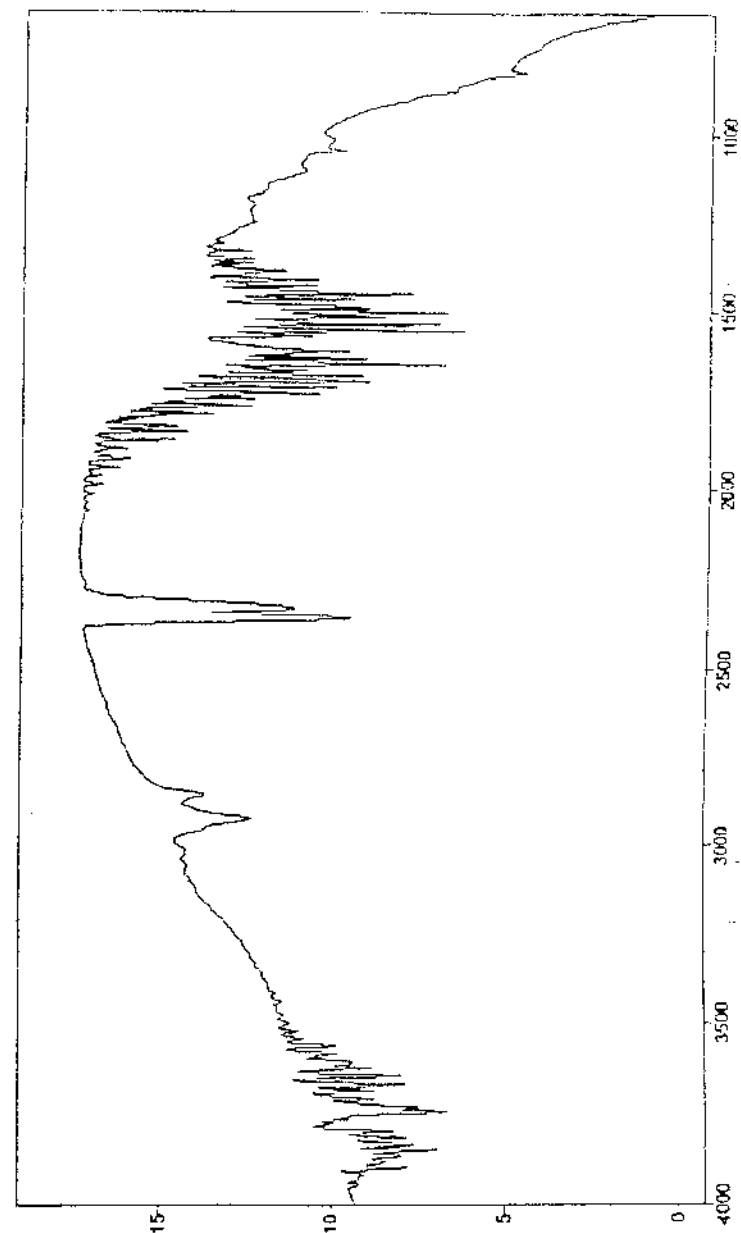
d = grosimea stratului absorbant în milimetri.

Prin metoda celor mai mici pătrate se stabilește ecuația dreptei de calibrare:

$$y = 1,438 x + 0,3487 \quad (3)$$

unde:

x = concentrația de SBS (procente de masă) în soluțiile de bitum modificat în sulfura de carbon.



