

Gheorghe LUCACI

**DEFECȚIUNILE ÎMBRĂCĂMINȚILOR
RUTIERE MODERNE.**

CUPRINS

1. GENERALITĂȚI	5
2. DEFECTIUNILE ÎMBRĂCĂMINȚILOR RUTIERE BITUMINOASE	6
2.1. Clasificarea defecțiunilor îmbrăcămînților rutiere bituminoase	6
2.2. Prezentarea defecțiunilor îmbrăcămînților rutiere bituminoase	9
2.2.1. Suprafață șlefuită	9
2.2.2. Suprafață exsudată	9
2.2.3. Suprafață șiroită	12
2.2.4. Peladă	13
2.2.5. Văluriri și refulări	15
2.2.6. Suprafață poroasă	16
2.2.7. Suprafață cu ciupituri	18
2.2.8. Suprafață încrețită	20
2.2.9. Praguri (dâmburi)	20
2.2.10. Rupturi de margine	21
2.2.11. Fisuri și crăpături	22
2.2.11.1. Fisuri și crăpături transversale.....	22
2.2.11.2. Fisuri și crăpături longitudinale.....	25
2.2.11.3. Fisuri și crăpături multiple pe direcții diferite.....	27
2.2.11.4. Fisuri și crăpături unidirecționale multiple	28
2.2.12. Faianțări.....	29
2.2.13. Făgașe longitudinale.....	31
2.2.14. Gropi.....	33
2.2.15. Degradări provocate de îngheț-dezghet.....	35
2.2.16. Tasări locale.....	36
3. DEFECTIUNI ALE ÎMBRĂCĂMINȚILOR RUTIERE DIN BETON DE CIMENT	38
3.1. Clasificarea defecțiunilor îmbrăcămînților rutiere din beton de ciment.....	38
3.2. Prezentarea defecțiunilor îmbrăcămînților rutiere din beton de ciment.....	42
3.2.1. Suprafață șlefuită.....	42
3.2.2. Suprafață alunecoasă.....	43
3.2.3. Suprafață exfoliată.....	43
3.2.4. Peladă.....	45

3.2.5. Decolmatarea rosturilor.....	46
3.2.6. Deschiderea rosturilor longitudinale.....	48
3.2.7. Rosturi cu mastic în exces.....	49
3.2.8. Rupturi.....	50
3.2.9. Fisuri și crăpături.....	52
3.2.9.1. Fisuri și crăpături transversale.....	53
3.2.9.2. Fisuri și crăpături longitudinale.....	54
3.2.9.3. Fisuri și crăpături diagonale.....	55
3.2.9.4. Fisuri și crăpături de colț.....	56
3.2.10. Gropi.....	57
3.2.11. Pompaj.....	58
3.2.12. Tasarea dalelor.....	59
3.2.13. Faianțări.....	61
3.2.14. Distrugerea totală a dalelor.....	62
4. DEFECȚIUNI ALE PAVAJELOR DIN PIATRĂ CIOPLITĂ.....	64
4.1. Clasificarea defecțiunilor pavajelor din piatră cioplită.....	64
4.2. Prezentarea defecțiunilor pavajelor din piatră cioplită.....	64
4.2.1. Decolmatarea rosturilor.....	64
4.2.2. Înfundarea sau spargerea unor pavele izolate.....	66
4.2.3. Rotunjirea pavelor prin uzură.....	67
4.2.4. Suprafață șlefuită.....	68
4.2.5. Denivelarea unor porțiuni din pavaj.....	69
5. TEHNOLOGII PENTRU REMEDIEREA DEFECȚIUNILOR	
ÎMBRĂCĂMINȚILOR RUTIERE MODERNE.....	70
5.1. Tehnologii pentru remedierea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere	
bituminoase.....	70
5.1.1. Tratarea suprafețelor cu exces de bitum.....	70
5.1.2. Badijonarea suprafețelor poroase.....	71
5.1.3. Colmatarea fisurilor și crăpăturilor din îmbrăcămințile poroase.....	71
5.1.4. Repararea degradărilor și a gropilor prin decaparea și refacerea	
îmbrăcămintei.....	72
5.1.5. Decaparea și înlocuirea completă a structurii rutiere.....	74
5.2. Tehnologii pentru remedierea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere	
din beton de ciment.....	75
5.2.1. Reparații cu mixturi asfaltice.....	75

5.2.2. Reparații cu beton rutier fluidifiat	76
5.2.3. Reparații cu mortar pe bază de rășini epoxidice.....	77
5.3. Tehnologii pentru remedierea defecțiunilor la pavajele din piatră cioplită...78	
5.3.1. Colmatarea rosturilor pavajelor din piatră cioplită	78
5.3.1.1. Colmatarea rosturilor la cald cu mastic bituminos.....	78
5.3.2. Repararea pavajelor cu defecțiuni de înfundare sau spargere a unor pavele izolate.....	78
5.3.3. Repararea denivelărilor în pavajele din piatră cioplită.....	79
5.3.4. Acoperirea pavajelor existente cu îmbrăcămînți bituminoase.....	80
5.4. Tratamente bituminoase.....	80
5.4.1. Generalități.....	80
5.4.2. Executarea tratamentelor bituminoase.....	88
5.4.2.1. Tratamente bituminoase simple.....	88
5.4.2.2. Tratamente bituminoase duble.....	92
5.4.2.3. Tratamente bituminoase întărite.....	92
5.4.2.4. Tratamente bituminoase anrobate “in situ” (Trabinsit).....	93
5.4.2.5. Tratamente bituminoase duble inverse.....	94
5.4.2.6. Tratamente bituminoase pe drumuri cu trafic intens.....	95
5.5. Șlam bituminos.....	96
5.6. Straturi bituminoase foarte subțiri.....	98
5.7. Mixturi asfaltice stocabile utilizate la rece pentru repararea îmbrăcămînților rutiere bituminoase.....	103
5.7.1. Generalități.....	103
5.7.2. Mixturi asfaltice stocabile cu emulsie bituminoasă cationică.....	104
5.7.3. Mixturi asfaltice stocabile cu emulsie bituminoasă anionică.....	105
5.8. Tehnologii moderne pentru regenerarea și reutilizarea îmbrăcămînților rutiere bituminoase vechi.....	106
5.8.1. Regenerarea îmbrăcămînței bituminoase vechi fără modificarea dozajului mixturii asfaltice existente.....	107
5.8.2. Regenerarea îmbrăcămînței bituminoase vechi cu mixtură asfaltică recuperată și corectată.....	109
6. PRESCRIPTII TEHNICE CARE SE APLICĂ PENTRU PREVENIREA ȘI REMEDIEREA DEFECȚIUNILOR LA ÎMBRĂCĂMINȚILE RUTIERE MODERNE.....	111
7. BIBLIOGRAFIE.....	113

DEFECȚIUNILE ÎMBRĂCĂMINȚILOR RUTIERE MODERNE. DEFINIRE, CAUZE, METODE DE PREVENIRE ȘI REMEDIERE

1. GENERALITĂȚI

Prezentul tratat definește tipurile de defecțiuni ce apar la îmbrăcămințile rutiere moderne, cu menționarea cauzelor care le generează și a soluțiilor tehnice de principiu care se recomandă a fi adoptate pentru prevenirea și remedierea acestora. De asemenea, sunt prezentate în detaliu tehnologiile care se aplică în mod curent în această etapă în România pentru întreținerea îmbrăcăminților rutiere moderne.

Definirea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere este absolut necesară și la aprecierea stării de degradare a drumurilor, pe baza căreia se stabilesc strategiile de intervenție și soluțiile tehnice adecvate, pentru asigurarea unui anumit nivel de calitate a suprafeței de rulare, în funcție de importanța drumului, intensitatea și componența traficului rutier, condițiile climaterice etc.

Tratarea defecțiunilor este grupată în funcție de tipurile îmbrăcăminților rutiere, după cum urmează:

- defecțiuni ale îmbrăcăminților bituminoase;
- defecțiuni ale îmbrăcăminților din beton de ciment;
- defecțiuni ale pavajelor din piatră cioplită.

Clasificarea defecțiunilor în funcție de locul de apariție și de urgența de remediere, determinată de impactul acestora asupra condițiilor de circulație oferite utilizatorilor drumului este prezentată pentru fiecare tip de îmbrăcămințe rutieră în parte.

De asemenea este prezentat gradul de influența a diferitelor cauze în apariția unui anumit tip de defecțiune, separat pentru fiecare tip de îmbrăcămințe.

Tehnologii specifice pentru remedierea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere moderne sunt enunțate pentru fiecare tip de defecțiune și, de asemenea, sunt tratate în detaliu în capitole separate.

2. DEFECȚIUNILE ÎMBRĂCĂMINȚILOR RUTIERE BITUMINOASE

2.1. Clasificarea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere bituminoase

Defecțiunile îmbrăcăminților rutiere bituminoase sunt prezentate în tabelul 2.1, grupate în funcție de locul de apariție.

Tabelul 2.1

Clasificarea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere bituminoase după locul de apariție

Nr. crt.	Grupa defecțiunilor	Tipul defecțiunii
1	Defecțiuni ale suprafeței de rulare	Suprafață șlefuită Suprafață exsudată Suprafață șiroită
2	Defecțiuni ale îmbrăcămintei structurii rutiere	Peladă Văluriri și refulări Suprafață poroasă Suprafață cu ciupituri Suprafață încrețită Praguri Rupturi de margine
3	Defecțiuni ale structurii rutiere	Fisuri și crăpături Faianțări Făgașe longitudinale Gropi
4	Defecțiuni ale complexului rutier	Degradări din îngheț-dezgheț Tasări locale

Clasificarea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere bituminoase în funcție de urgențele de remediere este dată în tabelul 2.2.

Urgențele de remediere a defecțiunilor din tabelul 2.2 țin seama de efectul lor asupra desfășurării normale a traficului rutier, modul în care afectează siguranța circulației și de influența lor asupra comportării în exploatare a îmbrăcăminților rutiere bituminoase. Intervențiile pentru remedierea defecțiunilor trebuie să se efectueze prin tehnologii adecvate și la momentul oportun, asigurându-se astfel optimizarea utilizării resurselor disponibile. Este imperios necesar a se efectua o expertiză tehnică a drumurilor cu mijloace tehnice specifice, care permite evaluarea stării tehnice și, în continuare, stabilirea strategiilor și soluțiilor tehnice de intervenție. Acest ultim aspect se rezolvă utilizând programe informatice specifice, de tip P.M.S., care permit administratorului rețelei rutiere să-și planifice optim resursele în funcție de criterii obiective.

Tabelul 2.2

Clasificarea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere bituminoase după urgența de remediere

Urgența remedierii	Gradul defecțiunii	Tipul defecțiunii
I	Defecțiuni grave	Gropi Văluriri și refulări mari Degradări din îngheț-dezghet Tasări locale Praguri Făgașe longitudinale avansate
II	Defecțiuni mijlocii	Peladă Suprafață șlefuită Suprafață încrețită Văluriri și refulări în stare incipientă Suprafață exsudată Fisuri și crăpături Rupturi de margine Făgașe longitudinale incipiente
III	Defecțiuni ușoare	Suprafață cu ciupituri Suprafață poroasă Suprafață șiroită Peladă la tratamente bituminoase

Defecțiunile îmbrăcăminților rutiere bituminoase se datorează în general următoarelor grupe de cauze:

- exploatarea lor sub un trafic intens și greu;
- capacitatea portantă a complexelor rutiere necorespunzătoare;
- calitatea necorespunzătoare a materialelor utilizate pentru construcție;
- execuția lucrărilor în condiții de calitate necorespunzătoare;
- condiții de exploatare agresive neluate în calcul la proiectare;
- lipsă de întreținere adecvată condițiilor climaterice, de trafic și duratei de exploatare.

Influența diferitelor grupe de cauze asupra apariției unui anumit tip de defecțiuni este prezentată în tabelul 2.3.

Din tabelul 2.3 iese în evidență faptul că *grupele de cauze*: calitatea materialelor, execuția lucrărilor și activitățile de întreținere, au o influență mai mult sau mai puțin importantă asupra majorității tipurilor de defecțiuni. Pentru evitarea apariției defecțiunilor la îmbrăcămințile rutiere bituminoase, în scopul asigurării unei viabilități corespunzătoare a drumurilor se impune ca la construcția și întreținerea drumurilor să se urmărească:

- utilizarea unor materiale cu caracteristici corespunzătoare, conform normativelor în vigoare;

Tabelul 3

Grupă cauze	Factori	Tip defecțiune	D.S.R.			D.I.S.R.							D.S.T.R.				D.C.R.	
			Suprafață șlefuită	Suprafață exsudată	Suprafață șroită	Peladă	Văluri și refulări	Suprafață poroasă	Suprafață cu ciupituri	Suprafață încrăpă	Praguri	Rupțiuni de margină	Fisuri și crăpături	Făgașe	Longitudinale	Gropi	Degradări din îngheț-dezgheț	Tasări locale
0		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Trafic	Trafic greu		X	X		X	XX					XX	XX	XX	XX	XX	XX	X
	Trafic canalizat												XX	X	XX	X		X
Capacitatea portantă	Capacitate portantă redusă												XX	XX	XX	X	X	X
	Capacitate portantă neuniformă											X	XX	X	X	X	X	X
Calitatea materialelor	Neasigurare la îngheț-dezgheț												XX	XX	X	X	XX	
	Consistența bitumului (moale)		X	XX			XX			XX					X	X		
	Agregate alterate, murdare cu impurități					X			XX					X	XX			
	Densitatea redusă a agregatelor	XX																
	Filer cu cocoloașe								X									
	Pământ geliv											X	X	X	X		XX	
	Dozaj liant exces			XX			XX			XX					XX	X		
	Dozaj agregate schelet mineral slab						XX							XX	X			
	Așternere (temperatură scăzută)					XX	X	X			XX		XX		X	X		
	Amorsare		X			XX										X		
	Compactare insuficientă					X		XX			X	X		X	XX	X		XX
	Bitum ars					X		XX				XX	X	X		XX		
	Lipsă încadrări						X							X				
	Defecțiuni ale patului drumului											XX		X	X		XX	
	Drenare și evacuare ape nesatisfăcătoare													XX	X	XX	XX	X
	Temperatură ambientantă ridicată		XX				X						X	X	X			
Condiții de exploatare și mediu înconjurător	Durată exploatare depășită (oboseală)	X											XX	XX	X	XX		
	Contrația fundației												XX	X				
	Contaminare cu argilă												X	XX	X	X	XX	
	Lipsă etanșitate îmbrăcăminte							X					X	XX		X		
Lucrări de întreținere	Calitatea necorespunzătoare a lucrărilor			X	XX	XX		X			X		X	XX		XX	XX	X
	Amânare lucrări de întreținere	X						X			X		X	XX	X	XX	X	

XX – influență importantă

X – influență redusă

- executarea unor lucrări de foarte bună calitate, cu respectarea strictă a tehnologiilor prescrise de normative și a parametrilor prevăzuți în proiecte;

- întreținerea drumurilor prin lucrări de calitate, executate la timp, urmărindu-se asigurarea unui caracter preventiv activității de întreținere.

În ceea ce privește grupele de factori: trafic, capacitate portantă și condiții de exploatare și mediu înconjurător, se remarcă influența acestora îndeosebi asupra defecțiunilor structurii rutiere și ale complexului rutier. Pentru prevenirea degradării drumurilor datorită acțiunii acestor factori se impune:

- dimensionarea corespunzătoare a complexului rutier pentru asigurarea preluării în bune condiții a sarcinilor din trafic, în special din traficul greu în condițiile de exploatare date;

- protejarea straturilor rutiere și a pământului din patul drumului de acțiunea apelor prin luarea măsurilor necesare pentru evacuarea acestora și etanșarea îmbrăcămintei;

- asigurarea la acțiunea îngheț-dezghețului;

- ranforsarea complexelor rutiere cu durată de exploatare depășită;

- controlul traficului din punct de vedere al tonajului.

2.2. Prezentarea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere bituminoase

2.2.1. Suprafață șlefuită

Suprafața șlefuită se prezintă lucioasă, fără nici un fel de asperități, de culoare mai deschisă. Suprafețele șlefuite apar mai frecvent în curbe, la intersecții și în general în locurile unde conducătorul auto este obligat să accelereze sau să decelereze. Datorită rugozității reduse, aderența pneurilor la suprafața de rulare șlefuită este redusă considerabil favorizându-se astfel deraparea autovehiculelor.

Cauzele apariției suprafețelor șlefuite pot fi:

- durata de exploatare îndelungată a îmbrăcămintei;

- îmbrăcămintă bituminoasă realizată din mixturi asfaltice cu schelet mineral având conținut ridicat de fracțiuni fine;

- utilizarea unor agregate naturale, cu rezistență redusă la șlefuire, pentru prepararea mixturilor asfaltice;

- trafic intens;

- solicitări orizontale importante generate de traficul rutier, specifice zonelor în curbe și sectoarelor unde se produc accelerări și decelerări frecvente.



Fig. 2.1. Suprafață șlefuită

Prevenirea sau întârzierea apariției suprafețelor șlefuite se realizează prin:

- executarea stratului de uzură din betoane asfaltice rugoase;
- utilizarea în stratul de uzură a criblurilor de bună calitate din roci dure, care să prezinte o mare rezistență la șlefuire și o foarte bună adezivitate față de bitum;
- efectuarea compactării îmbrăcămintei bituminoase cu compactoare cu pneuri, la o temperatură ridicată (110...120 °C);
- evitarea efectuării așa-numitei închideri a suprafeței după terminarea compactării, îndeosebi în curbe cu profil transversal convertit sau supraînălțat.

Suprafețele șlefuite favorizează derapajul mai ales când sunt și umede. De aceea, pentru **remediere** se recomandă tratarea lor în vederea realizării rugozității necesare mării siguranței circulației, putându-se utiliza una din următoarele soluții:

- executarea de tratamente bituminoase rugoase cu 0,5...0,8 kg/m² bitum și 10...13 kg/m² criblură 8...16 mm, conform normativelor în vigoare;
- executarea de covoare asfaltice din betoane asfaltice rugoase;
- executarea unui covor asfaltic rugos prin clutaj.

Soluțiile ce se adoptă pentru stratul de rulare rugos trebuie studiate ținându-se seama de viteza de circulație, evitându-se mixturile asfaltice de tipul mortarelor, care la viteze mari și mai ales dacă sunt și umede au un coeficient de frecare mic și favorizează derapajul.

2.2.2. Suprafață exsudată

Suprafața exsudată se caracterizează printr-un exces de bitum, are culoarea neagră lucioasă, aderând la pneurile autovehiculelor. Suprafața cu exces de bitum este deosebit de periculoasă prin faptul că favorizează deraparea.

Cauzele apariției bitumului la suprafața îmbrăcămintei pot fi:

- conținut ridicat de bitum (peste limita admisă) al mixturilor asfaltice folosite la executarea stratului de uzură;
- dozaj de bitum peste limita superioară admisă la executarea tratamentelor bituminoase;
- folosirea unui bitum cu vâscozitate redusă (penetrație peste 120 l/10 mm);
- temperatură ridicată a mediului ambiant;
- circulație intensă;
- compactarea insuficientă la punerea în operă a stratului de uzură din mixtură asfaltică;
- amorsarea stratului suport cu o cantitate prea mare de bitum (peste 0,5...0,6 kg/m²).



Fig. 2.2. Suprafață exsudată

Prevenirea excesului de bitum se poate realiza prin respectarea condițiilor tehnice privind:

- stabilirea și aplicarea dozajelor la prepararea mixturilor asfaltice și execuția tratamentelor bituminoase;
- alegerea tipului de bitum adecvat;
- amorsarea stratului suport cu maximum 0,3...0,4 kg bitum rezidual pe metru pătrat;
- compactarea corespunzătoare a straturilor bituminoase;
- respectarea regimului de temperaturi la fabricarea și punerea în operă a mixturilor asfaltice.

Remediarea suprafețelor exsudate se face prin: saturarea cu criblură 3...8 mm, nisip de concasaj sau nisip grăunțos de râu, în cantitate care depinde de situația locală. Operația se poate face mecanic, atunci când se tratează suprafețe întinse, sau manual pentru suprafețe mici, izolate. Se recomandă, dacă este posibil, ca materialul să fie preîncălzit la 120...130 °C și cilindrat ușor.

Se recomandă ca tratamentele bituminoase să fie ținute sub observație, iar suprafețele ce prezintă exces de bitum să fie semnalizate corespunzător și tratate urgent. În cazul în care excesul de bitum pe anumite porțiuni este mare, pentru evitarea formării dâmburilor se recomandă tratarea suprafeței cu filer, înainte de așternerea criblurii.

2.2.3. Suprafața șiroită

Suprafața șiroită apare în cazul tratamentelor bituminoase și se prezintă ca o suprafață vărgată, cu fâșii longitudinale de câțiva centimetri lățime pe care nu există tratament bituminos, alternând cu suprafețe pe care tratamentul se prezintă bine. Aceasta are un aspect inestetic, însă nu jenează în mod deosebit participanții la circulație.

Apariția suprafețelor șiroite este cauzată de stropirea neuniformă a liantului pe suprafața părții carosabile la executarea tratamentelor bituminoase, datorită înfundării unor duze de la autostropitor sau nereglerii corespunzătoare a înălțimii rampei de stropire. Suprafețele aferente unor duze înfundate rămân fără liant și în consecință criblura nu aderă pe aceste suprafețe.

Pentru **prevenirea** suprafețelor șiroite trebuie luate următoarele măsuri:

- menținerea duzelor autostropitorului într-o stare corespunzătoare pentru a evita înfundarea lor, prin verificarea înainte de începerea lucrului și eventual desfundarea acestora;
- folosirea unui liant fără impurități;
- utilizarea unui liant cu vâscozitate adecvată;
- menținerea bitumului la o temperatură adecvată stropirii (180 °C);

- în cazul înfundării duzelor, operația de stropire a liantului trebuie oprită imediat pentru aducerea în stare de funcționare a duzelor.

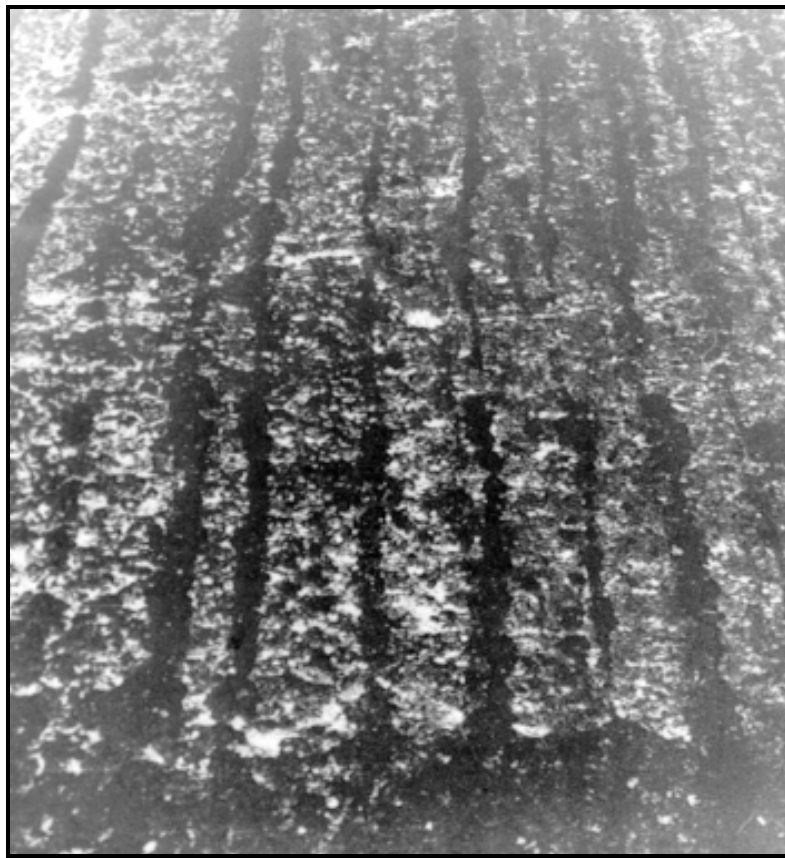


Fig. 2.3. Suprafață șiroită

Remediarea suprafețelor șiroite se face cât mai urgent posibil prin stropirea liantului bituminos cu lancea autostropitorului pe zona fără liant, apoi acoperirea cu criblură și efectuarea unei cilindrări ușoare. Dacă suprafața este mare se recomandă aplicarea unui tratament sau șlam bituminos pentru estetizare.

2.2.4. Peladă

Pelada este o defecțiune care constă în desprinderea parțială a stratului de uzură de pe stratul suport, sau dezlipirea unor suprafețe mici din tratamentul bituminos. Suprafața apare neuniformă, cu aspect de insule izolate, care jonează circulația rutieră.

Cauzele apariției fenomenului de peladă sunt legate de neacroșarea corespunzătoare a stratului de uzură (a criblurii în cazul tratamentelor bituminoase) la stratul suport și pot fi:

- utilizarea unei mixturi asfaltice neomogene;
- punerea în operă a mixturii asfaltice la o temperatură scăzută (sub 100 °C);

- aşternerea mixturii asfaltice fără crearea condițiilor necesare de acroşare (buciardare, amorsare);
- curăţarea necorespunzătoare a suprafeţei stratului suport;
- neamorsarea sau amorsarea necorespunzătoare a stratului suport;
- straturi de rulare de grosime insuficientă (în special la covoare asfaltice executate pe pavaje din piatră fasonată şi îmbrăcămini din beton de ciment);
- agregate naturale murdare utilizate la executarea tratamentelor bituminoase.



Fig. 2.4. Peladă

Pelada poate fi **prevenită** prin:

- realizarea unei mixturi asfaltice corespunzătoare, conform dozajului prescris de laborator;
- respectarea regimului de temperaturi la prepararea şi punerea în operă a mixturilor asfaltice;
- asigurarea unei suprafeţe uscate şi curate pentru aşternere;
- amorsarea şi eventual buciardarea stratului suport;
- compactarea corectă, imediat după aşternerea mixturii asfaltice, şi la temperatură corespunzătoare.

Se recomandă utilizarea unui bitum de foarte bună calitate, eventual aditivat pentru îmbunătăţirea adezivităţii.

Remediarea defecţiunii se face în funcţie de mărimea suprafeţei afectate, astfel:

- prin plombare cu mixtură asfaltică cu agregat mărunţ, dacă defecţiunile sunt izolate;

- realizarea unui covor asfaltic, cu decaparea stratului de uzură afectat sau direct peste acesta, în cazul când suprafețele afectate sunt mari. Efectuarea plombărilor înainte de executarea covorului asfaltic este obligatorie;

- în cazul apariției peladei la tratamentele bituminoase, remedierea constă în refacerea manuală a tratamentului pe aceste suprafețe după curățarea lor temeinică sau prin badijonarea cu bitum tăiat realizat cu petrosin sau emulsie bituminoasă cationică și acoperirea cu criblură urmată de cilindrare.

2.2.5. Văluriri și refulări

Suprafața vălurită (sau ondulată) se prezintă cu denivelări în profil longitudinal, sub forma unei table ondulate. Frecvența undulărilor este de aproximativ 1 m, iar amplitudinea



Fig. 2.5. Văluriri



Fig. 2.6. Refulări

acestora poate varia de la 10...15 mm la 30...40 mm.

Refulările apar când îmbrăcămintea bituminoasă, devenită plastică, este împinsă lateral suprapunându-se peste îmbrăcămintea nedeteriorată sau chiar peste bordură.

Cauzele care provoacă apariția vălurilor și refulărilor pot fi:

- exces de bitum în masa mixturii asfaltice;
- bitum de consistență redusă;
- schelet mineral slab al mixturii asfaltice;
- temperatura ridicată a mediului ambiant;
- trafic intens cu frânări și accelerări frecvente care generează forțe tangențiale mari.

În general s-au constatat văluriri și refulări frecvente pe suprafețele îmbrăcăminților bituminoase cu strat de uzură din mortar asfaltic, sau din mixturi asfaltice cu nisip bituminos.

Prevenirea formării vălurilor se poate face prin:

- proiectarea și punerea în operă a unor mixturi asfaltice cu compoziție corespunzătoare;
- utilizarea unui bitum cu consistență adecvată condițiilor de exploatare;
- corectarea vâscozității bitumului din nisipul bituminos.

Remediarea acestor defecțiuni se poate face prin decaparea sau frezarea stratului vălurit și înlocuirea acestuia cu un nou strat realizat dintr-o mixtură asfaltică de calitate corespunzătoare. Materialul decapat poate fi reutilizat folosind o tehnologie adecvată.

În cazul vălurilor extinse, soluția de remediere va fi adoptată în baza unor studii tehnico-economice aprofundate.

2.2.6. Suprafață poroasă

Suprafața poroasă prezintă în general o culoare mai deschisă, după ploaie aceasta rămânând umedă un timp îndelungat. Uneori porii se observă cu ochiul liber.

Îmbrăcămințile bituminoase cu aspect poros prezintă un conținut redus de bitum și absorbții de apă mari, peste limitele admise.

Cauzele apariției suprafețelor poroase pot fi:

- insuficiența bitumului în mixtura asfaltică;
- granulozitatea necorespunzătoare a agregatului natural;
- compactarea insuficientă sau la temperaturi prea mici;
- neasfaltizarea suprafeței de rulare datorită traficului redus sau datorită faptului că execuția s-a făcut într-o perioadă rece și umedă ori toamna târziu;
- neefectuarea închiderii suprafeței îmbrăcămintei bituminoase, mai ales când execuția s-a făcut toamna târziu.

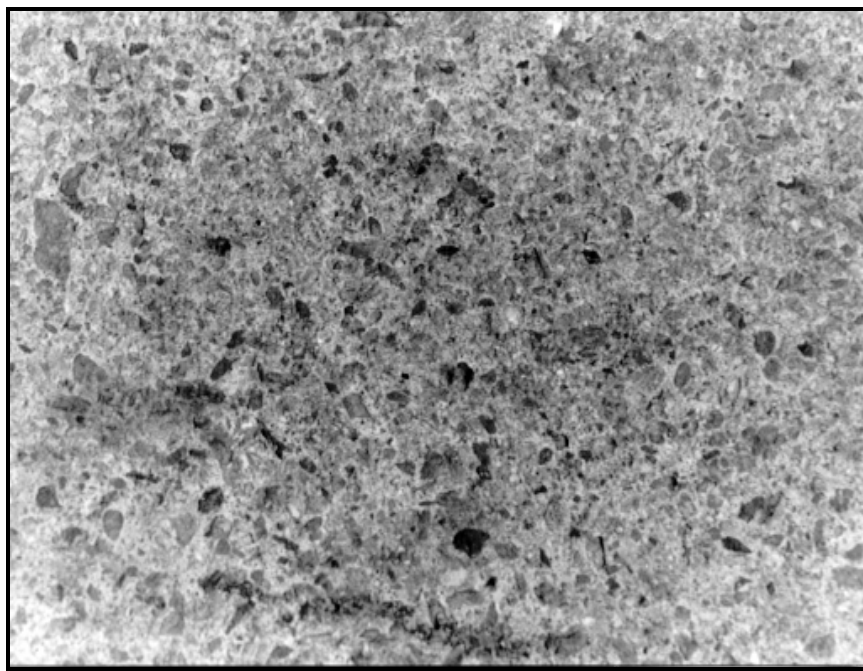


Fig. 2.7. Suprafață poroasă

Prevenirea apariției suprafețelor poroase se face luând următoarele măsuri la fabricarea și punerea în operă a mixturilor asfaltice:

- stabilirea corectă și respectarea dozajului de bitum;
- realizarea unei granulozități corespunzătoare pentru agregatul natural;
- compactarea corespunzătoare, imediat după așternerea mixturii asfaltice, la temperaturile prescrise;
- executarea lucrărilor în anotimpul călduros, pentru a da îmbrăcămintei posibilitatea de asfaltizare;
- luarea unor măsuri speciale de etanșare (tratamente bituminoase, badijonări etc.) pentru îmbrăcămințile situate în zone umbrite, cu umiditate excesivă sau executate în sezonul rece;
- închiderea cu nisip bitumat a suprafeței îmbrăcămintei.

Remediarea suprafețelor poroase vizează impermeabilizarea îmbrăcămintei bituminoase pentru evitarea infiltrațiilor de apă și a dezanrobării agregatelor. În acest scop este necesar a se lua una din următoarele măsuri:

- executarea unui tratament de etanșare cu bitum cald și criblură 3...8 mm;
- executarea unui tratament cu emulsie bituminoasă cationică în cantitate de $1,1 \text{ kg/m}^2$ bitum rezidual și $8...10 \text{ kg/m}^2$ criblură sort 3-8;

- badijonarea cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă, diluată cu apă curată nealcalină, în proporție de 1 : 1 și răspândirea a 4 kg nisip natural curat (0...3 mm) pe metru pătrat;

- badijonarea cu suspensie de bitum filerizat, aplicând $1,5...2 \text{ kg/m}^2$ suspensie diluată (1,5 % conținut de bitum) și răspândirea de $3...5 \text{ kg/m}^2$ nisip de concasaj;

- executarea unui șlam bituminos;

- executarea de covoare asfaltice peste suprafețele poroase extinse pe suprafețe relativ mari.

În general, dacă suprafețele poroase afectează suprafețe mari pe drumuri cu trafic intens, pentru remedierea lor se recomandă tratamentele bituminoase și șlamurile bituminoase. Badijonările se recomandă pentru tratarea unor suprafețe poroase izolate, pe drumuri cu trafic redus având în vedere faptul că pot genera suprafețe lunecoase.

Măsurile pentru etanșarea suprafețelor poroase sunt eficiente numai parțial, pentru că în fond îmbrăcămintea rămâne cu defecțiuni, care conduc la micșorarea duratei de exploatare a acesteia, iar pe de altă parte, sub circulație, datorită compactării ulterioare, se pot produce tasări neuniforme, care au un efect negativ asupra planeității suprafeței de rulare. Este necesară o urmărire a evoluției în timp a stării tehnice a îmbrăcămintei bituminoase, pentru a planifica intervențiile necesare prin tehnologiile cele mai adecvate.

2.2.7. Suprafață cu ciupituri

Suprafața cu ciupituri prezintă o serie de gropițe cu diametrul în jurul a 20 mm, adâncimea lor putând atinge grosimea stratului de uzură. Ciupiturile pot să apară izolat (2 - 3 pe m^2) sau grupate într-un număr mare pe m^2 .

Cauzele apariției ciupiturilor pot fi:

- la îmbrăcămințile executate cu nisip bituminos, impuritățile existente în nisipul bituminos (bulgări mici de argilă sau calcar, resturi de cărbune, lemn etc.) care sub efectul circulației sunt sfărâmate și eliminate;

- impurități în agregatele naturale;

- neuniformitatea agregatului natural din punct de vedere al durtății, granulele din roca gelivă, alterată sau moale, putând fi sfărâmate la punerea în operă prin compactare sau sub efectul pneurilor autovehiculelor și scoase din stratul de uzură rămânând golurile respective;

- utilizarea la fabricarea mixturii asfaltice, pentru stratul de uzură, a unui filer cu cocoloașe având umiditate mare.

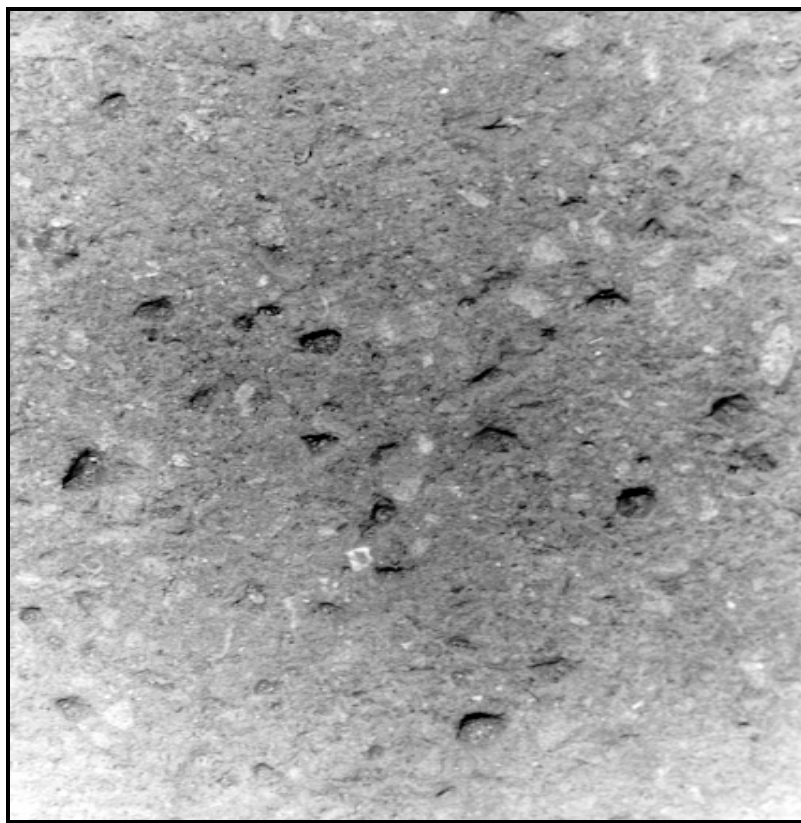


Fig. 2.8. Suprafață cu ciupituri

Ciupiturile mai pot să apară pe unele sectoare de drum în apropierea cărora se găsesc balastiere în exploatare, fiind cauzate de pietrișul care cade din mijlocul de transport pe partea carosabilă și care este presat prin circulație în stratul de uzură lasând urme sub formă de gropițe.

Prevenirea ciupiturilor în îmbrăcămințile bituminoase se poate realiza prin:

- utilizarea unui nisip bituminos fără impurități;
- folosirea la prepararea mixturilor asfaltice a unor agregate naturale nealterate, care să aibă aceeași duritate (evitarea utilizării agregatelor de balastieră în stratul de uzură);
- utilizarea agregatelor naturale curate și fără impurități;
- utilizarea unui filer corespunzător, fără cocoloașe.

Remediarea suprafețelor cu ciupituri în cazul apariției acestora pe suprafețe întinse, se poate face prin executarea de tratamente bituminoase sau șlamuri bituminoase pe suprafețele afectate.