Number of Scans=10 Apodization=Strong
7/15/06 5:13 AM Res=4 cm-1

Arbitrary S6 / Wavenumber (cm-1)
File # 1 : ATBKG
atbkg.spectru sample

Fig. 8. Spectrul cristalului de ZnSe

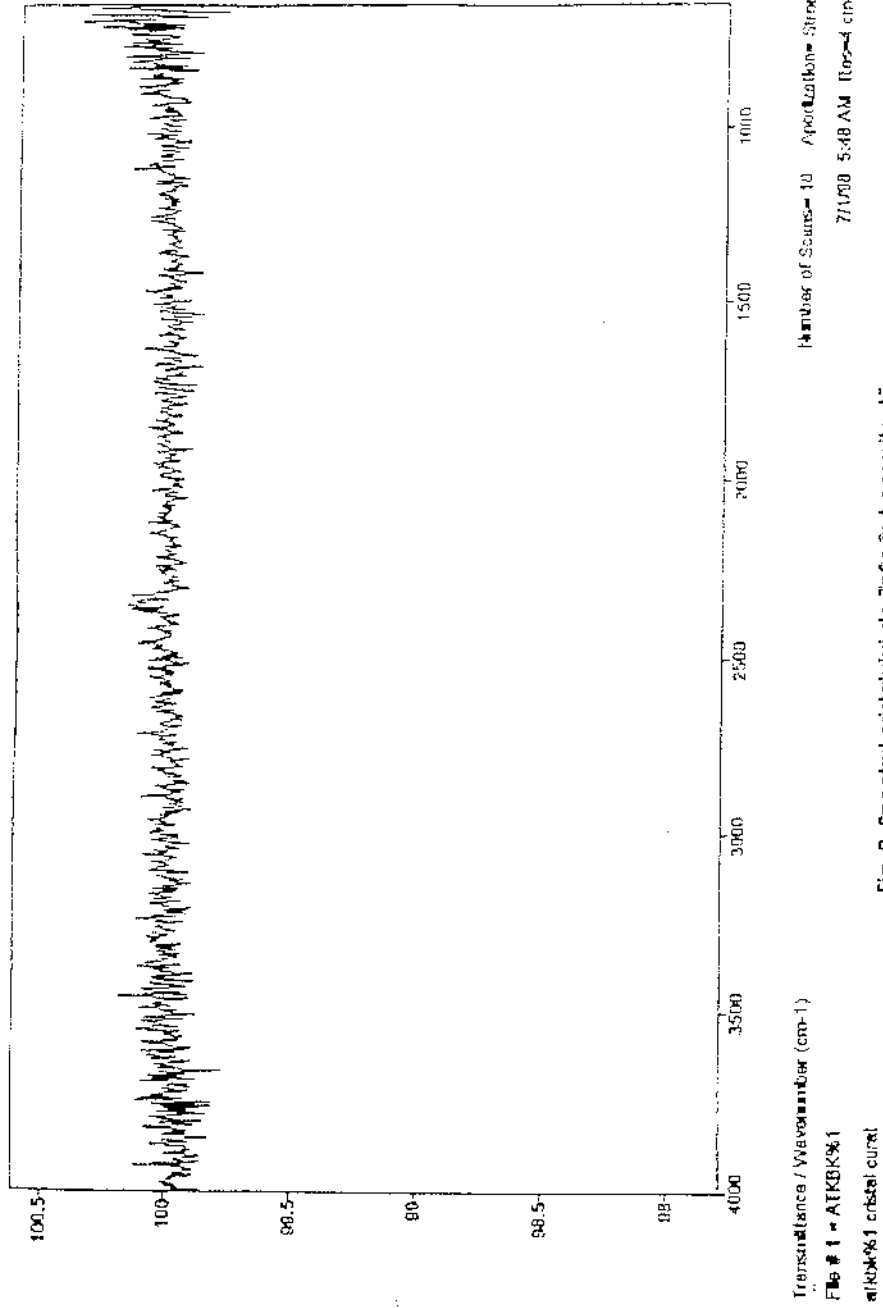


Fig. 9. Spectrul cristalinului de ZnSe în transmisianță

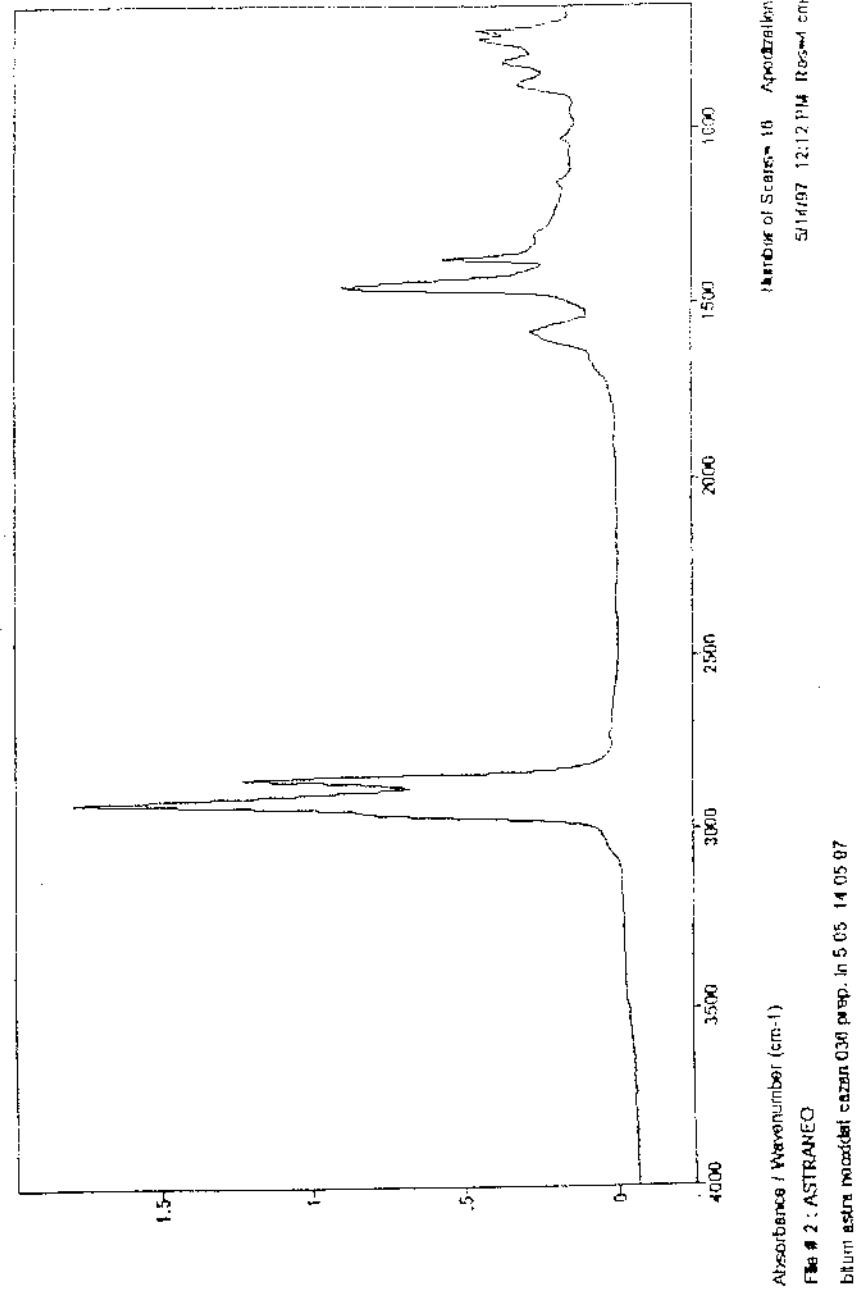


Fig. 10a. Spectrul bitumului în IR



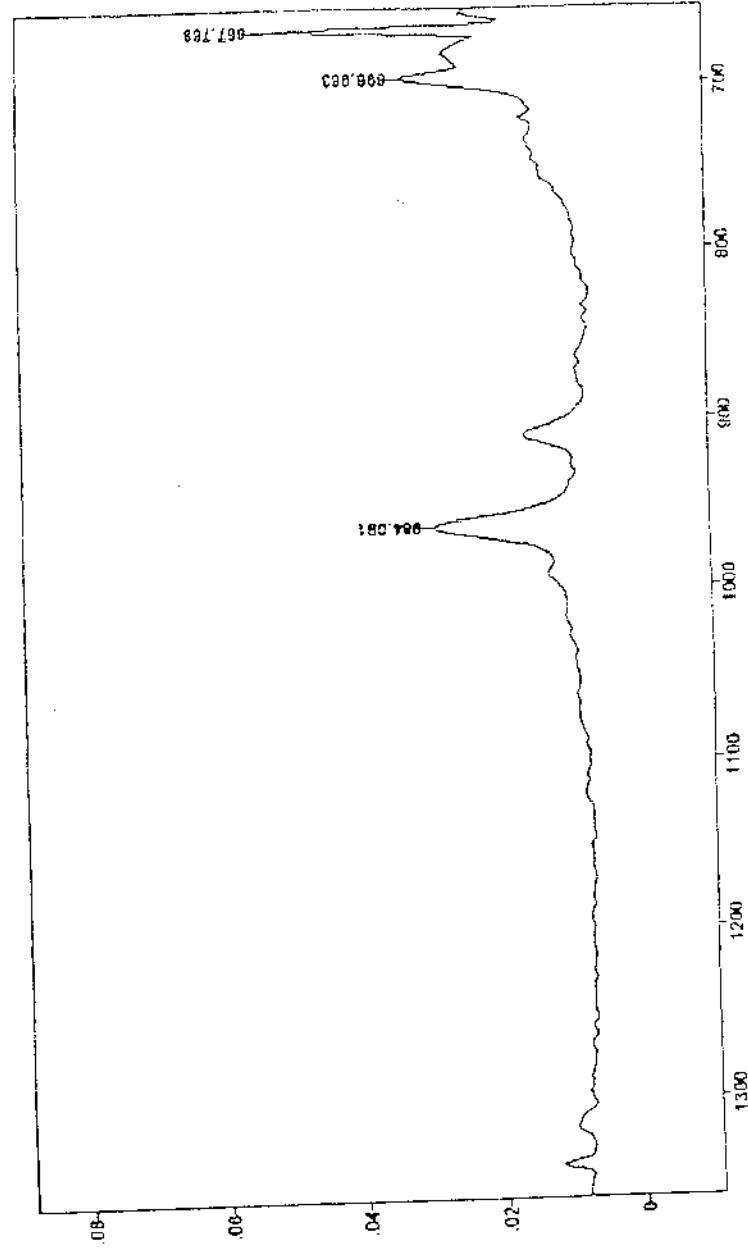
Absorbance / Wavenumber (cm-1)