În cazul apariției izolate a ciupiturilor nu se impun măsuri speciale de remediere într-o primă etapă, având în vedere faptul că aceste suprafețe nu deranjează circulația. Deoarece apa stagnează în gropițele existente, accelerând procesul de dezanrobare, sectoarele respective se vor ține sub observație, iar eventualele degradări care apar vor trebui reparate.

2.2.8. Suprafața încrețită

Suprafața încrețită se prezintă sub forma unor mici ridicături alternând cu șanțulețe, asemănătoare cu pielea de elefant. De regulă aceasta apare spre marginea părții carosabile, la îmbrăcămințile bituminoase executate din asfalt turnat.

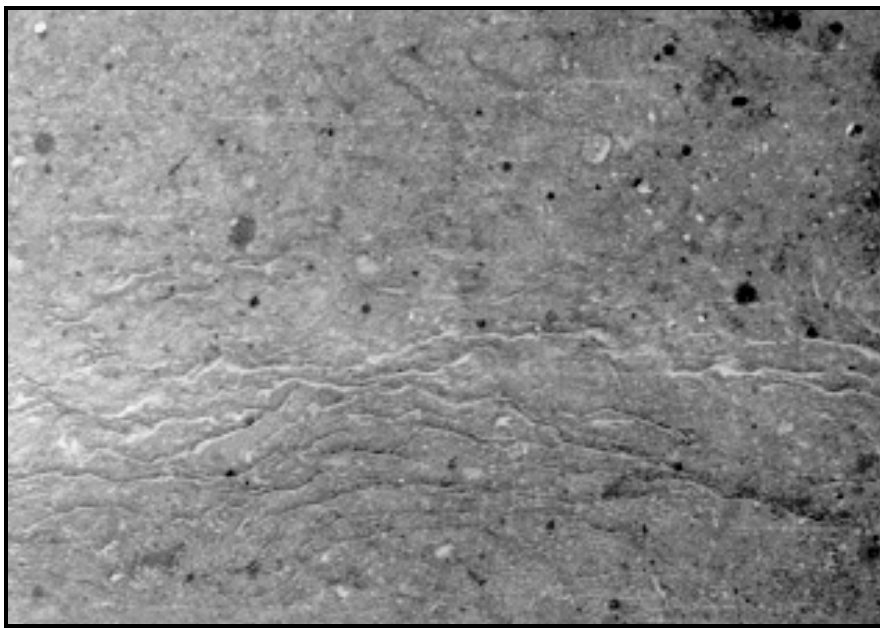


Fig. 2.9. Suprafață încrețită

Cauza apariției suprafeței încrețite este excesul de bitum din mixtura asfaltică și consistența redusă a acestuia.

Prevenirea apariției suprafețelor încrețite se poate face prin:

- dozarea corespunzătoare a bitumului;
- utilizarea unui bitum de consistență corespunzătoare.

Remediarea suprafețelor încrețite se poate face prin decaparea sau frezarea îmbrăcăminții bituminoase afectate și refacerea acesteia utilizând o mixtură asfaltică de calitate corespunzătoare.

2.2.9. Praguri (dâmburi)

Pragurile sau dâmburile sunt ridicături izolate apărute pe suprafața de rulare care jonează desfășurarea circulației. De obicei acestea apar izolate și pe o jumătate de parte carosabilă.

Cauzele apariției pragurilor sunt de cele mai multe ori generate de execuția necorespunzătoare a unor lucrări, ca de exemplu:

- racordări greșite la rosturile de lucru;

- manevrarea greșită a lamei repartizatorului de mixtură asfaltică;
- transmiterea pragului existent din stratul suport care nu a fost corectat în prealabil;
- compactarea;
- așternerea neuniformă a criblurii la execuția tratamentelor bituminoase;
- plombări cu grosimea prea mare, care depășesc nivelul suprafeței existente;
- umplerea în exces a eventualelor șanțuri săpate pentru pozarea unor conducte etc.

Prevenirea formării pragurilor se poate face prin:

- executarea corectă a rosturilor de lucru;
- corectarea prealabilă a stratului suport;
- compactarea corespunzătoare și asigurarea continuității la așternere;
- stabilirea corectă a grosimii stratului de mixtură asfaltică la efectuarea reparațiilor;
- executarea corectă a umplerii tranșeelor de traversare.

Remediarea acestei defecțiuni se face prin decaparea pragului, pe o lungime suficientă, și refacerea îmbrăcămintei.

2.2.10. Rupturi de margine

Rupturile de margine sunt defecțiuni care constau în ruperea și dislocarea îmbrăcămintei la marginea părții carosabile.



Fig. 2.10. Rupturi de margine cu văluriri și refulări

Prevenirea acestei defecțiuni se poate face prin prevederea îmbrăcăminților cu încadrări corespunzătoare și asigurarea scurgerii apelor de pe acostamente și din zona drumului.

Remediarea defecțiunii constă în completarea porțiunilor dislocate cu mixtură asfaltică pe un suport corespunzător și realizarea încadrării îmbrăcăminții cu pene ranfort concomitent cu asigurarea scurgerii apelor.

2.2.11. Fisuri și crăpături

Fisurile constituie discontinuități ale îmbrăcăminților bituminoase, pe diferite direcții, cu deschiderea sub 3 mm. Fisurile cu lățimea mai mare de 3 mm se numesc convențional crăpături.

Fisurile și crăpăturile se clasifică astfel:

- fisuri și crăpături transversale;
- fisuri și crăpături longitudinale;
- fisuri și crăpături multiple pe direcții diferite;
- fisuri unidirecționale multiple.

2.2.11.1. Fisuri și crăpături transversale

Fisurile și crăpăturile transversale apar în îmbrăcămintea structurii rutiere și sunt perpendiculare pe axa drumului sau înclinate, formând cu axa un unghi mai mare de 30 °.



Fig. 2.11. Fisuri transversale

Cauzele apariției fisurilor și crăpăturilor transversale pot fi:

- insuficiența liantului în mixtura asfaltică;
- îmbătrânirea liantului;
- diferențe mari de temperatură la intervale de timp relativ scurte;
- oboseala îmbrăcămintei rutiere datorită solicitărilor repetate;
- transmiterea fisurilor în îmbrăcămintea bituminoasă din straturile de inferioare ale

structurii rutiere realizate din betoane de ciment sau din materiale stabilizate cu ciment sau cu lianți puzzolanici. Aceste fisuri sunt datorate contracției stratului stabilizat sau fenomenului de oboseală a acestuia (în acest caz fisurile apar la distanțe aproximativ egale, în general perpendiculare pe axa drumului).

Fisurarea straturilor rutiere realizate din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici se datorează pe de o parte contracției termice în perioada de priză, iar pe de altă parte efectului variațiilor termice exterioare (mișcări lente și repetitive). Aceste două fenomene conduc la deplasări orizontale ale marginilor fisurii.

Sub efectul traficului greu, fisurile primesc și mișcări verticale care accelerează transmiterea lor în straturile bituminoase superioare.

În cazul în care straturile bituminoase acoperă îmbrăcăminți rigide, rosturile se transmit sub formă de fisuri transversale sau longitudinale.

Prevenirea fisurilor și crăpăturilor transversale se poate face prin:

- folosirea unor mixturi asfaltice cu caracteristici fizico-mecanice corespunzătoare;
- respectarea dozajelor de laborator prescrise;
- utilizarea unor lianți de bună calitate, a căror consistență să fie aleasă în funcție de condițiile locale;
- filerizarea optimă a liantului;
- executarea unor tratamente bituminoase sau covoare asfaltice pe îmbrăcămințile vechi în care bitumul a început să îmbătrânească;
- dozarea optimă a liantului și asigurarea umidității optime în fundațiile stabilizate și realizarea gradului de compactare prescris;
- introducerea unui strat “antifisuri” între fundația din materiale stabilizate și îmbrăcămintea bituminoasă care să nu permită transmiterea fisurilor;
- asigurarea grosimii minime (de cca 15 cm) a îmbrăcămintei bituminoase pentru structurile rutiere cu straturi de bază stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici, respectiv din beton de ciment.

Pentru a întârzia transmiterea fisurilor din straturile de materiale stabilizate cu lianți hidraulici în straturile bituminoase, experiența a reținut următoarele tehnologii:

- introducerea între straturile de fundație din agregate naturale stabilizate și straturile bituminoase a unui strat din mortar asfaltic. Mortarul asfaltic va avea un conținut de bitum (preferabil bitum modificat) de 9...12,5 %, conținut în părți fine 10...15 %, restul fiind agregate naturale 0...6 mm concasate din roci dure, grosimea stratului fiind în jurul a 2 cm;

- interpunerea unei membrane bituminoase între straturi, alcătuită dintr-un bitum bogat în elastomeri (2 kg/m^2) tratat apoi cu agregate 6...10 mm, sau acoperit cu un mortar asfaltic realizat la rece în grosime de circa 1 cm;

- plasarea între straturi a unor geotextile impregnate, lipite cu emulsie realizată cu bitum modificat;

- utilizarea unor mixturi asfaltice armate cu fibre minerale sau organice. Mixturile asfaltice se realizează cu agregate naturale până la 10 mm cu granulozitate discontinuă, cu un conținut de bitum (penetrație 50/70) de 6,5...7,6 %. Conținutul în părți fine se situează între 10...13 %;

- armarea straturilor bituminoase cu geogrilă, grile metalice etc.;

- alegerea unor lianți cu priză lentă, asociați cu agregate ce au un coeficient de dilatație termică redus;

- prefisurarea stratului stabilizat, constând din provocarea unor fisuri de contracție la distanțe mai mici decât fisurile care apar în mod natural;

- folosirea unor lianți micști bitum-ciment pentru stabilizarea agregatelor naturale din straturile de fundație.

Rezultate bune s-au obținut prin realizarea unor complexe din două straturi din mixturi asfaltice diferite (mortar asfaltic 2 cm grosime + beton asfaltic 6 cm grosime), precum și prin realizarea de betoane asfaltice subțiri armate cu fibre.

Remediarea fisurilor și crăpăturilor transversale se face prin:

- colmatarea cu mastic bituminos sau mortar asfaltic (în cazul crăpăturilor);

- regenerarea îmbrăcăminților cu liant îmbătrânit prin executarea unor tratamente bituminoase;

- acoperirea suprafețelor fisurate cu covoare asfaltice.

Sectoarele cu o rețea densă de fisuri se vor acoperi cu o țesătură din fibră de sticlă înainte de aplicarea covorului asfaltic.

În cazul extinderii pe suprafețe mari a fisurilor se recomandă efectuarea de studii aprofundate care să stabilească, în funcție de situația locală, măsurile de remediere.

În cazurile unor suprafețe extinse cu fisuri transversale, apărute în stratul de uzură ca urmare a acoperirii straturilor de fundație stabilizate cu lianți hidraulici se recomandă efectuarea unor studii pentru stabilirea cauzelor și apoi aplicarea unor soluții care se

concretizează în adoptarea unor mixturi asfaltice cu performanțe ridicate în funcție de condițiile existente și experiența dobândită în decursul timpului. În unele cazuri structurile rutiere inverse pot fi luate în considerare întrucât rezultatele obținute conduc la concluzia că sunt eficiente pentru prevenirea transmiterii fisurilor.

2.2.11.2. Fisuri și crăpături longitudinale

Fisurile și crăpăturile longitudinale pot să apară în axa drumului sau pe diverse generatoare ale suprafeței părții carosabile.

Fisurile și crăpăturile longitudinale în axa drumului se prezintă ca o deschidere continuă, care separă cele două benzi de circulație ale părții carosabile, acestea de regulă prelungindu-se pe lungimi mari (zeci, chiar sute de metri).



Fig. 2.12. Fisură longitudinală în axa drumului

Fisurile și crăpăturile longitudinale din axa drumului pot să apară datorită următoarelor *cauze*:

- lipsa de decalare dintre rosturile de lucru din stratul de legătură și stratul de uzură;
- sudura necorespunzătoare dintre straturile de uzură de pe cele două benzi de circulație;

- contracția stratului de fundație executat din materiale stabilizate cu ciment.

Pentru **prevenirea** apariției fisurilor și crăpăturilor longitudinale din axa drumului trebuie luate următoarele măsuri:

- realizarea decalării între rosturile de lucru ale îmbrăcămintei bituminoase din stratul de uzură și stratul de legătură (10...15 cm);
- execuția corectă a rostului longitudinal de lucru din stratul de uzură prin tăierea parțială în axa drumului a stratului turnat anterior și amorsarea suprafeței tăiate. De asemenea, este necesar ca turnarea mixturii asfaltice pentru realizarea stratului de uzură pe cealaltă bandă de circulație să se facă astfel încât să nu se depășească muchia stratului turnat anterior.

Fisurile și crăpăturile longitudinale pe diverse generatoare pot să apară datorită următoarelor **cauze**:

- capacitatea portantă a complexului rutier neuniformă în profil transversal (sectoare cu lărgiri sau cu deficiențe de execuție);
- suprasolicitarea complexului rutier datorită circulației autovehiculelor de mare tonaj, mai ales în perioada imediat următoare dezghețului;
- compactarea necorespunzătoare a straturilor structurii rutiere (îndeosebi în condițiile unui trafic greu).



Fig. 2.13. Fisuri longitudinale pe diverse generatoare

Pentru **prevenirea** apariției fisurilor și crăpăturilor longitudinale pe diverse generatoare se impun următoarele măsuri:

- realizarea pe fâșiile de lărgire a părții carosabile a unor structuri rutiere cu capacitate portantă cel puțin egală cu aceea a structurii rutiere existente;
- decalarea rosturilor de legătură dintre straturile structurii rutiere noi și a celei existente;
- compactarea corespunzătoare a straturilor structurii rutiere.

Se recomandă proiectarea și executarea unei soluții care să prevină transmiterea fisurilor existente în stratul de uzură ce urmează a fi executat (utilizarea de geosintetice, mixtură asfaltică armată cu fibre ș.a.).

2.2.11.3. Fisuri și crăpături multiple pe direcții diferite

Aceste fisuri pornesc din axa drumului și se desfășoară spre marginea părții carosabile cu ramificații longitudinale sau oblice.



Fig. 2.14. Fisuri multiple pe direcții diferite

Cauzele apariției fisurilor și crăpăturilor multiple pe direcții diferite pot fi:

- oboseala îmbrăcăminților bituminoase;
- calitatea necorespunzătoare a mixturilor asfaltice din care s-a executat stratul de rulare (conținut redus de liant, liant ars cu plasticitate foarte redusă etc.);
- îmbătrânirea prematură a liantului bituminos.

Prevenirea apariției fisurilor și crăpăturilor multiple pe direcții diferite se face prin:

- utilizarea unor mixturi asfaltice de bună calitate la executarea stratului de rulare;
- executarea la timp a lucrărilor de întreținere (tratamente bituminoase, covoare asfaltice, ranforsări) în cazul oboselii îmbrăcămintei bituminoase.

Remediarea suprafețelor care prezintă fisuri și crăpături multiple se face prin:

- aplicarea unor covoare asfaltice a căror grosime să fie stabilită în funcție de trafic, zona climaterică și modul de prezentare a suprafeței de rulare. Se recomandă introducerea între îmbrăcămintea veche și noul strat de uzură a unui strat antifisuri, în cazul în care îmbrăcămintea prezintă foarte multe fisuri și crăpături;
- ranforsarea complexului rutier în cazul în care capacitatea portantă efectivă a acestuia este depășită;
- frezarea stratului de uzură afectat și refacerea acestuia.

2.2.11.4. Fisuri și crăpături unidirecționale multiple

Suprafața afectată de această defecțiune se prezintă cu fisuri longitudinale foarte apropiate unele de altele, dese, plasate în general în zona întinsă a îmbrăcămintei, datorită refulării stratului bituminos sau formării de fâgașe pe suprafețele care suportă frecvent traficul greu.

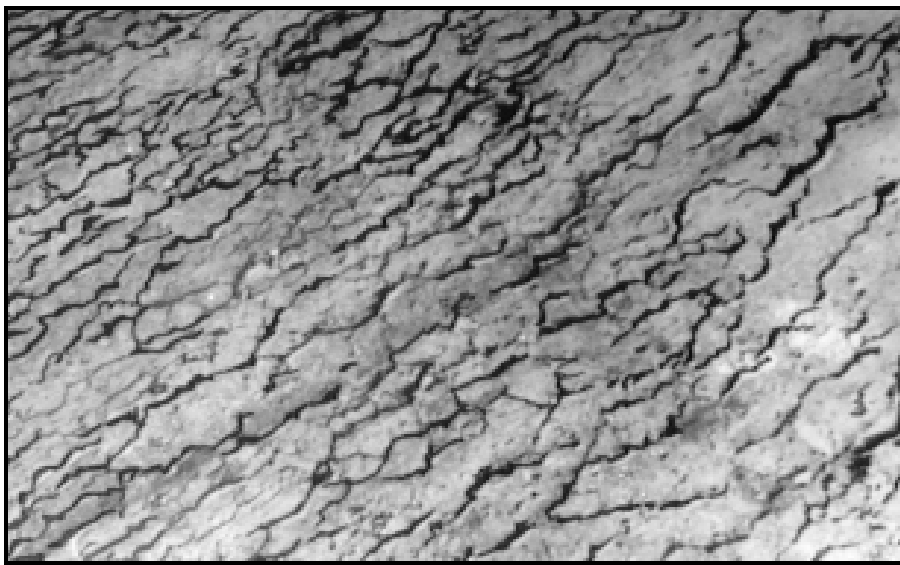


Fig. 2.15. Fisuri unidirecționale multiple

Cauza apariției fisurilor unidirecționale multiple este utilizarea la execuția stratului de uzură a unei mixturi asfaltice cu bitum de vâscozitate redusă, în exces.

Prevenirea apariției acestei defecțiuni constă în realizarea stratului de uzură dintr-o mixtură asfaltică de calitate corespunzătoare.

Remedierea defecțiunii constă în frezarea suprafeței degradate și refacerea stratului de uzură. Badijonarea sau colmatarea acestor fisuri nu dă rezultate bune.

Se menționează că sectoarele care prezintă fisuri unidirecționale multiple se pot menține un timp limitat în circulație, dacă nu apar concomitent refulări ale îmbrăcămintei bituminoase.

2.2.12. Faianțări

Faianțările sunt defecțiuni care se prezintă sub forma unei rețele de fisuri longitudinale și transversale. În funcție de dimensiunea laturii poligoanelor pe care le formează rețeaua de fisuri avem:

- faianțări în pânză de păianjen, cu dimensiunea laturii în jurul a 5 cm;
- faianțări în plăci, cu dimensiunea laturii mai mare de 5 cm, ajungând la 10...15 cm.

Faianțările apar de obicei în zonele unde capacitatea portantă a complexului rutier este insuficientă. Ele pot să apară pe întreaga suprafață a îmbrăcămintei sau numai în anumite zone, mai frecvent spre marginea părții carosabile, mai puternic solicitată de traficul rutier.

Cauzele care determină faianțarea îmbrăcămintei bituminoase sunt:

- capacitatea portantă insuficientă a complexului rutier;
- infiltrarea apelor în corpul căii;
- realizarea necorespunzătoare a încadrării părții carosabile;
- acțiunea traficului greu și repetat;
- oboseala îmbrăcămintei;
- contaminarea cu argilă a straturilor de fundație;
- acțiunea îngheț-dezghețului.

Pentru **prevenirea** apariției faianțărilor în îmbrăcămințile bituminoase se pot lua următoarele măsuri:

- proiectarea corectă și executarea în bune condiții a structurii rutiere, utilizând materiale de calitate corespunzătoare și cât mai omogene;
- executarea unui strat de formă cu capacitate portantă constantă în condiții hidrologice variabile;
- asigurarea evacuării apelor din zona și din corpul drumului;
- folosirea la realizarea straturilor structurii rutiere a unor materiale insensibile la îngheț ;
- evitarea pătrunderii înghețului la nivelul pământului din patul drumului;
- asigurarea permanentă a impermeabilității îmbrăcămintei, prin lucrări de întreținere adecvate;

- executarea lucrărilor de întreținere și ranforsare a structurii rutiere în funcție de cerințele reale ale evoluției traficului și stării de viabilitate a drumului.

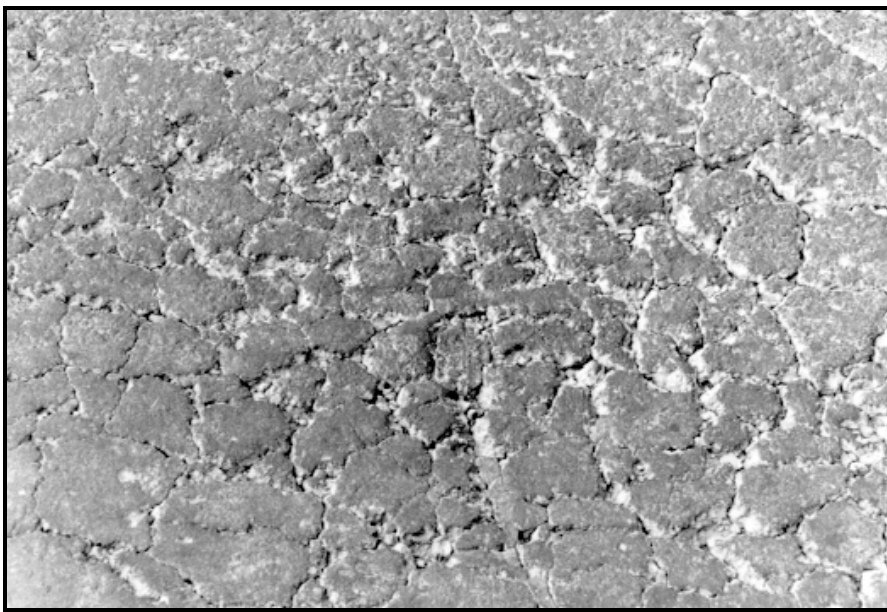


Fig. 2.16. Faianțări în pânză de păianjen

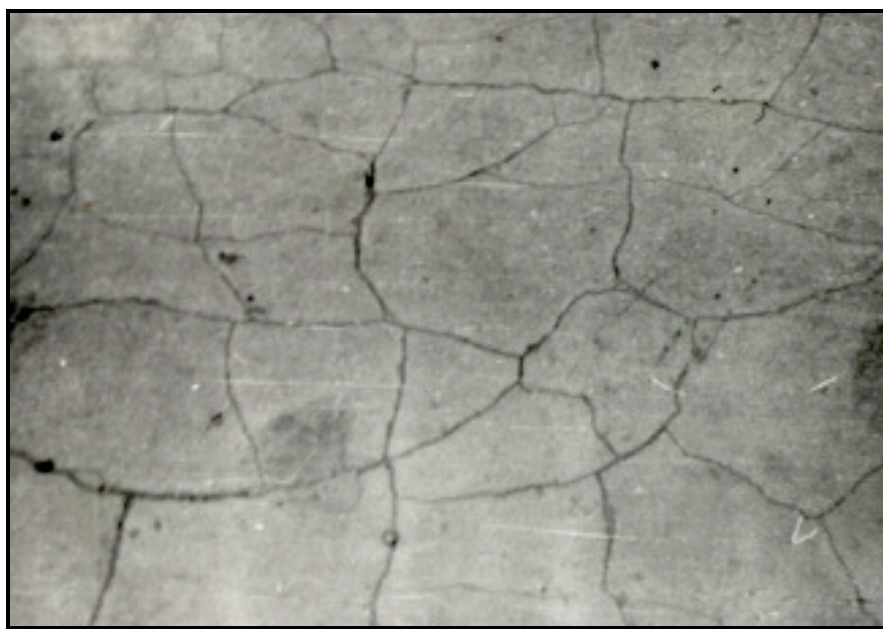


Fig. 2.17. Faianțări în plăci

Remediarea suprafețelor faianțate se face prin aplicarea unor tehnologii în funcție de cauzele care au determinat apariția acestora. În cazul în care este afectată întreaga structură rutieră este necesară decaparea completă a acesteia și a pământului din patul drumului pe o adâncime egală cu adâncimea de îngheț, înlocuirea pământului geliv cu un material necoeziv

și refacerea structurii rutiere, după ce în prealabil s-a făcut asanarea corpului drumului. Dacă faianțările sunt datorate numai oboselii îmbrăcămintei bituminoase, se va proceda la frezarea și refacerea acestora pe suprafețele afectate.

Faianțările ce apar pe suprafețe întinse, datorită faptului că structura rutieră nu mai rezistă solicitărilor, se remediază prin executarea pe bază de proiect a lucrărilor de ranforsare.

2.2.13. Făgașe longitudinale

Făgașele longitudinale sunt denivelări sub formă de albie (lățime până la 1 m cu adâncime variabilă de la 1...2 cm până la 10...15 cm) situate mai evident spre marginea părții carosabile, în zona unde se desfășoară traficul greu canalizat, extinzându-se în profil longitudinal pe distanțe variabile de până la zeci de kilometri.

Apariția făgașelor longitudinale este întotdeauna generată de existența unui trafic greu și intens ce se desfășoară de regulă pe aceeași suprafață a părții carosabile. Făgașul se constată de regulă pe partea dreaptă a părții carosabile (în sensul de circulație) la 0,50...1 m depărtare de margine.

În ceea ce privește *cauzele*, făgașele pot să fie generate de defecțiuni ale straturilor

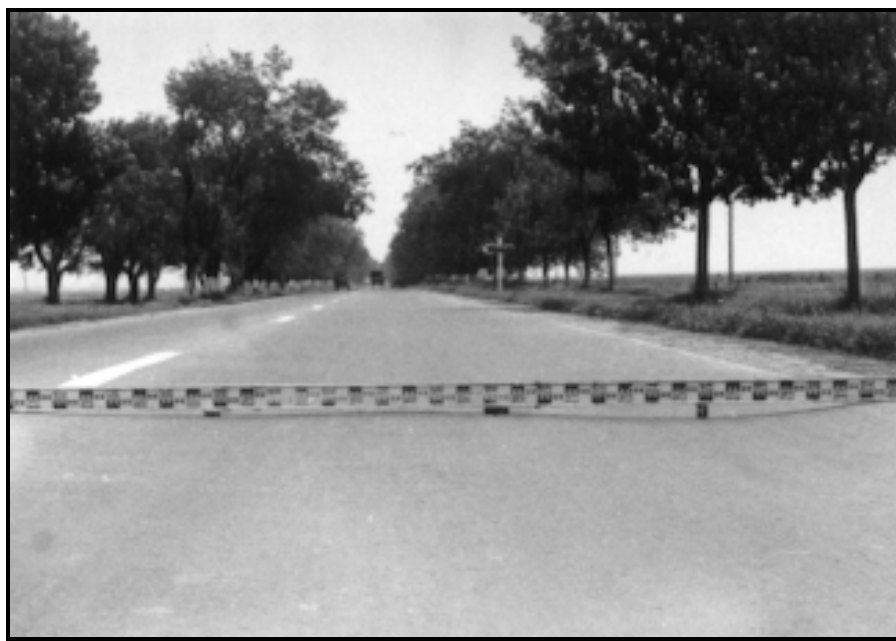


Fig. 2.18. Făgașe longitudinale

bituminoase sau/și defecțiuni ale întregului complex rutier.

În primul caz făgașul apare datorită utilizării unor mixturi asfaltice care au un schelet mineral slab (agregate cu granule peste 3 cm în proporție de sub 65 %), un conținut de bitum

ridicat și/sau de consistență moale, la care se poate adăuga și o compactare la execuție insuficientă. În acest caz fâgașele apar în scurt timp de la darea în exploatare a drumului.

Fâgașele pot să apară și datorită subdimensionării complexului rutier. În acest caz întreaga structură rutieră se tasează evolutiv, ajungându-se la fâgașe adânci (10 ... 15 cm) ce devin de-a dreptul periculoase pentru circulația rutieră.

Pot să apară fâgașe și în cazul când prin pătrunderea apelor în complexul rutier, stratul de formă umectat cedează, antrenând cu sine tasarea structurii rutiere în porțiunea cea mai solicitată.

Porțiunile afectate de defecțiuni din îngheț-dezghet (burdușiri, degradări ale întregii structuri rutiere) generează apariția în zonă de fâgașe cu posibile refulări de margine.

O altă cauză care generează apariția fâgașelor este legată de insuficienta compactare a straturilor din complexul rutier. Straturile structurii rutiere necompactate suficient la execuție se tasează sub efectul dinamic al traficului greu canalizat determinând formarea în zonă a fâgașelor.

Prevenirea apariției fâgașelor se face prin eliminarea cauzelor care le produc cu excepția traficului greu canalizat care se pare că nu poate fi evitat, ba din contră acesta se dezvoltă atât sub aspectul greutății pe osie cât și sub aspectul ponderii traficului greu în traficul total. În consecință, evitarea apariției fâgașelor longitudinale, sau cel puțin întârzierea formării acestora se poate realiza prin:

- dimensionarea corespunzătoare a complexelor rutiere, ținându-se seama în primul rând de evoluția traficului greu;
- executarea straturilor din structurile rutiere cu materiale de bună calitate;
- compactarea tuturor straturilor din complexul rutier cu utilaje adecvate pentru obținerea gradului de compactare prescris;
- proiectarea și realizarea unor straturi bituminoase din mixturi asfaltice concepute pentru a rezista în condiții bune solicitărilor traficului greu mai ales în perioadele cu temperaturi foarte ridicate, asigurându-se o bună stabilitate, printr-un schelet mineral puternic și un bitum de consistență adecvată, dozat spre limita inferioară. Pentru a evita, pe cât posibil, apariția fâgașelor datorită compoziției mixturilor asfaltice, este necesar ca la proiectarea acestora să se efectueze și încercări de laborator specifice (comportarea la producerea deformațiilor plastice – încercarea cu simulatorul de fâgașe);
- asigurarea evacuării apelor de suprafață și drenării apelor de adâncime.

În toate cazurile, pe drumurile destinate traficului intens și greu, proiectantul trebuie să aibă în vedere măsuri necesare evitării apariției fâgașelor.

Remedierea defecțiunilor de tipul fâgașelor longitudinale se face pe baza unor studii care trebuie să analizeze în primul rând cauzele care au determinat apariția acestora.

În cazul când fâgașul apare numai datorită îmbrăcămintei bituminoase, care nu a fost realizată dintr-o mixtură asfaltică cu o mare stabilitate, atunci soluția de remediere constă în frezarea stratului (materialul rezultat putând fi refolosit) și executarea unui nou strat dintr-o mixtură asfaltică antifâgaș.

Dacă fâgașul a apărut ca urmare a tasării locale pe lungimi scurte ale întregului complex rutier, soluția pentru remediere constă în demolarea întregii structuri rutiere, drenarea apelor la nivelul stratului de formă și refacerea în condiții bune de calitate a întregului complex rutier.

În cazul constatării apariției fâgașului pe zone cu defecțiuni din îngheț-dezgheț, se va proceda la refacerea sectorului respectiv, cu sublinierea fermă că la nivelul terasamentelor este neapărat necesară drenarea apelor ce eventual s-ar putea infiltra în corpul căii.

Din cele menționate mai sus se constată că lucrările de remediere a fâgașelor longitudinale sunt complexe și greu de executat, de aceea se accentuează necesitatea aplicării în totalitate a măsurilor de prevenire a apariției acestora.

2.2.14. Gropi

Gropile sunt defecțiuni de forme și dimensiuni variabile, care se formează prin dislocarea completă a îmbrăcămintei bituminoase și uneori chiar a stratului suport. Ele pot să apară izolat sau pe suprafețe întinse.



Fig. 2.19. Gropi

Cauzele apariției gropilor pot fi:

- dislocarea unor porțiuni din suprafețele faianțate;
- îmbrăcăminte din mixtură asfaltică necorespunzătoare (bitum ars, bitum insuficient, compactare incorectă, agregate murdare etc.);
- dezvoltarea fisurilor și crăpăturilor;
- realizarea îmbrăcăminților bituminoase pe timp nefavorabil (ploaie, temperatură scăzută);
- acțiunea brutală a vehiculelor cu șenile;
- scurgerea unor substanțe agresive pe suprafața îmbrăcămintei (benzină, motorină, petrol etc.), care favorizează dezanrobarea agregatelor și compoziția mixturilor asfaltice.

Studiile efectuate pe sectoarele cu gropi frecvente au demonstrat că majoritatea îmbrăcăminților rutiere care prezintă gropi sunt executate din mixturi asfaltice cu un conținut redus de bitum și cu absorbții de apă foarte ridicate.

Prevenirea apariției gropilor se poate face luând următoarele măsuri:

- dimensionarea corespunzătoare a structurilor rutiere;
- utilizarea unor mixturi asfaltice de bună calitate pentru executarea straturilor bituminoase și punerea acestora în operă în condiții tehnice corespunzătoare;
- asigurarea scurgerii apelor din zona drumului;
- întreținerea permanentă a drumului și repararea imediată, în tot timpul anului, în stare incipientă a oricărei defecțiuni (fisuri, crăpături, faianțări, suprafețe poroase etc.);
- ranforsarea complexului rutier la expirarea duratei de exploatare.

Repararea gropilor se face prin plombarea lor cu mixtură asfaltică. Plombarea trebuie făcută în stare incipientă pentru că groapa, odată apărută, își mărește repede dimensiunile sub efectul traficului și al apelor provenite din precipitații. Se recomandă, pe cât posibil, utilizarea pentru plombări a aceluiași tip de mixtură asfaltică ca cel din care a fost realizată îmbrăcămintea bituminoasă.

Pentru efectuarea plombărilor se poate folosi orice tip de mixtură asfaltică utilizată la executarea stratului de uzură. În perioadele anului în care instalațiile de preparare a mixturilor asfaltice nu funcționează (sezonul de iarnă) se folosesc mixturi asfaltice stocabile. Se recomandă utilizarea mixturii asfaltice stocabile prevăzute în “Normativul privind lucrările de întreținere a îmbrăcăminților bituminoase pe timp friguros” - ind. AND nr. 523/1997.

În cazul în care suprafețele reparate au fost mari, sau când s-au efectuat foarte multe plombări pe un anumit sector de drum, se recomandă ca după 2...3 săptămâni de la executarea reparațiilor să se execute tratamente bituminoase care dau un aspect uniform suprafeței de rulare, sau cel puțin badijonarea sau colmatarea rosturilor de construcție.

Dacă gropile apar pe suprafețe faianțate se va trata nu numai groapa, ci și faianțarea.

Sectoarele cu gropi de adâncimi mici, însă pe suprafețe întinse, pot fi remediate și prin tratamente bituminoase succesive.

2.2.15. Degradări provocate de îngheț-dezgheț

Degradările provocate de îngheț-dezgheț sunt defecțiuni ale complexului rutier datorate fenomenului de umflare neregulată, provocată de creșterea volumului apei în zona de îngheț prin transformarea acesteia în lentile sau fibre de gheață, precum și diminuării capacității portante a patului drumului datorită sporirii locale a umidității în timpul dezghețului.



Fig. 2.20. Degradări din îngheț-dezgheț

Degradările din îngheț-dezgheț ale structurilor rutiere se produc de obicei când acționează concomitent următorii factori:

- prezența pământului sensibil la îngheț în patul drumului, sau straturi rutiere contaminate cu materiale gelive, situate în zona de îngheț;
- o rezervă de apă în apropierea zonei de temperaturi negative din corpul căii care să alimenteze această zonă, gravitațional, prin infiltrare laterală sau prin ascensiune capilară în perioada de îngheț;

- temperatura scăzută (îngheț) pe o durată îndelungată care să favorizeze migrarea și acumularea apei în zona înghețului;

- trafic greu în perioada de dezgheț pe sectoarele de drum cu capacitate portantă scăzută.

Se menționează că în perioada când pământul este înghețat, traficul nu produce degradarea sistemului rutier. Degradările din îngheț-dezgheț apar în perioada de dezgheț.

Prevenirea degradărilor din îngheț-dezgheț se poate face prin:

- evitarea acțiunii concomitente a celor patru factori (pământ geliv, îngheț, apă, trafic greu);

- asanarea corpului drumului prin evacuarea apelor de suprafață și drenarea apelor subterane;

- proiectarea liniei roșii ținând seama de nivelul apelor subterane;

- dimensionarea corespunzătoare a structurii rutiere ținând seama de acțiunea îngheț-dezghețului;

- introducerea unor restricții privind circulația vehiculelor grele în perioada de dezgheț (bariere de dezgheț).

Remediarea degradărilor din îngheț-dezgheț se va face în funcție de volumul acestora. Pentru aceasta trebuie efectuate studii în vederea stabilirii cauzelor care au condus la apariția lor și luarea unor măsuri de eliminare a acestora.

În general, trebuie decapată și refăcută întreaga structură rutieră, trebuie înlocuit pământul geliv din patul drumului cu un material granular și asigurată evacuarea apelor.

Se recomandă folosirea straturilor antigel și drenante sau a unor rețele de piloți drenanți de acostament.

Dacă nu se poate acționa în mod eficient asupra factorilor care intervin în producerea degradărilor, sau nu este suficientă numai eliminarea unuia dintre ei (de obicei apa), se poate îngroșa structura rutieră existentă pe baza calculelor de dimensionare, cu mențiunea că întotdeauna asanarea corpului drumului este absolut necesară.

2.2.16. Tasări locale

Tasările locale sunt defecțiuni care constau din deplasarea pe verticală a structurii rutiere de la câțiva centimetri la câteva zeci de centimetri. Ele afectează planeitatea suprafeței de rulare și apar de obicei la capetele podurilor precum și în dreptul lucrărilor de subtraversare cu conducte.

Cauzele care determină apariția tasărilor sunt:

- utilizarea unor materiale necorespunzătoare la realizarea umpluturilor;

- compactarea necorespunzătoare;
- golurile rămase între peretele forajului de subtraversare și peretele conductei ce se montează;
- cedarea terenului de fundare ca urmare, în general, a unei umeziri excesive.