File # 2 : ASTRANEO

bitum astra readcat cazan 030 prep. In 5 05 14 05 07

Number of Scans= 16 Apodization=
5/14/07 12:12 PM Res=4 cm-1

Fig. 10b. Spectrul bitumului în IR - zona de interes selectată și mărită



Absorbance / Wavenumber (cm-1)

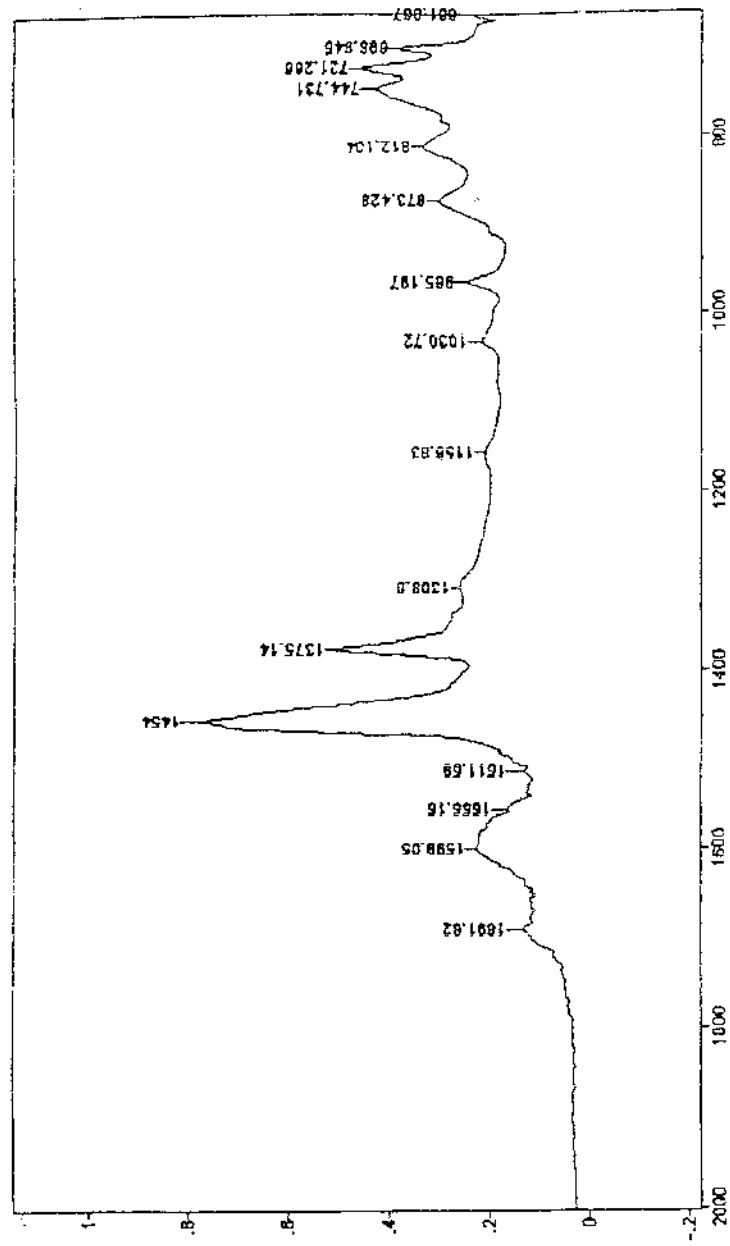
File # 4 : CAROTSI1

carom is 30 pellicula dupa incalzire

Number of Scans= 16 Apodization= Strong