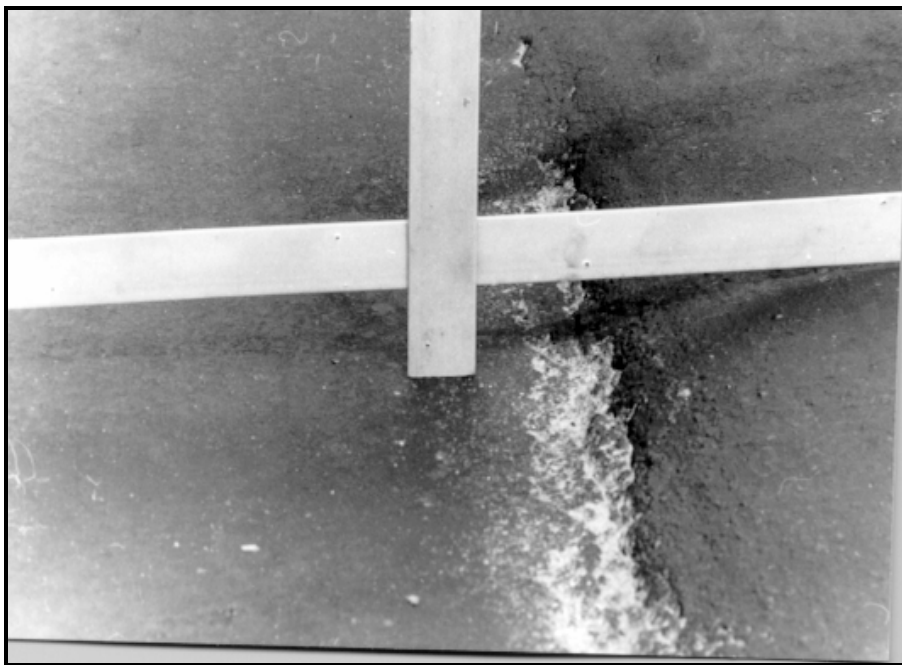


Fig. 2.21. Tasare locală

Prevenirea tasărilor locale se poate face prin:

- asigurarea evacuării apelor;
- utilizarea unor pământuri corespunzătoare, negelive pentru realizarea umpluturilor;
- compactarea temeinică a umpluturilor de pământ;
- executarea în bune condiții a straturilor structurii rutiere mai ales din punct de vedere al compactării acestora.

Remediarea tasărilor se face, de obicei, prin completarea cu mixtură asfaltică, după o prealabilă decapare pe contur, luându-se măsuri de asigurare a legăturii între straturi sau prin decaparea întregii structuri rutiere și refacerea acesteia folosind materiale corespunzătoare, bine compactate atunci când tasarea se datorează unor defecțiuni de structură ce nu pot fi eliminate.

3. DEFECȚIUNI ALE ÎMBRĂCĂMINȚILOR RUTIERE DIN BETON DE CIMENT

Defecțiunile prezentate în cuprinsul acestui capitol se referă numai la îmbrăcămințile rutiere din beton de ciment simplu, executate sub formă de dale scurte negujonate.

3.1. Clasificarea defecțiunilor rutiere din beton de ciment

Defecțiunile îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment, în funcție de locul lor de apariție, sunt prezentate în tabelul 3.1.

Clasificarea defecțiunilor îmbrăcăminților din beton de ciment, în funcție de urgențele de remediere, este prezentată în tabelul 3.2.

Urgențele de remediere a defecțiunilor din tabelul 3.2 țin seama de efectul acestora asupra desfășurării normale a traficului rutier, de modul în care afectează siguranța circulației rutiere și de influența lor în comportarea în exploatare a îmbrăcăminților din beton de ciment.

Tabelul 3.1

Clasificarea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment după locul de apariție

Nr. crt.	Grupa defecțiunilor	Tipul defecțiunii
1	Defecțiuni ale suprafeței	Suprafață șlefuită Suprafață alunecoasă Suprafață exfoliată Peladă
2	Defecțiuni ale rosturilor	Decolmatarea rosturilor Deschiderea rosturilor longitudinale Rosturi cu mastic în exces
3	Defecțiuni ale îmbrăcămintei	Rupturi Fisuri și crăpături Gropi
4	Defecțiuni ale structurii	Pompaj Tasarea dalelor Faianțare Distrușgerea totală a dalelor

Defecțiunile îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment se datorează următoarelor grupe de cauze:

- acțiunea agresivă a traficului greu;
- structură rutieră nesatisfăcătoare, subdimensionată;
- calitatea necorespunzătoare a materialelor puse în operă;
- execuția necorespunzătoare a lucrărilor de construcție;

- condiții de exploatare și mediu înconjurător agresive;
- lucrări de întreținere insuficiente și neexecutate la timp;
- oboseala datorată depășirii duratei normate de exploatare.

Tabelul 3.2

Clasificarea defecțiunilor îmbrăcăminților din beton de ciment după urgența de remediere

Nr. crt.	Gradul defecțiunii	Tipul defecțiunii
I	Defecțiuni grave	Distrugerea totală a dalelor Tasarea dalelor Gropi Faianțare Suprafață exfoliată în stare avansată
II	Defecțiuni mijlocii	Fisuri și crăpături Decolmatarea rosturilor Peladă Rupturi Suprafață exfoliată în stare incipientă Suprafață șlefuită Suprafață alunecoasă Pompaj
III	Defecțiuni ușoare	Deschiderea rosturilor longitudinale Rosturi cu mastic în exces

Influența principalilor factori care, acționând simultan sau individual, pot produce sau favoriza apariția unui anumit tip de defecțiune este prezentată în tabelul 3.3.

Acțiunea traficului greu și intens are o influență hotărâtoare în apariția fenomenului de pompaj care poate produce în timp fisuri, tasări și rupturi în apropierea rosturilor transversale afectate.

Structura rutieră prin grosimea insuficientă a dalelor, drenarea nesatisfăcătoare a apei din corpul drumului, neasigurarea la îngheț-dezgheț și în special prin capacitatea portantă neuniformă a straturilor de fundație și a terasamentelor, conduce la apariția defecțiunilor în îmbrăcămintă (fisuri și crăpături) precum și a defecțiunilor grave ale structurii (tasarea dalelor, faianțări și degradarea totală a dalelor).

Calitatea materialelor utilizate la execuția îmbrăcăminților din beton de ciment influențează în mod special apariția suprafețelor exfoliate și a gropilor în cazul folosirii agregatelor gelive sau murdare, precum și a fisurilor și faianțărilor în cazul folosirii unui ciment necorespunzător.

Execuția necorespunzătoare a lucrărilor și perioada de execuție influențează apariția tuturor tipurilor de defecțiuni, cei mai importanți factori fiind amenajarea și colmatarea rosturilor. Înghețul în timpul prizei și întăririi cimentului favorizează apariția exfolierilor.

Condițiile de exploatare, prin regimul pluvial intens, ecartul termic mare și ciclurile repetate de îngheț-dezghet influențează apariția unor defecțiuni ale rosturilor, îmbrăcămintei și structurii, durata de exploatare având un rol hotărâtor în dezvoltarea defecțiunilor grave.

Lucrările de întreținere neexecutate la timp sau realizate defectuos, în special cele privind colmatarea periodică a rosturilor, fisurilor și crăpăturilor, influențează apariția tuturor tipurilor de defecțiuni.

Procesul de degradare a îmbrăcăminților rutiere rigide din beton de ciment se produce în primul rând datorită mișcărilor dalelor pe verticală, ca urmare a deteriorării condițiilor de rezemare pe suprafața fundației, ceea ce conduce la apariția fenomenului de pompaj, a fisurilor, crăpăturilor, rupturilor, tasării dalelor etc.

Lipsa de etanșeitate a rosturilor și crăpăturilor precum și prezența apei în corpul drumului sunt factorii agravanți în dezvoltarea procesului de degradare a îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment.

De regulă, defecțiunile îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment se produc progresiv în timp, sub acțiunea traficului și a condițiilor de exploatare, după următorul lanț: decolmatarea rosturilor - pompaj - fisurare - tasare - crăpătură - faianțare - degradare totală sau exfoliere - groapă - degradare totală.

Tehnologiile de remediere frecvent utilizate sunt următoarele:

- colmatarea, în cazul decolmatării rosturilor și deschiderii rosturilor longitudinale precum și în cazul fisurilor și crăpăturilor;
- repararea cu beton rutier fluidifiat în cazul rupturilor de rosturi și în cazul înlocuirii totale sau parțiale a dalelor faianțate sau tasate;
- repararea cu mortare sau betoane de ciment speciale (beton armat cu fibre de oțel, mortar cu amestecuri epoxidice) sau provizoriu cu mixturi asfaltice în cazul suprafețelor mici exfoliate, rupturilor de margine, peladei, gropilor sau tasării locale a dalelor;
- aplicarea de tratamente bituminoase duble inverse, sau șlamuri bituminoase în cazul suprafețelor mari șlefuite sau exfoliate;
- ranforsarea cu îmbrăcăminți bituminoase sau din beton de ciment, în cazul faianțărilor, tasărilor sau distrugerilor totale ale dalelor ce se manifestă pe sectoare de drum mai mari.

Tabelul 6

Nr. crt.	Grupa de cauze	Factori	Tip defecțiune		Defecțiuni ale suprafeței				Defecțiuni ale rosturilor			Defecțiuni ale îmbrăcămintei			Defecțiuni ale structurilor			
					Suprafață șlefuită	Suprafață alunecoasă	Suprafață exfoliată	Peladă	Decolmatarea rosturilor	Deschiderea rosturilor longitudinale	Rosturi cu mastic în exces	Rupturi	Fisuri și crăpături	Gropi	Pompaj	Falanțare	Tasarea dalelor	Distrugerea totală a dalelor
0	1		2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Acțiunea traficului		Trafic greu și intens Viteză trafic greu redusă Grosimea insuficientă a dalei Suprafață fundație erodabilă Drenare nesatisfăcătoare apă Neasigurare la îngheț-dezgheț Portanță neuniformă Tasare terasamente		X		X		X	X		X	X	X	XX	XX	X	XX
2	Structură ruferă nesatisfăcătoare								X	XX			XX		XX	X	XX	X
3	Calitatea materialelor		Ciment necorespunzător Agregate cu rezistență la uzură redusă Agregate gelive sau murdare Lipsă aditivi antrenori aer Compactare beton Finisare suprafață Protecția suprafeței Amenajare rosturi Colmatarea rosturilor	XX		X	XX							XX		X		
4	Execuția necorespunzătoare a lucrărilor				X		X	XX				X	X	X		X	X	X
5	Condiții de exploatare și mediu înconjurător		Regim pluvial intens Ecart termic mare Durată exploatare depășită Cicluri îngheț-dezgheț	X					XX	XX	XX	XX			X	X	X	XX
6	Lucrări de întreținere		Calitate necorespunzătoare Utilizare fondanți chimici Amânarea lucrărilor		X		XX		X		XX		X	X				

XX – influență importantă

X – influență redusă

3.2. Prezentarea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment

3.2.1. Suprafață șlefuită

Suprafața șlefuită apare în exploatare sub acțiunea traficului intens și se prezintă ca o suprafață fără asperități, lustruită ca un mozaic și prezentând, în special pe timp umed, pericol de derapare.

Suprafața îmbrăcăminții din beton de ciment se consideră șlefuită când rugozitatea ei prezintă valori pentru înălțimea de nisip (HS) sub 0,2 mm, iar în cazul declivităților de peste 6,5 %, în serpentine, în curbe cu raza sub 125 m și în intersecții, când HS este sub 0,3 mm.



Fig. 3.1. Suprafață șlefuită

În ceea ce privește **cauzele** de apاتیție, șlefuirea suprafeței este favorizată de neexecutarea strierii suprafeței betonului proaspăt pus în operă în stratul de uzură și de existența în compoziția betonului respectiv a unor agregate de tipul bazaltului sau a rocilor calcaroase, care se lustruiesc ușor, precum și a granulelor de pietriș neconcasat care prezintă o șlefuire naturală.

Prevenirea șlefuirii suprafeței se poate face prin:

- realizarea unei strierii transversale sau longitudinale a suprafeței betonului proaspăt din stratul de uzură prin perierea manuală sau cu ajutorul unui dispozitiv mecanic de striat;
- utilizarea în stratul de uzură a unor agregate naturale de carieră, având o rezistență la uzură Los Angeles, de maximum 25 %;
- introducerea prin clutare la suprafața betonului proaspăt a unor cribluri din roci dure eruptive, în cazul utilizării unor betoane cu agregate calcaroase.

Remediarea defecțiunii se face prin refacerea rugozității suprafeței șlefuite prin următoarele procedee:

- în cazul suprafeței mari, prin executarea periodică de tratamente bituminoase duble inverse sau șlamuri bituminoase adecvate scopului;

- în cazul suprafețelor mici, prin strierea transversală cu ajutorul unei mașini cu discuri diamantate, realizându-se striuri de 3 mm adâncime și 5...7 mm lățime, la o distanță între ele de 50...100 mm, procedeu indicat în cazul betoanelor realizate cu agregate mai puțin dure de natură calcaroasă.

3.2.2. Suprafață alunecoasă

Suprafața alunecoasă este caracterizată prin lipsa aderenței datorită unor pelicule (argilă, bitum, motorină, ș.a.) existente la suprafața betonului din stratul de uzură.

Dintre **cauzele** posibile ale apariției suprafeței alunecoase se pot enumera următoarele:

- prezența unei pelicule de pământ (argilă, noroi, murdărie);
- prezența în exces a unei pelicule provenite din produsele de protecție a betonului proaspăt;
- executarea pe îmbrăcămintea din beton de ciment a unor tratamente bituminoase, cu exces de liant sau cu desprinderea agregatelor.

Prevenirea suprafeței alunecoase se poate realiza prin:

- interzicerea accesului vehiculelor de pe drumurile laterale din pământ;
- respectarea dozajelor (0,3 ... 0,5 kg/m² bitum), la execuția lucrărilor de protecție a betonului proaspăt;
- respectarea dozajelor de liant, a calității agregatelor și tehnologiei corecte la lucrările de reparare prin tratamente și șlamuri bituminoase.

Remediarea suprafeței alunecoase se poate realiza în funcție de natura peliculei de la suprafața betonului prin:

- curățarea noroiului cu mătura mecanică și spălarea cu apă;
- saturarea suprafețelor având exces de bitum, cu criblură 3 - 8 sau nisip, în funcție de situația locală în cazul suprafețelor mici, sau refacerea corespunzătoare a tratamentelor bituminoase în cazul suprafețelor mari.

3.2.3. Suprafață exfoliată

Suprafața exfoliată se prezintă ca o suprafață poroasă, cu asperități și mici denivelări rezultate din dezagregarea (cojirea) superficială a unei părți din mortarul existent în zona superioară a dalei, urmată de smulgerea agregatelor și îndepărtarea acestora sub acțiunea traficului. Exfolierea are ca urmare reducerea treptată în timp a grosimii îmbrăcămintei din beton de ciment cu 1 ... 5 cm.



Fig. 3.2. Suprafață exfoliată

Producerea exfolierii poate fi datorată unor *cauze* legate de calitatea necorespunzătoare a materialelor utilizate și a execuției îmbrăcăminte, precum și condițiilor de întreținere.

Exfolierea ca efect al materialelor utilizate și execuției necorespunzătoare a îmbrăcăminte se datorează următorilor factori:

- folosirea în stratul de uzură a unui ciment necorespunzător sau a unor agregate gelive sau murdare;
- neutilizarea la prepararea betonului a aditivilor antrenori de aer;
- protejarea insuficientă sau lipsa protejării suprafeței betonului proaspăt după punerea în operă în perioada de priză și întărire;
- vibrarea prea accentuată a suprafeței betonului la compactare și neîndepărtarea surplusului de mortar;
- conținutul mare de apă la prepararea betonului care conduce la creșterea permeabilității betonului;
- execuția betonului la temperaturi scăzute (sub 0 °C) și fără măsuri de protecție adecvate.

Exfolierea ca urmare a lucrărilor de întreținere se datorează următorilor factori:

- coroziunea betonului din cauza utilizării fondanților chimici la combaterea poleiului și a zăpezii;

- alterarea betonului din cauza prezenței unor elemente nocive provenite din mediul înconjurător.

Pe suprafața exfoliată se accentuează posibilitatea reținerii apei și acoperirea cu gheață în perioada de iarnă, favorizându-se continuarea procesului de exfoliere, sub acțiunea traficului și ciclurilor de îngheț-dezgheț.

Prevenirea exfolierii se poate obține la prepararea și punerea în operă a betonului de ciment, utilizând un raport A/C de max. 0,45, agregate curate cu conținut limitat de impurități, nisip având EN de min. 85 %, ciment nealterat de marcă minimă P 40, aditivi antrenori de aer, vibrare corespunzătoare, finisare și protejare corectă a suprafeței betonului în perioada de priză și întărire, care să conducă la obținerea unor caracteristici ale betonului conform normativului.

Agregatele care nu îndeplinesc condițiile impuse privind conținutul de impurități, se vor spăla înainte de folosire în stații de spălare a agregatelor.

Se recomandă utilizarea unor fondanți chimici pentru combaterea poleiului și a gheții cu agresivitate cât mai redusă asupra betonului de ciment.

Procedeele de **remediere** a suprafețelor exfoliate constau din protejarea lor cu diverse soluții ce se aplică în funcție de gradul de extindere a defecțiunii.

Pe suprafețe mari exfoliate se pot aplica tratamente bituminoase duble inverse și șlamuri bituminoase.

Pe suprafețe mici exfoliate se poate folosi una din următoarele soluții:

- reparații cu mortar pe bază de rășini epoxidice;
- reparații cu beton de ciment armat cu fibre de oțel;
- tratamente bituminoase succesive aplicate manual folosind emulsia bituminoasă cu rupere rapidă;
- badijonarea preventivă în fază incipientă cu lianți bituminoși.

3.2.4. Peladă

Pelada este o defecțiune de suprafață, caracterizată prin desprinderea sub formă de plăci a mortarului sau betonului folosit la corectarea denivelărilor suprafeței betonului proaspăt vibrat.

Cauzele apariției peladei sunt legate de executarea necorespunzătoare a operațiunilor de corectare și finisare a suprafeței betonului proaspăt astfel:

- grosimea insuficientă și compoziția necorespunzătoare a betonului folosit la corectarea denivelărilor betonului proaspăt vibrat;

- executarea corecțiilor mult după începerea prizei cimentului din betonul inițial vibrat;
- neîndepărtarea cu peria a surplusului de mortar scos la suprafața îmbrăcămintei prin operațiile de finisare.