7/2/06 5:23 AM Res=4 cm-1

Fig. 10c. Spectrul polymerului (SBS) în IR



Absorbance / Wavenumber (cm-1)
 File # 3 : ASTRAMOD
 strada modif cu sbs vechi

Number of Scans= 10 Application= Strada
 7/1/98 5:59 AM Res=4 cm-1

Fig. 11. Spectrul bitumului modificat cu polimer (SBS) în IR

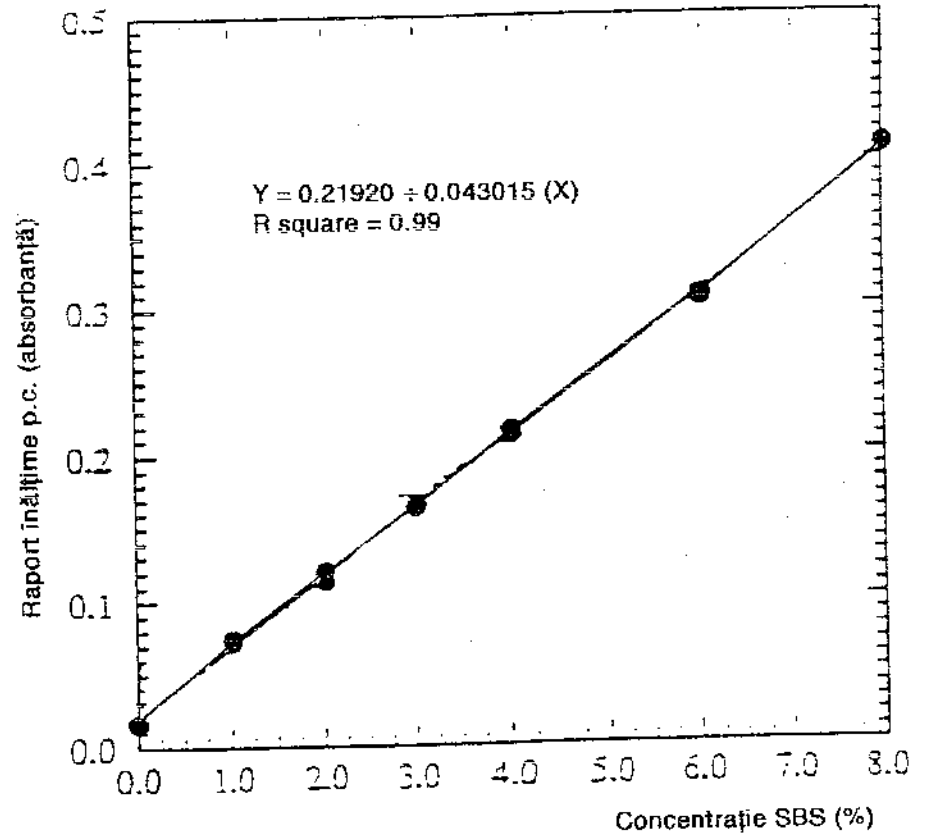


Fig. 12. Curba de calibrare pentru bitum modificat cu polimer (SBS)

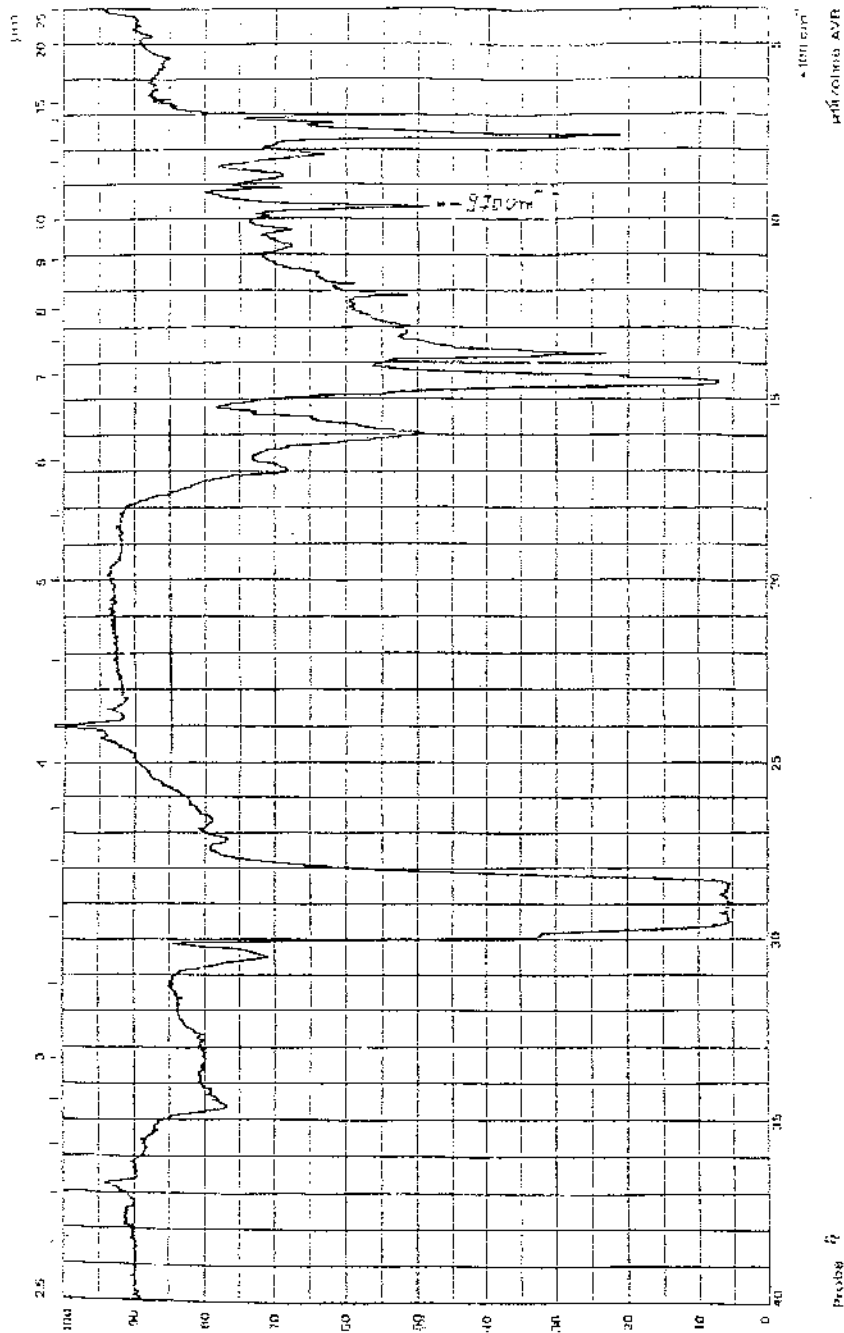


Fig. 13. Spectrul de absorbție în IR al bitumului modificat cu polimerul SBS

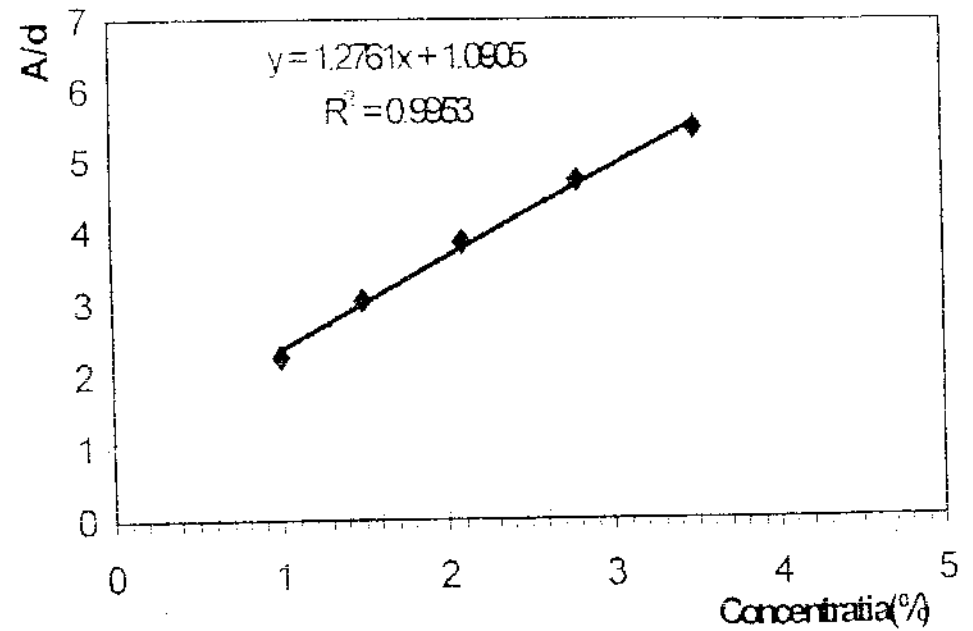


Fig. 14. Curba de etalonare pentru bitum modificat cu polimerul SBS

Conținutul de SBS (procente de masă) în bitum modificat se determină cu formula:

$$C = 100 \cdot x / C_1 \quad (4)$$

unde:

C_1 = concentrația soluției de bitum modificat în sulfura de carbon

Determinarea conținutului de polimer se poate face și direct din curba de etalon (fig. 14).