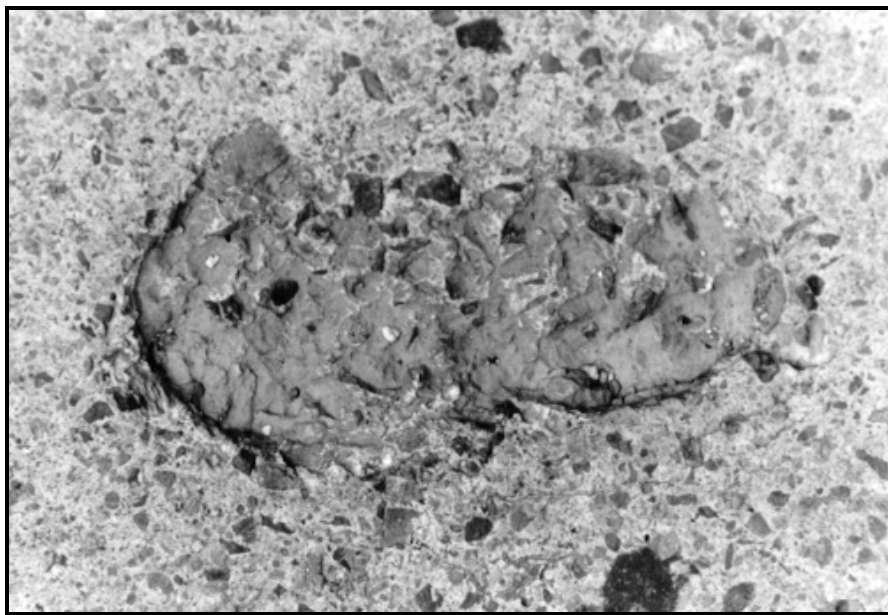


Fig. 3.3. Peladă

Prevenirea peladei se face prin respectarea tuturor condițiilor tehnice la operațiile de corectare și finisare a suprafeței betonului proaspăt vibrat.

Remediarea acestei defecțiuni se poate face cu unul din procedeele de reparare a suprafețelor exfoliate indicate la pct. 3.2.3.

3.2.5. Decolmatarea rosturilor

Decolmatarea rosturilor constă în desprinderea, sfărâmarea și evacuarea sub acțiunea traficului a materialelor de colmatare din rosturi, în special pe timp friguros, când masticul bituminos devine casant și nu urmărește contracția dalelor din beton de ciment.

Decolmatarea rosturilor nu deranjează desfășurarea normală a circulației rutiere, însă favorizează apariția altor defecțiuni ale îmbrăcăminților din beton de ciment prin faptul că permite infiltrarea apei prin rosturi în straturile rutiere inferioare și terenul de fundare, micșorând capacitatea portantă a acestora.

De asemenea, decolmatarea rosturilor permite infiltrarea apei la interfața dală-fundație, favorizând apariția fenomenului de pompaj.



Fig. 3.4. Decolmatarea rosturilor

Cauzele decolmatării rosturilor pot fi următoarele:

- compoziția necorespunzătoare a masticului bituminos;
- utilizarea unui bitum de consistență dură sau arderea acestuia în procesul de fabricație a masticului;
- nerespectarea tehnologiilor la colmatarea rosturilor (curățare, uscare, amorsare etc.);
- îmbătrânirea precoce a masticului bituminos sub acțiunea factorilor climaterici.

Prevenirea decolmatării premature a rosturilor se obține prin executarea periodică a colmatărilor cu materiale corespunzătoare (etanșe, rezistente la fisurare, elastice în timp și stabile la temperaturi scăzute, aderente la betonul de ciment) și prin respectarea condițiilor tehnice de calitate impuse la colmatarea rosturilor.

Pentru a evita arderea liantului, la prepararea masticului bituminos temperatura bitumului nu va depăși 180 °C.

Remediarea decolmatării rosturilor se face prin scoaterea materialelor necorespunzătoare din rosturi, curățarea, uscarea, amorsarea și umplerea lor cu mastic bituminos sau cu mortar asfaltic.

Pentru colmatare, în funcție de mărimea deschiderii rosturilor, se pot folosi următoarele materiale:

- în cazul rosturilor cu deschidere mai mică de 3 cm, acestea se vor colmata cu mastic bituminos la cald sau cu alte tipuri de masticuri similare, preparate la cald sau la rece;

- în cazul rosturilor cu deschidere mai mare de 3 cm, acestea se vor colmata cu mortar asfaltic.

Masticul bituminos recomandat pentru colmatarea rosturilor poate avea următoarele compoziții:

- pentru mastic bituminos cu deșeuri de cauciuc:

- bitum D 80/120 30...35 %
- filer de calcar 60...57 %
- deșeuri de cauciuc 10... 8 %

- pentru mastic bituminos cu pudră de cauciuc:

- bitum D 80/120 28...30 %
- filer de calcar 70...65 %
- pudră de cauciuc 3... 5 %

În cazuri excepționale, când nu se pot aproviziona deșeuri sau pudră de cauciuc, se va utiliza masticul bituminos având următoarea compoziție:

- bitum D 80/120 28...32 %
- filer de calcar 72...68 %

Mortarul asfaltic poate fi preparat la cald folosindu-se următoarea compoziție:

- bitum D 80/120 10...12 %
- filer 20...28 %
- nisip 0 - 7 mm 70...60 %

3.2.6. Deschiderea rosturilor longitudinale

Această defecțiune este caracterizată prin deschiderea anormal de mare, de peste 3 cm, a rosturilor longitudinale, care poate conduce la decolmatarea rosturilor și permite infiltrarea apelor din precipitații în straturile inferioare.

Dintre *cauzele* posibile care conduc la deschiderea rosturilor longitudinale se pot enumera:

- lipsa sau insuficiența ancorării cu bare din oțel-beton la rosturile longitudinale de contact între benzile de circulație din beton sau la rosturile longitudinale dintre dala normală și supralărgire;

- alunecarea laterală a dalelor din cauza tasării diferențiate a straturilor de fundație sau a terasamentelor;

- lipsa unui acostament stabil.



Fig. 3.5. Deschiderea rosturilor longitudinale

Prevenirea deschiderii rosturilor longitudinale se realizează prin:

- realizarea rosturilor de contact longitudinale cu ancore de oțel-beton;
- asigurarea unei capacități portante uniforme a terasamentelor și straturilor de fundație pe întreaga platformă a drumului.

Remediarea deschiderii mari a rosturilor longitudinale se poate face prin colmatarea periodică a acestora cu mortar asfaltic.

3.2.7. Rosturi cu mastic în exces

Rosturile cu mastic în exces sunt defecțiuni la care masticul bituminos apare în lungul rosturilor sau a crăpăturilor colmatate, sub forma unor pelicule sau a unor proeminențe cu o înălțime variabilă ce poate atinge câțiva cm.

În exploatare rosturile cu mastic în exces afectează planeitatea îmbrăcăminte din beton de ciment și pot deranja desfășurarea normală a circulației rutiere.



Fig. 3.6. Rosturi cu mastic în exces

Cauzele apariției masticului în exces pot fi următoarele:

- compoziția necorespunzătoare a masticului bituminos sau utilizarea unui bitum de consistență moale;
- folosirea unor cantități prea mari de mastic bituminos la umplerea rosturilor și neîndepărtarea imediată a surplusului de mastic;
- presiunea exercitată de dilatarea dalelor din beton de ciment, în perioadele cu temperaturi ridicate, asupra masticului bituminos din rosturi sau crăpături, care este împins spre suprafață.

Prevenirea excesului de mastic se poate realiza prin respectarea tehnologiei de colmatare a rosturilor cu mastic bituminos și executarea lucrărilor de colmatare în perioadele cu temperaturi obișnuite (de regulă, primăvara și toamna, până la finele lunii octombrie).

Remediarea defecțiunii se face prin îndepărtarea masticului în exces, folosindu-se fie o lopată încălzită, fie o spatulă sau un răzuitor cu lamă metalică.

3.2.8. Rupturi

Rupturile apar, de regulă, la rosturi sau la marginea dalei și se prezintă sub forma unor desprinderi sau degradări cu adâncime variabilă care poate să ajungă până la grosimea dalei. Rupturile apar fie pe suprafețe mici, local, în dreptul rosturilor transversale sau la marginea dalelor, fie extinse pe toată lungimea rosturilor transversale pe lățimi până la 0,5 m.



Fig. 3.7. Rupturi

Rupturile sunt datorate următoarelor *cauze*:

- în perioada execuției, rupturile pot fi provocate de anumite sarcini concentrate aplicate la marginile dalelor sau rosturilor în perioada de priză și întărire a betonului (demonstrarea prematură sau neglijență a longrinelor metalice, trafic greu în perioada de întărire a betonului etc.);

- în perioada exploatării, rupturile pot fi determinate de anumite materiale dure necompresibile (criblură, pietriș etc.) care sub influența traficului intră în rosturile transversale de dilatație, în perioada timpului rece, și care împiedică dilatarea dalelor când temperaturile cresc, producând eforturi de compresiune mari ce conduc la ruperea locală a betonului în dreptul rosturilor blocate (rigidizate). În acest caz rupturile sunt favorizate de neîntreținerea periodică a rosturilor transversale când prin curățarea lor, materialele dure pot fi îndepărtate;

- de asemenea rupturile la rosturi pot fi cauzate de pozarea înclinată a scândurii în rostul transversal de dilatație sau de folosirea unei scânduri prea scurte sau prea înguste care permite realizarea unui contact între betoanele celor două dale alăturate;

- rupturile în dreptul rosturilor longitudinale sau a marginilor dalelor pot fi favorizate de necompactarea cu maiul metalic a betonului proaspăt lângă longrine.

Prevenirea rupturilor se poate realiza prin:

- protejarea îmbrăcăminte prin interzicerea circulației rutiere în perioada de întărire a betonului;

- demontarea atentă a longrinelor după cel puțin 24 ore de la turnarea betonului;

- executarea rosturilor transversale de dilatație cu deschidere de 18...20 mm și folosirea unor materiale de colmatare corespunzătoare;

- compactarea betonului proaspăt cu maiul metalic lângă longrine;

- executarea periodică a lucrărilor de colmatare a rosturilor.

Remediarea operativă, dar provizorie, a rupturilor, se face prin îndepărtarea sfărâmăturilor și completarea degradărilor cu mixtură asfaltică.

Remediarea definitivă a rupturilor se poate face în funcție de mărimea acestora astfel:

- în cazul unor rupturi mici locale se execută reparații cu mortare pe bază de rășini epoxidice;

- în cazul în care ruptura afectează întreaga grosime a dalei, repararea se face prin demolarea în adâncime a betonului din zona afectată, după un contur dreptunghiular cu cca 10 cm mai mare decât dimensiunile zonei degradate și completarea golului rezultat cu beton fluidifiat cu aditiv FLUBET.

3.2.9. Fisuri și crăpături

Fisurile și crăpăturile sunt defecțiunile cele mai des întâlnite la îmbrăcămințile rutiere din beton de ciment.

Se consideră fisuri discontinuitățile în dala de beton sub 3 mm, iar crăpături discontinuitățile egale sau mai mari de 3 mm deschidere.

După orientarea față de axa drumului, fisurile și crăpăturile pot fi:

- transversale;
- longitudinale;
- diagonale;
- de colț.

În funcție de variația deschiderii fisurilor și crăpăturilor, acestea pot fi active sau pasive.

Se consideră fisuri sau crăpături active acelea la care deschiderea variază cu mai mult de 0,5 mm la o variație zilnică a temperaturii betonului de 10 °C, iar fisuri sau crăpături pasive se consideră acelea ale căror deschideri rămân aproape constante la variația temperaturii.

Remediarea fisurilor și crăpăturilor se face diferențiat în funcție de mărimea și variația deschiderii lor.

În cazul **fisurilor pasive**, acestea se colmatează cu unul din următoarele procedee:

- la fisurile fine cu deschidere de 1 mm sau mai mică, se toarnă direct în ele emulsie bituminoasă cu rupere rapidă după o lărgire prealabilă cu vârful scoabei;

- la fisurile având deschideri mai mari de 1 mm, acestea se curăță și se umple parțial cu filer de calcar și apoi se toarnă peste acesta emulsie bituminoasă cu rupere rapidă;
- un procedeu recomandat este colmatarea cu mortar pe bază de rășini epoxidice.

În cazul **fisurilor active și a crăpăturilor**, acestea se tratează ca rosturi și se colmatează cu mastic bituminos la cald sau ASROBIT la rece, folosind dozajele indicate pentru colmatarea rosturilor la pct. 3.2.5.

3.2.9.1. Fisuri și crăpături transversale

Cauzele apariției fisurilor și crăpăturilor transversale se datorează structurii rutiere nesatisfăcătoare, execuției greșite a lucrărilor și condițiilor de exploatare.

Fisurarea transversală pe sectoare mari de drum la $1/2 \dots 1/3$ din lungimea dalelor este caracteristică ruperii prin oboseală a betonului sub acțiunea traficului rutier și a variațiilor de temperatură.



Fig. 3.8. Fisuri transversale

Factorii legați de structura rutieră, care influențează apariția fisurilor și crăpăturilor transversale, pot fi următorii:

- teren de fundare sau straturi de fundație cu capacitate portantă scăzută sau neuniformă în lungul dalelor din beton;
- grosimea insuficientă și lungimea mare a dalelor din beton;
- drenarea nesatisfăcătoare a apei din corpul drumului.

Factorii legați de execuția lucrărilor pot fi următorii:

- utilizarea unui beton de ciment cu rezistențe insuficiente la întindere din încovoiere;
- neglijarea protecției betonului proaspăt;
- tăierea cu întârziere a rosturilor de contracție.

Factorii în legătură cu condițiile de exploatare pot fi următorii:

- oboseala betonului sub acțiunea combinată și îndelungată a traficului greu și a variațiilor mari de temperatură și umiditate;
- fisurarea prin “simpatie” în cazul rosturilor transversale care nu coincid între cele două benzi de circulație;
- funcționarea necorespunzătoare a rosturilor transversale, în special a celor de dilatație, care conduce la apariția fisurilor în lungul acestora și dezvoltarea lor în continuare în rupturi la rosturi.

Prevenirea fisurilor și crăpăturilor transversale se realizează prin următoarele măsuri:

- asigurarea unui teren de fundare și realizarea straturilor de fundație cu o capacitate portantă ridicată și mai ales uniformă în lungul drumului;
- stabilirea grosimii și lungimii dalelor în funcție de factorii climaterici, calitățile materialelor și ale betonului utilizat;
- realizarea unui beton de ciment cu rezistențe la întindere din încovoiere superioare;
- protejarea betonului proaspăt imediat după punerea în operă ;
- amenajarea corespunzătoare a rosturilor transversale.

3.2.9.2. Fisuri și crăpături longitudinale

Fisurile longitudinale sunt orientate în lungul dalelor din beton de ciment, după diverse generatoare.

Cauzele producerii fisurilor și crăpăturilor longitudinale pot fi următoarele:

- tasarea fundației în profil transversal și fisurarea betonului sub acțiunea sarcinilor din trafic. În acest caz fisurarea longitudinală poate fi însoțită de deschiderea rostului longitudinal;
- umflarea pământului din terenul de fundație alcătuit din materiale gelive;
- contracția transversală a betonului în cazul unei lățimi prea mari a părții carosabile realizate fără rosturi longitudinale de contracție sau cu rosturi prea puțin adânci în axa drumului.



Fig. 3.9. Fisuri longitudinale

Prevenirea fisurilor și crăpăturilor longitudinale se realizează prin următoarele măsuri:

- asigurarea unui teren de fundare din materiale negelive cu o capacitate portantă uniformă pe întreaga platformă a drumului;
- realizarea unui rost de contracție longitudinal în cazul când banda de beton se toarnă pe o lățime mai mare de 5 m.

3.2.9.3. Fisuri și crăpături diagonale

Fisurile și crăpăturile diagonale sunt înclinate la un unghi de aproximativ 45° față de axa drumului și pot apărea în unele cazuri numai la mijlocul dalei chiar în timpul execuției îmbrăcăminte din beton de ciment.

Cauzele care conduc la apariția fisurilor și crăpăturilor diagonale pot fi următoarele:

- priza falsă a cimentului care împiedică producerea contracției plastice normale a betonului proaspăt ca urmare a întăririi premature a acestuia;
- sarcini din trafic aplicate pe capetele dalelor deformate sau având fundația cu portantă insuficientă.

Prevenirea fisurilor și crăpăturilor diagonale se realizează prin următoarele măsuri:

- utilizarea unui ciment care să nu prezinte fenomenul de priză falsă;
- asigurarea unui teren de fundație cu o capacitate portantă uniformă pe întreaga platformă a drumului.

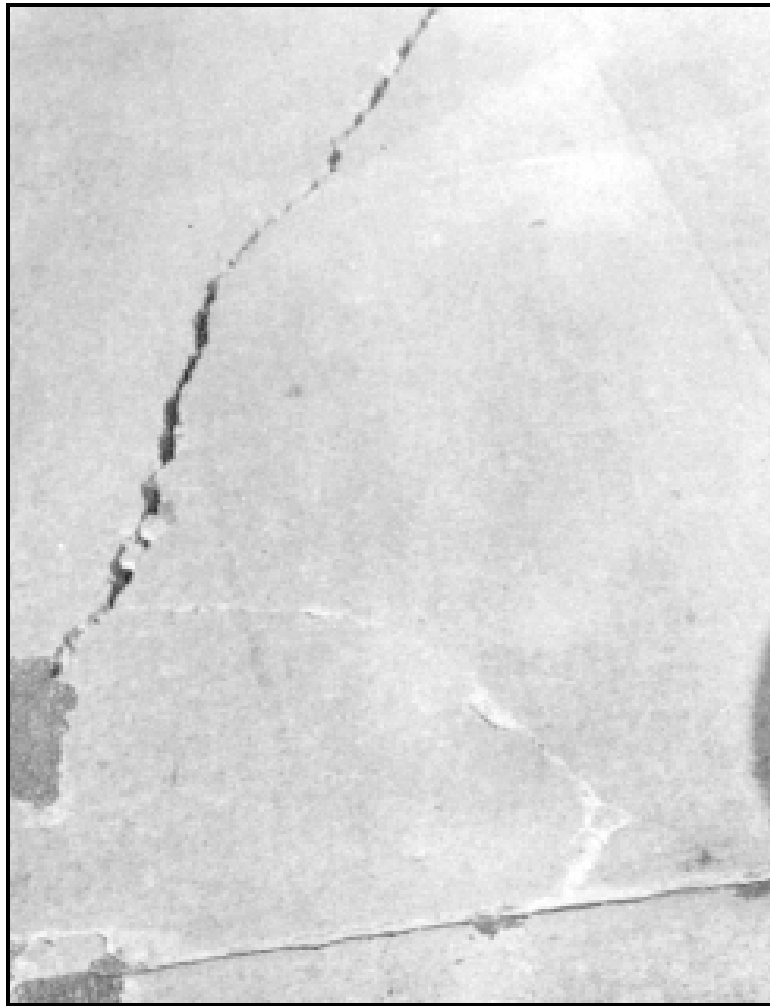


Fig. 3.10. Fisură diagonală

3.2.9.4. Fisuri și crăpături de colț

Fisurile și crăpăturile de colț sunt dispuse diagonal formând un triunghi a cărui ipotenuză leagă un rost, fisură sau crăpătură transversală cu un rost longitudinal sau cu o margine de dală.

Aceste defecțiuni pot apărea frecvent pe ambele colțuri ale dalelor alăturate.

Apariția fisurilor și crăpăturilor de colț poate fi determinată de următoarele **cauze**:

- sarcinile din trafic aplicate pe colțurile unor dale aflate în consolă sau deformat, sau la care fundația are o capacitate portantă insuficientă;
- alunecarea laterală a dalelor executate cu rosturi transversale oblice;
- prezența unor materiale dure pe porțiunea de capăt a rosturilor transversal.



Fig. 3.11. Fisuri de colț

Prevenirea fisurilor și crăpăturilor de colț se realizează prin următoarele măsuri:

- asigurarea unui teren de fundare cu o capacitate portantă uniformă pe întreaga platformă a drumului;
- amenajarea rosturilor transversale conform prevederilor tehnice și întreținerea lor periodică.