B. Metoda cu spectrofotometrul FT-IR

Se fac trei determinări ale conținutului de polimer pentru fiecare probă de bitum modificat analizată.

Rezultatul se consideră corespunzător dacă valorile concentrațiilor obținute nu diferă cu mai mult de 0,1 %.

IV. DETERMINAREA REVENIRII ELASTICE A BITUMULUI MODIFICAT CU POLIMERI, PRIN METODA DUCTILITĂȚII

1. Principiu

Metoda de determinare constă în supunerea la alungire a unei probe de bitum modificat, confecționată conform SR 61:1996, în anumite condiții de timp, temperatură și viteză.

2. Aparatură și materiale

- 2.1. Aparat pentru determinarea ductilității SR 61:1996;
- 2.2. Baie de apă termostatăă;
- 2.3. Etuvă electrică termoreglabilă pentru temperaturi până la 200°C;
- 2.4. Termometru gradat de la 0°C - 50°C cu diviziuni de 0,5°C;
- 2.5. Riglă gradată în centimetri cu diviziuni din 5 în 5 mm.

3. Modul de lucru

- 3.1. Se pregătesc 3 (trei) epruvete (forme de ductilitate) cu bitum modificat, în conformitate cu prevederile SR 61 - 96;
- 3.2. Încălzirea probelor de bitum modificat în vederea turnării în formele de ductilitate se face în etuvă la o temperatură de 160 - 170°C, până când bitumul modificat devine fluid;
- 3.3. După turnarea celei 3 (trei) forme de ductilitate se introduc în baia de apă termostatăă la temperatura de 13°C (sau 25°C) și se păstrează o oră;
- 3.4. Se montează probele de ductilitate în aparat, în baia căruia temperatura apei este de 13°C (sau 25°C);
- 3.5. Se începe întinderea probelor până la lungimea de 20 cm cu viteză de 50 mm/min; când se atinge lungimea respectivă, se secționează la mijloc cu o foarfecă proba de bitum polimer alungită, în timp de 10 sec (timpul efectiv de tăiere) (fig. 14);
- 3.6. Se lasă în repaus 30 minute; după expirarea timpului de repaus se măsoară distanța L_1 care separă cele două secțiuni prin readucerea celor două capete ale firului de bitum modificat în poziție orizontală pe suprafața riglei gradate;
- 3.7. Se scot formele de ductilitate din ductilometru și se curăță;
- 3.8. Se golește apa din ductilometru.

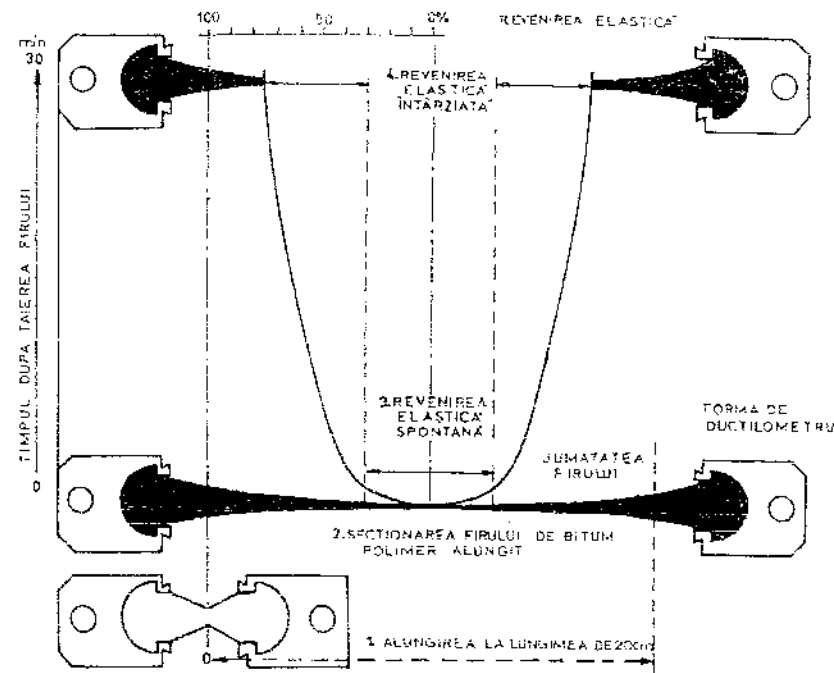


Fig. 140. Determinarea revenirii elastice la bitum modificat cu polimer

5. Prelucrarea datelor

Revenirea elastică (R_E) se exprimă în procente și se calculează cu următoarea formulă:

$$R_E = (L_1/20) \times 100, \% \quad (1)$$

unde L_1 este distanța, în cm, măsurată între cele două secțiuni.