3.2.10. Gropi

Gropile în îmbrăcămintea din beton de ciment sunt caracterizate printr-o cavitate de formă rotunjită având dimensiuni variabile în plan de 5...50 cm și adâncimi mai mari de 3 cm.

Cauzele posibile ale apariției gropilor pot fi următoarele:

- prezența unor incluziuni localizate în beton (argilă, corpuri străine etc.);
- beton neomogen datorită așternerii și compactării neuniforme;
- urme nereprofilate pe betonul proaspăt pus în operă;
- existența unor suprafețe exfoliate în stare avansată, care local se pot transforma în gropi;
- dislocarea parțială a betonului din dalele faianțate în plăci mici.

Prevenirea apariției gropilor se obține prin următoarele măsuri:

- realizarea unui beton de ciment omogen, prin respectarea prevederilor normativului privind așternerea și compactarea betonului;
- reprofilarea, finisarea și protejarea atentă a betonului proaspăt pus în operă;

- executarea la timp a lucrărilor de întreținere și reparare în cazul suprafețelor exfoliate sau a faianțurilor.



Fig. 3.12. Gropi

Remedierea gropilor din îmbrăcămințile din beton de ciment se face în fază incipientă prin plombarea acestora provizoriu cu mixtură asfaltică sau definitiv cu mortar de ciment pe bază de rășini epoxidice, conform tehnologiilor specifice.

În cazul apariției gropilor pe suprafețe exfoliate în stare avansată, sau pe suprafețe mari cu faianțări, tratarea gropilor se face înainte de execuția lucrărilor de remediere prevăzute pentru aceste tipuri de defecțiuni.

3.2.11. Pompaj

Pompajul constă în ridicarea printr-un rost sau crăpătură, spre suprafața îmbrăcămintei, a noroiului format de către apele infiltrate între dale și terenul de fundare, sub influența mișcării dalei din aval pe verticală, datorită efectului traficului.

Pompajul poate apărea în special în lungul rosturilor și crăpăturilor transversale.

Cauza apariției pompajului este determinată de acțiunea simultană a următorilor factori:

- prezența apei libere între dală și terenul de fundare datorită infiltrării apelor de suprafață sau datorită apelor subterane;
- sarcinile provenite din trafic care acționează asupra dalei din aval și o deformează pe verticală;

- existența argilei în stratul superior de fundare, care în prezența apei își poate modifica starea de consistență în plastic curgătoare și sub presiunea dalei din aval este expulzată prin rost spre exterior.



Fig. 3.13. Pompaj

Prevenirea pompajului se realizează prin următoarele măsuri ce pot fi luate la execuție sau în exploatare:

- drenarea corpului drumului;
- realizarea stratului portant din agregate naturale stabilizate cu lianți puzzolanici;
- etanșarea suprafeței îmbrăcăminte prin colmatarea rosturilor și crăpăturilor și întreținerea periodică a acestora.

Remediarea pompajului constă din aplicarea următoarelor măsuri:

- eliminarea surselor care alimentează cu apă terenul de fundare, prin captarea și evacuarea acestora;
- umplerea golurilor de sub dale prin injectare de mortar cu lianți hidraulici sau bituminoși;
- colmatarea periodică cu mastic bituminos a rosturilor, crăpăturilor și fisurilor active.

3.2.12. Tasarea dalelor

Tasarea dalelor se manifestă prin apariția unei diferențe de nivel între marginile a două dale adiacente, de regulă în dreptul unui rost transversal sau longitudinal.

O dală se consideră tasată când denivelarea în profil longitudinal sau transversal a îmbrăcăminte este mai mare de 5 mm sub un dreptar de 3 m lungime.



Fig. 3.14. Tasarea dalelor

Cauzele tasării dalelor pot fi următoarele:

- tasarea terenului de fundare, insuficient compactat și lipsit de drenare, sub acțiunea înghețului sau a schimbării conținutului de apă;
- tasarea în timp a terasamentelor din rambleuri mari, sau a terasamentelor din zonele de tranziție în apropierea lucrărilor de artă (poduri, podețe etc.) sau în dreptul lucrărilor de subtraversare cu drenuri, instalații sau conducte.

Tasarea dalelor se **previne** prin luarea următoarelor măsuri:

- asigurarea unui teren de fundare cu o capacitate portantă uniformă și insensibil la acțiunea apei sau a înghețului;
- executarea unor terasamente bine compactate și drenate adecvat în special în cazul rambleurilor înalte, în apropierea lucrărilor de artă și în dreptul lucrărilor de subtraversare;
- asigurarea măsurilor prevăzute la pct. 3.2.11 pentru evitarea fenomenului de pompaj.

Pentru **remedierea** dalelor tasate se pot adopta următoarele metode:

- ridicarea dalelor tasate, prin diverse procedee folosindu-se în acest scop vinciuri, traverse metalice etc., și umplerea spațiului gol de sub dală cu mortar slab de var și ciment ce se introduce hidraulic prin găurile practicate în acest scop în dale;
- preluarea denivelărilor prin acoperirea suprafeței tasate cu mixtură asfaltică după o prealabilă curățare și amorsare. Această metodă prezintă dezavantajul că nu rezolvă situația în mod definitiv și este inestetică;

- acoperirea suprafeței tasate cu beton armat cu fibre de oțel;
- înlocuirea dalei tasate, în cazul în care prezintă și alte tipuri de defecțiuni (crăpături și faianțări) cu o dală nouă din beton de ciment rutier.

3.2.13. Faianțări

Îmbrăcămințile din beton de ciment faianțate se prezintă cu fisuri și crăpături de diverse tipuri, care separă între ele plăci mici cu latura variind între 10...30 cm, sau plăci mari cu latura de 0,50...1,50 m.



Fig. 3.15. Faianțări

O dală se consideră faianțată în plăci mari când prezintă pe suprafața ei mai mult de 4 fisuri sau crăpături.

Cauzele producerii faianțărilor pot fi următoarele:

- lipsa unei fundații și a unei drenări corespunzătoare a patului drumului;
- subdimensionarea grosimii dalelor;
- infiltrarea apei de suprafață prin crăpături și rosturi în straturile de fundație și în patul drumului;

- teren de fundare din pământuri sensibile la acțiunea din îngheț-dezghet, concomitent cu umezirea acestuia și acțiunea traficului greu în perioada de dezghet;

- oboseala betonului datorită duratei mari de exploatare sub efectul traficului greu și intens.

Prevenirea faianțării este posibilă prin realizarea unor îmbrăcămînți rutiere din dale de beton de ciment de bună calitate, cu o fundație executată și asanată corespunzător.

Remediarea faianțării se poate face prin următoarele procedee:

- în cazul suprafețelor reduse se procedează la colmatarea provizorie a fisurilor și crăpăturilor, iar în cazul când faianțarea afectează întreaga dală, se înlocuiește dala faianțată, după ce terenul de fundare și straturile de fundație au fost asanate;

- în cazul suprafețelor mari, când îmbrăcămintea din beton de ciment s-a faianțat datorită fenomenului de oboseală a betonului, iar fundația și terasamentele sunt corespunzătoare, se procedează la ranforsarea structurii rutiere a sectorului de drum afectat de faianțări, cu îmbrăcămînți bituminoase sau îmbrăcămînți din beton de ciment;

- în cazul când sectorul de drum cu faianțări nu are o fundație uniformă sau pământul de fundare este necorespunzător, se va proceda la asanarea corpului drumului și apoi se vor executa lucrările de ranforsare pe baza unui studiu tehnico-economic.

3.2.14. Distrugerea totală a dalelor

În cazul distrugerii totale a dalelor, îmbrăcămintea prezintă multe defecțiuni grave (faianțări, gropi și tasări) care o fac improprie pentru desfășurarea în bune condiții a circulației rutiere.

Cauza distrugerii totale a dalelor este legată de următorii factori:

- obosirea betonului sub acțiunea traficului greu și intens;
- expirarea duratei de exploatare;
- capacitatea portantă scăzută sau neuniformă a fundației;
- tasarea terasamentelor;
- lipsa drenării apelor;
- greșeli de proiectare și execuție;
- neefectuarea sau amânarea lucrărilor de întreținere și reparare a dalelor degradate.

Prevenirea distrugerii dalelor se realizează prin proiectarea și execuția îmbrăcămînților din beton de ciment în bune condiții de calitate sau prin ranforsarea complexului rutier în funcție de evoluția traficului și a stării de degradare a îmbrăcămintei.

Remediarea dalelor distruse total se face în funcție de suprafața afectată a îmbrăcămintei rutiere astfel:

- în cazul dalelor izolate se procedează la înlocuirea lor cu dale noi turnate la fața locului

- în cazul sectoarelor de drum afectate de lungimi mai mari, remedierea trebuie să facă obiectul unui studiu aprofundat care să țină seama de cauzele distrugerii totale a dalelor.

4. DEFECTIUNI ALE PAVAJELOR DIN PIATRĂ CIOPLITĂ

4.1. Clasificarea defecțiunilor pavajelor din piatră cioplită

Defecțiunile pavajelor din piatră cioplită, în funcție de locul lor de apariție sunt prezentate în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1

Clasificarea defecțiunilor pavajelor din piatră cioplită după locul de apariție

Nr. crt.	Grupa defecțiunilor	Tipul defecțiunii
1	Defecțiuni ale rosturilor	Decolmatarea rosturilor
2	Defecțiuni ale pavelor	Înfundarea sau spargerea unor pavele izolate Rotunjirea pavelor din uzură Suprafață șlefuită
3	Defecțiuni ale structurii	Denivelarea unor porțiuni din pavaj

Clasificarea defecțiunilor pavajelor din piatră cioplită în funcție de urgențele de remediere este indicată în tabelul 4.2.

Tabelul 4.2

Clasificarea defecțiunilor pavajelor din piatră cioplită în funcție de urgența de remediere

Urgența remedierii	Gradul defecțiunii	Tipul defecțiunii
I	Defecțiuni grave	Denivelarea unor porțiuni din pavaj Suprafață șlefuită
II	Defecțiuni mijlocii	Înfundarea sau spargerea unor pavele izolate
III	Defecțiuni ușoare	Rotunjirea pavelor prin uzură Decolmatarea rosturilor

În cadrul lucrărilor de întreținere a pavajelor, o mare importanță o are operația de menținere a etanșeității rosturilor prin colmatarea lor cu mastic bituminos, care asigură impermeabilitatea îmbrăcămintei, împiedică rotunjirea pavelor și face ca pavajul să producă mai puțin zgomot sub circulație.

4.2. Prezentarea defecțiunilor pavajelor din piatră cioplită

4.2.1. Decolmatarea rosturilor

Această defecțiune apare ca urmare a sfărâmării și îndepărtării sub circulație a materialelor de colmatare din rosturile pavajului.



Fig. 4.1. Decolmatarea rosturilor

Cauzele decolmării rosturilor pot fi:

- utilizarea unui mastic bituminos cu o compoziție necorespunzătoare;
- turnarea masticului bituminos pe suprafețe murdare;
- folosirea unei cantități insuficiente de mastic bituminos;
- sfărâmarea masticului bituminos pe timp friguros datorită bitumului dur din compoziția acestuia.

Prevenirea decolmării premature a rosturilor se realizează prin pregătirea, curățarea temeinică și umplerea acestora cu masticuri bituminoase corespunzătoare.

Remediarea acestei defecțiuni se face prin curățarea rosturilor și colmatarea lor la cald cu mastic bituminos sau la rece cu mortar cu subif. Înainte de colmatarea rosturilor se procedează la revizia pavajului, reparând denivelările și înlocuind pavelele sparte sau degradate.

4.2.2. Înfundarea sau spargerea unor pavele izolate

Această defecțiune se manifestă sub formă de tasări izolate, afectând în faza inițială numai elementele izolate ale pavajelor din piatră cioplită.



Fig. 4.2. Pavele sparte și înfundate

Înfundarea sau spargerea unor pavele izolate se datorează uneia din următoarele *cauze*:

- cedarea fundației de sub pavelele respective datorită unei execuții inițiale necorespunzătoare;
- înălțimea inițială prea mică a pavelelor;
- spargerea pavelelor datorită unor fisuri existente în material sau execuției acestora dintr-o rocă alterată.

Prevenirea defecțiunii se realizează prin executarea corectă a pavajelor și utilizarea numai a materialelor corespunzătoare, respectându-se următoarele recomandări:

- întrebuințarea de pavele compacte, din roci eruptive (granit, bazalt);
- piatra să nu aibă urme de dezagregare fizică, chimică sau mecanică, fisuri etc., să fie omogenă la culoare și cu o structură uniformă și compactă;
- executarea corectă a fundației și a substratului de nisip;
- batere cu maiul până la refuz a fiecărei pavele;
- compactarea mecanică corespunzătoare a pavajului.

Remediarea defecțiunilor de înfundare sau spargere a unor pavele izolate trebuie făcută imediat, deoarece sub efectul circulației vor fi deplasate și degradate și celelalte pavele adiacente, ajungându-se la deformarea unor suprafețe mai mari, la formarea de gropi sau

adâncituri care stingheresc circulația și în care se colectează apa care poate pătrunde prin rosturi până în fundație, reducându-i capacitatea portantă. Tehnologia de remdiere a defecțiunilor de înfundare sau spargere a unor pavele izolate este prezentată la punctul 5.3.2.

4.2.3. Rotunjirea pavelor prin uzură

Sub efectul circulației, muchiile pavelor sau calupurilor se uzează mai repede decât mijlocul lor și din această cauză, cu timpul, suprafața lor devine bombată. Datorită circulației, rotunjirea este mai accentuată în sens longitudinal drumului. Pe măsură ce rotunjirea se dezvoltă, circulația se desfășoară mai incomod datorită vibrațiilor ce se produc la trecerea de pe o pava pe alta, ceea ce duce la mărirea degradărilor. Pe un pavaj cu pavele rotunjite, circulația devine mai zgomotoasă.

Cauza principală a rotunjirii pavelor este uzura muchiilor și a colțurilor datorită traficului intens de vehicule și faptului că rosturile nu sunt umplute cu mastic bituminos.



Fig. 4.3. Rotunjirea pavelor

Prevenirea rotunjirii premature a pavelor se realizează prin menținerea rosturilor umplute cu mastic bituminos. Aceasta contribuie nu numai la protejarea muchiilor pavelor împotriva uzurii, ci și la impermeabilizarea suprafeței prin aceea că împiedică pătrunderea apei prin rosturi la fundație, respectiv la micșorarea zgomotului produs sub circulație. În scopul menținerii rosturilor bitumate, operația de bitumare se repetă periodic.

Remediarea defecțiunii constă în executarea periodică a lucrărilor de colmatare în exces a rosturilor, în refacerea pavajului cu pavele noi sau acoperirea pavajelor existente cu îmbrăcămînți bituminoase conform tehnologiilor specifice. La refacerea pavajului, din vechiul

strat de nisip nu trebuie desfăcută decât partea superioară care a fost contaminată cu noroi și pământ, păstrându-se intact restul stratului care este bine consolidat prin circulație.

4.2.4. Suprafață șlefuită

La pavajele din piatră cioplită, mai ales a celor din bazalt, ca urmare a traficului intens, poate să apară o șlefuire a suprafeței, ce se manifestă prin netezirea și lustruirea suprafeței pavelor sau a calupurilor însoțită mai mult sau mai puțin de sfărâmarea sau rotunjirea muchiilor.

Aceste suprafețe devin foarte lunecoase, periclitând siguranța circulației mai ales pe timp de ploaie.

Cauza șlefuirii pavelor este datorată eliminării asperităților inițiale, prin acțiunea pneurilor autovehiculelor. Suprafața pavelor se șlefuieste cu atât mai repede cu cât rocile din care provin se pretează mai bine la șlefuire și cu cât traficul este mai intens.

Șlefuirea suprafețelor pavajelor se **previne** prin utilizarea unor pavele sau calupuri din roci rezistente la uzură și menținerea rosturilor colmatate cu mastic bituminos.

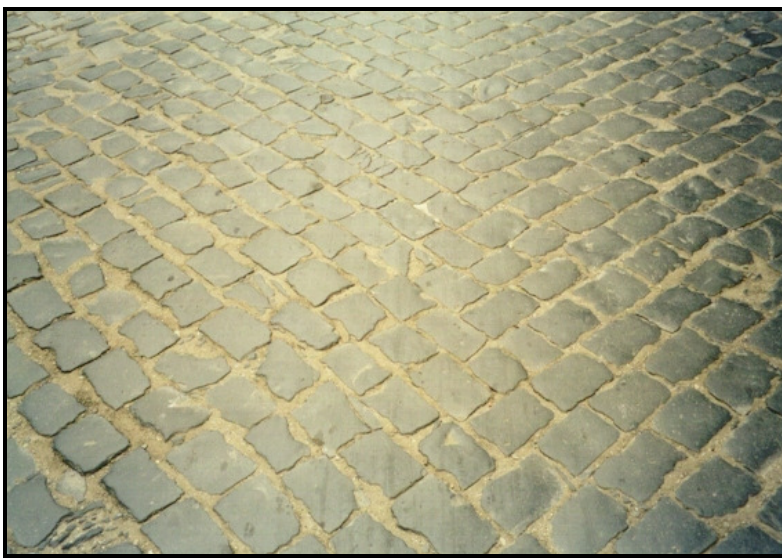


Fig. 4.4. Suprafață șlefuită

Remedierea radicală a acestei defecțiuni constă în desfacerea îmbrăcăminții și executarea unui alt pavaj cu pavele sau calupuri noi.

Pentru refacerea pavajului pe astfel de suprafețe, care de obicei sunt întinse, este necesară multă muncă și se consumă un material scump, fără posibilități de executare mecanizată a lucrărilor.

Se recomandă acoperirea pavajului din piatră cioplită cu straturi bituminoase pentru a se obține o suprafață de rulare netedă și confortabilă.

4.2.5. Denivelarea unor porțiuni din pavaj

Această defecțiune se prezintă sub forma unor tasări locale, cu efect nefavorabil asupra desfășurării normale a circulației.

Denivelarea deranjează desfășurarea normală a circulației, favorizează stagnarea apelor care se pot infiltra astfel prin rosturi în patul drumului. În aceste cazuri și în special primăvara, sub influența traficului greu, denivelările se extind pe suprafețe mai mari, formând fâgașe.

Cauzele denivelării pavajelor din piatră cioplită pot fi:

- utilizarea unor materiale (pavele normale, pavele abnorme, sau calupuri) cu dimensiuni și mai ales înălțimi care diferă mult între ele;
- lipsa etanșeității pavajului care permite infiltrarea apelor și înmuierea terenului de fundare;
- aplicarea stratului de nisip în grosime prea mare și pilonarea insuficientă a acestuia;
- cedarea terenului de fundare.