Determinarea se face pe 3 (trei) epruvete în paralel. Rezultatele obținute nu trebuie să difere între ele cu mai mult de $\pm 2\%$. Dacă valorile individuale obținute diferă între ele cu mai mult de $\pm 2\%$, se repetă determinarea.

V. DETERMINAREA STABILITĂȚII LA STOCARE A BITUMULUI MODIFICAT CU POLIMERI

1. Principiu

Metoda se bazează pe determinarea stabilității în timp și la temperatură ridicată a bitumului modificat. Stabilitatea este exprimată ca diferența între punctul

de înmuiere al bitumului modificat la partea superioară, respectiv inferioară a probei supusă încercării.

2. Aparatură

- 2.1. Tub din aluminiu cu diametrul de 30 mm și lungimea de 150 mm;
- 2.2. Etuvă reglabilă, cu temperaturi până la 200°C;
- 2.3. Aparat pentru determinarea punctului de înmuiere IB, STAS 60 - 69;
- 2.4. Capsule din porțelan, cu diametrul de 100mm.

3. Modul de lucru

- 3.1. Se încălzește liantul în etuvă la maxim 160 °C, pentru fluidizare.
- 3.2. Se umple tubul de aluminiu cu liant (cca. 100 g) până la 2 cm față de marginea superioară.
- 3.3. Se introduce tubul în etuva adusă la temperatura de lucru de 163 ± 3 °C (tubul se așează în poziție verticală).
- 3.4. Se menține temperatura de 163 ± 3 °C, timp de 72 ore.
- 3.5. La sfârșitul determinării, se scoate tubul din etuvă și se răcește la temperatura camerei.
- 3.6. Se împarte prin tăiere partea cu liant a tubului în trei părți egale, obținându-se cantitățile: V1 din partea superioară, V2 din partea medie și V3 din partea inferioară.
- 3.7. Se introduce V1 și separat V3 în capsule de porțelan, iar V2 se elimină.
- 3.8. Se determină punctele de înmuiere (IB) de la V1 și V3, conform STAS 650 -69, obținându-se TIBV1 și TIBV3.

4. Prelucrarea rezultatelor

Se calculează diferența între TIBV1 și TIBV3.

Se consideră că bitumul modificat are stabilitate la stocare dacă:

$$TIBV1 - TIBV3 < 5^{\circ}C \quad (1)$$

unde:

TIBV1 este temperatura de înmuiere a bitumului modificat din partea superioară (V1) a tubului de încercare;

TIBV3 este temperatura de înmuiere a bitumului modificat din partea inferioară (V3) a tubului de încercare;

Rezultatul este media aritmetică a trei determinări (trei probe) care nu trebuie să difere între ele cu mai mult de 0,5°C.

În anul 2002 vor fi editate și publicate:

• **Revista "DRUMURI PODURI",**

cu apariții în lunile

februarie, aprilie, iunie, august,
octombrie și decembrie;

• **Buletinul Tehnic Rutier,**

cu apariție lunară

abonați-vă la publicațiile noastre !

• **Prețul unui abonament este:**

• Revista "DRUMURI PODURI" 1.000.000 lei / an
(6 numere)

• Buletin Tehnic Rutier 2.000.000 lei / an
(12 numere)

Drumuri și poduri

În numărul viitor al Buletinului Tehnic Rutier:

- Matricele O-D și cureții de circulație determinați pe rețeaua de drumuri naționale pe baza rezultatelor anchetelor O-D și a recensământului de circulație din anul 2000, ind. AND 579-2002
- Recensământul general de circulație din anul 2000, ind. AND 580-2002
- Normativ pentru proiectarea aparatelor de reazem la podurile de șosea din beton armat, ind. P 15-2000

**Dacă doriți să fiți cât mai bine informați,
procurați-vă din timp publicațiile AND și APDP.**