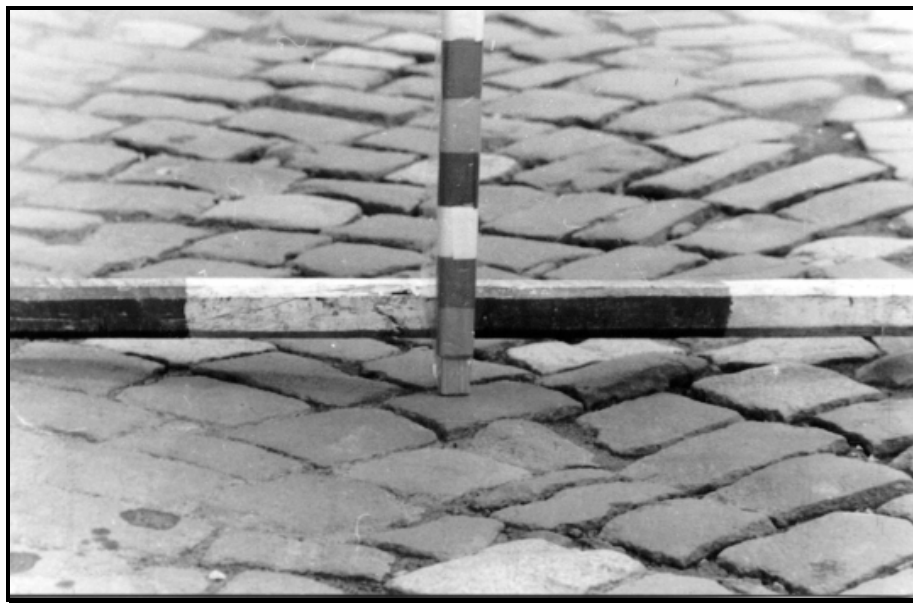


Fig. 4.4. Denivelarea pavajului

Prevenirea denivelării pavajelor se realizează prin executarea lucrărilor cu respectarea condițiilor de calitate, asigurându-se și o fundație corespunzătoare.

Pentru prevenirea denivelărilor se recomandă menținerea etanșeității pavajelor, care previne reducerea portanței terenului de fundare prin înmuiere.

Remediarea denivelărilor în pavajele din piatră cioplită constă în desfacerea pavajului pe suprafața denivelată și reconstruirea acestuia la cotă, conform tehnologiei indicate la punctul 5.3.3.

5. TEHNOLOGII PENTRU REMEDIEREA DEFECȚIUNILOR ÎMBRĂCĂMINȚILOR RUTIERE MODERNE

Remediarea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere moderne se face prin aplicarea unor tehnologii de mare diversitate, aflate în permanentă evoluție, ca urmare a cercetărilor care se efectuează și a creșterii performanțelor materialelor ce se utilizează în domeniul rutier, impuse de necesitatea realizării unor lucrări care să răspundă cerințelor de confort și siguranță ale utilizatorilor.

În cele ce urmează se vor prezenta câteva dintre tehnologiile specifice care se aplică în mod curent pentru remediarea defecțiunilor fiecărui tip de îmbrăcăminți rutiere moderne. De asemenea se vor descrie tehnologiile de execuție pentru tratamentele bituminoase și covoare asfaltice foarte subțiri la rece (șlamuri bituminoase), foarte frecvent aplicate în țara noastră în această perioadă pentru întreținerea drumurilor publice.

5.1. Tehnologii pentru remediarea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere bituminoase

Remediarea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere bituminoase se face prin aplicarea de tehnologii specifice fiecărui tip de defecțiune, așa cum s-a precizat la capitolele de prezentare detaliată a acestora. Dintre aceste tehnologii se vor prezenta în continuare numai câteva, pe care le-am considerat necesar a fi precizate în cadrul acestei lucrări.

5.1.1. Tratarea suprafețelor cu exces de bitum

Excesul de bitum ce apare pe suprafața îmbrăcăminților bituminoase, în perioada de vară când temperatura mediului ambiant depășește 25...30 °C, se va satura cu agregate naturale, urmărindu-se următorul procedeu: se așterne criblură 3...8 mm, sau nisip concasaj 0...3 mm, sau nisip grăunțos de râu, în cantitate variabilă, în funcție de situația locală, în una sau mai multe reprize, materialul urmând a fi cilindrât ori de câte ori acest lucru este posibil din punct de vedere organizatoric. Cantitatea de material pentru așternere în vederea prelucrării excesului de bitum variază între 5...15 kg/m².

Criblura sau nisipul de concasaj ce se va utiliza va fi din rocă dură, având o formă poliedrică, colțuroasă și nu va conține impurități, iar nisipul va fi grăunțos și curat.

Așternerea se face în straturi uniforme, executându-se mecanizat, așterneri manuale fiind permise numai pe suprafețe mici.

Suprafețele pe care s-au executat tratamente bituminoase se vor ține sub observație și în cazul că se constată excese de bitum, acestea vor fi tratate imediat.

Când excesul de bitum produce defecțiuni sub formă de făgașe, văluriri sau refulări, defecțiunea se tratează prin decaparea și înlocuirea stratului necorespunzător.

5.1.2. Badijonarea suprafețelor poroase

Suprafețele poroase ale îmbrăcăminților bituminoase se badijonează folosindu-se emulsie bituminoasă cationică.

Pentru această lucrare se folosește o emulsie cationică cu rupere rapidă, cu un conținut de bitum de circa 60 %.

Tehnologia de execuție este următoarea:

- se curăță temeinic suprafața și se îndepărtează impuritățile;
- emulsia bituminoasă cationică se diluează cu apă curată, nealcalină, în recipiente curate, în proporție de 1 : 1;
- se stropește suprafața cu $0,8 \dots 1 \text{ kg/m}^2$ emulsie diluată în cazul răspândirii manuale, sau cu $0,5 \dots 0,6 \text{ kg/m}^2$ în cazul pulverizării acesteia cu ajutorul aerului comprimat;
- se răspândește un strat uniform de nisip curat, de granulație $0 \dots 3 \text{ mm}$, în cantitate de circa 4 kg/m^2 ;
- se poate efectua o cilindrare ușoară, care favorizează fixarea nisipului și stabilizarea badijonării.

Circulația se deschide la circa 1...2 ore după așternerea nisipului.

În cazul aplicării manuale a emulsiei bituminoase cationice, se va acorda o mare atenție stropirii acesteia pentru a nu se produce ruperea prematură.

5.1.3. Colmatarea fisurilor și crăpăturilor din îmbrăcămințile rutiere bituminoase

În funcție de deschiderea lor, fisurile și crăpăturile se vor colmata:

- cu mastic bituminos, cele cu deschidere până la 5 mm;
- cu mixtură asfaltică, crăpăturile cu deschidere mai mare de 5 mm.

5.1.3.1. Colmatarea cu mastic bituminos

Pentru colmatarea fisurilor și crăpăturilor cu deschidere până la 5 mm, se va proceda astfel:

- se vor lărgi și adânci fisurile și crăpăturile folosindu-se dispozitive mecanice sau scoabe, spițul, târnăcopul etc.;
- se curăță fisurile prin frecare cu peria de sârmă și suflare cu aer comprimat;
- se vor îndepărta de pe partea carosabilă impuritățile rezultate;

- se amorsează fisurile sau crăpăturile;
- se prepară masticul bituminos din 28...32 % bitum, tip D 80/120 și 72...68 % filer de calcar;
- se toarnă în exces masticul bituminos în fisuri sau crăpături;
- suprafața se netezește și se pudrează cu nisip.

5.1.3.2. Colmatarea cu mixtură asfaltică

Crăpăturile având deschiderile mai mari de 5 mm se colmatează cu mixtură asfaltică. Tipul de mixtură asfaltică se alege în funcție de lățimea crăpăturii.

Tehnologia de lucru va cuprinde:

- decaparea în lungul crăpăturii a straturilor degradate, cu dalta și ciocanul sau târnăcopul și mai ales prin frezare sau folosirea pikamerului;
- curățarea temeinică cu mătura și cu peria a porțiunilor decapate și îndepărtarea materialului rezultat;
- amorsarea suprafețelor decapate în lungul crăpăturii cu bitum tăiat sau emulsie;
- umplerea și burarea crăpăturii pregătite în stratul de legătură cu mixtură asfaltică;
- umplerea spațiului pregătit în stratul de uzură cu mixtură asfaltică, urmată de o bună compactare.

Pentru ca drumurile să poată intra în iarnă în bune condiții, lucrările de colmatare trebuie terminate până la finele lunii octombrie.

5.1.4. Repararea defecțiunilor și a gropilor prin decaparea și refacerea îmbrăcămintei bituminoase

Tehnologia reparării degradărilor prin decaparea și refacerea îmbrăcămintei cuprinde:

- decaparea îmbrăcămintei degradate și pregătirea suprafeței în scopul aplicării unei îmbrăcăminți noi;
- plombarea suprafeței decapate și a gropilor cu mixtură asfaltică, inclusiv compactarea.

Pentru ca circulația rutieră să nu fie stânjenită pe sectoarele pe care se execută reparații, se recomandă să nu se decapeze decât atât cât se poate repara în cursul aceleiași zile. În cazul în care, din motive fortuite nu se pot plomba în aceeași zi toate gropile decapate, acestea se umplu cu materialul rezultat din decapare, material pietros de pe acostamente și se semnalizează.

În vederea plombării gropilor și a porțiunilor degradate cu mixtură asfaltică, suprafețele respective trebuie pregătite în mod corespunzător, în care scop se vor executa următoarele lucrări:

- marcarea suprafeței necesare a fi decapată prin trasarea unor linii pline la marginea acesteia folosindu-se creta sau alte mijloace adecvate; se va da o atenție deosebită obținerii unor patrulete estetice care să cuprindă întreaga suprafață degradată sau susceptibilă la degradare;

- tăierea verticală a marginilor suprafeței marcate, exact pe linia de marcaj, cu dalta și ciocanul, cu târnăcopul, cu pikamerul acționat de un motocompresor, sau cu alte dispozitive mecanice (freze speciale);

- scoaterea și îndepărtarea materialului ce se dislocă din perimetrul marcat; mixtura asfaltică rezultată din decaparea straturilor bituminoase se adună urmând a fi reutilizată, iar materialul granular care eventual rezultă, poate fi utilizat la completarea acostamentelor sau amenajarea drumurilor laterale;

- curățarea perfectă, temeinică a suprafeței decapate cu mătură și perii piassava sau prin suflarea cu aer comprimat; dacă astfel nu s-a obținut o suprafață perfect curată, atunci se va proceda la spălarea acesteia cu jet de apă;

- suprafața curată se amorsează cu bitum tăiat ($0,4 \text{ kg/m}^2$) sau emulsie bituminoasă cationică ($0,8 \dots 1 \text{ kg/m}^2$). Bitumul tăiat va conține 60 % bitum D 80/120 și 40 % petrosin. Emulsia bituminoasă cationică se diluează cu apă curată în proporție de 1 : 1, folosindu-se recipiente curate.

Plombarea propriu-zisă a gropilor astfel pregătite se face cu mixtură asfaltică, respectând următoarea tehnologie:

- după ruperea liantului cu care s-a făcut amorsarea, mixtura asfaltică se așterne în straturi uniforme, cu grosimea de maximum 4 cm; se va asigura grosimea necesară astfel ca după compactare suprafața reparată să fie la același nivel cu suprafața adiacentă;

- compactarea temeinică a mixturii asfaltice așternute cu maiul sau cu compactoare cu pneuri, compactoare cu rulouri netede, tăvălugi, rulouri adaptate la tractoare, plăci vibratoare etc. Operația de compactare este foarte importantă pentru etanșeitatea și durabilitatea lucrării, de aceea trebuie făcută cu multă atenție;

- după compactarea mixturii asfaltice așternute, suprafața plombată se pudrează cu nisip grăunțos sau nisip de concasaj $0 \dots 3 \text{ mm}$, anrobat cu $2 \dots 3 \%$ bitum pentru asigurarea etanșeității suprafeței stratului superior.

Pe timp de ploaie nu se vor efectua plombări, întrucât prezența apei împiedică acroșarea mixturii asfaltice la stratul suport.

Darea în circulație a suprafețelor reparate se face după răcirea mixturii asfaltice puse în operă, sau imediat după efectuarea plombărilor în cazul folosirii unor mixturi asfaltice la rece.

Tipurile de mixturi asfaltice ce se pot utiliza pentru plombarea gropilor și repararea suprafețelor degradate sunt:

- betoanele asfaltice pentru stratul de uzură (B.A.8; B.A.16 etc.);
- mortarele asfaltice (M.A.7);
- asfaltul turnat (A.T.D.16; A.T.7);
- mixturi asfaltice pentru reparații pe bază de nisip bituminos;
- mixturile asfaltice stocabile etc.

În general mixturile asfaltice de tipul betoanelor asfaltice și a mortarelor asfaltice se folosesc la plombări pe timp călduros, când funcționează fabricile de asfalt, iar asfaltul turnat și mixturile asfaltice stocabile se folosesc în perioadele de iarnă, atunci când alt tip de mixtură asfaltică este mai greu de obținut.

Pentru executarea reparațiilor se pot folosi și mixturi asfaltice pe bază de nisip bituminos. Conform normativului, acestea pot fi obținute la cald prin regenerarea mixturilor asfaltice recuperate din decaparea îmbrăcăminților bituminoase degradate și la rece, din nisip bituminos cu adaos de criblură, pietriș sau zgură granulată.

Mixturile asfaltice obținute prin procedeul la cald sunt de tipul betonului asfaltic și anrobatului bituminos și trebuie să prezinte caracteristici prescrise de normativ. Ele se prepară în instalații tip uscător-malaxor, mixtura asfaltică recuperată trebuind să fie mărunțită în prealabil la dimensiuni sub 30 mm.

În cazul în care nu dispunem de mixtură asfaltică pentru efectuarea plombărilor izolate, reparația provizorie a gropilor se poate face în mod excepțional, în lipsă de alte posibilități, prin stropiri succesive cu bitum sau emulsie bituminoasă, urmate de acoperire cu criblură. După fiecare stropire cu liant se răspândește criblură 3/8 sau 8/16, în cantitate de 10...15 kg/m², care se fixează prin batere cu maiul, criblura în exces fiind înlăturată prin măturare.

5.1.5. Decaparea și înlocuirea completă a structurii rutiere

Repararea defecțiunilor izolate cauzate de insuficiența capacității portante a complexului rutier, cum este cazul faianțărilor, gropilor provenite din faianțări și degradărilor provocate de îngheț-dezghet, se face prin decaparea și înlocuirea structurii rutiere vechi cu o structură rutieră nouă, dimensionată și alcătuită în condiții corespunzătoare.

În general, tehnologia de execuție cuprinde următoarele operații:

- decaparea în zona afectată a structurii rutiere;
 - în cazul când terenul de fundare este alcătuit din pământ sensibil la îngheț, se îndepărtează și acesta pe adâncimea de îngheț;
 - când se constată că terenul de fundare prezintă umiditate excesivă, provenită de la o sursă de alimentare continuă, se iau măsuri de asanare, prin executarea de drenuri corespunzătoare situației locale;
 - după asanarea terenului de fundare, în locul pământului necorespunzător se introduce un material necoeziv, bine compactat;
 - peste substratul de fundație executat dintr-un material necoeziv, se poate executa un strat de fundație din balast sau nisip stabilizat cu ciment, sau liant puzzolanic;
 - pentru a împiedica transmiterea fisurilor din stratul stabilizat cu ciment în îmbrăcămintea bituminoasă, se recomandă introducerea, între stratul stabilizat și îmbrăcămintea, a unui strat de bază alcătuit din piatră spartă 40...63 mm, în grosime de 8 cm după cilindrare, îndopată cu split bitumat; stratul de piatră spartă se execută la 12...14 zile după punerea în operă a fundației stabilizate cu ciment;
 - peste stratul de bază astfel pregătit, se execută îmbrăcămintea alcătuită din strat de legătură și de uzură;
 - se va asigura în toate cazurile drenarea apelor subterane.
- Lucrarea trebuie executată într-un ritm alert pe timp frumos, evitându-se umezirea straturilor datorită eventualelor ploi, sau și mai grav acumularea de apă în groapa decapată.

5.2. Tehnologii pentru remedierea defecțiunilor îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment

5.2.1. Reparații cu mixturi asfaltice

Remedierea defecțiunilor îmbrăcăminților din beton de ciment de tipul peladei, rupturilor de rosturi, gropilor și tasării dalelor, se poate face prin acoperirea provizorie a suprafețelor cu defecțiuni folosindu-se mixturi asfaltice, în scopul de a evita extinderea acestora și producerea de accidente de circulație.

Avantajul acestei metode constă în faptul că suprafețele reparate pot fi date în circulație imediat după răcirea mixturii asfaltice puse în operă.

Tehnologia execuției reparațiilor cu mixturi asfaltice este următoarea:

- suprafața dalei, care urmează să fie acoperită cu mixtură asfaltică, se curăță temeinic cu perii piassava sau prin suflare cu aer comprimat;

- suprafața curată se amorsează cu bitum tăiat ($0,4 \text{ kg/m}^2$) sau emulsie bituminoasă cu rupere rapidă (1 kg/m^2) care se aplică pe toată suprafața manual, cu ajutorul unei perii sau mecanic, cu un dispozitiv de pulverizare;

- mixtura asfaltică, preparată la cald în instalații specifice după tehnologiile obișnuite, se transportă la locul de punere în operă și se așterne manual la o temperatură de minim 100°C ;

- stratul de mixtură se așterne în mod uniform la cotele necesare și se compactează cu maiul de mână sau cu compactoare cu rulouri netede.

Deosebit de important în reușita operației este realizarea acroșării dintre stratul bituminos și vechea îmbrăcămintă din beton de ciment.

Tipul mixturii asfaltice se va alege în funcție de adâncimea degradării, respectându-se indicațiile din procesul tehnologic. Degradările sub 3 cm grosime se vor repara cu mortar asfaltic.

În cazul suprafețelor cu fisuri și crăpături active, în vederea evitării transmiterii lor la suprafața mixturii, se pot interpune între beton și mixtura asfaltică straturi separatoare din plase de sârmă, Netesin, plase din fire de plastic etc.

Suprafața îmbrăcăminților din beton de ciment reparate local cu mixturi asfaltice este inestetică, iar uneori durabilitatea plombărilor executate în acest fel este scurtă.

În lipsa altor posibilități soluția se poate aplica întrucât rezolvă în mod provizoriu obținerea unei suprafețe de rulare satisfăcătoare.

5.2.2. Reparații cu beton rutier fluidifiat

Remedierea defecțiunilor îmbrăcăminților din beton de ciment de tipul rupturilor, care afectează întreaga grosime a dalei, precum și a celor de tipul faianțării și tasărilor care necesită înlocuirea parțială sau totală a dalei degradate, se face prin utilizarea betonului rutier fluidifiat.

Tehnologia de execuție a reparațiilor cu beton rutier fluidifiat este următoarea:

- se sparge suprafața degradată pe toată grosimea dalei cu ciocanul pneumatic, după o formă regulată la o distanță cu 10 cm în plus față de marginea degradării, urmărindu-se ca latura cea mai mică a zonei decapate să nu fie mai mică de 0,5 m. Dacă dala prezintă degradări pe mai mult de jumătate din suprafață se înlocuiește în întregime;

- se îndepărtează părțile sparte și particulele dezagregate din betonul vechi;

- se montează, dacă este cazul, cofraje laterale din dulapi de lemn sau longrine și se amenajează rosturile existente;

- se spală cu apă suprafețele verticale de contact ale betonului vechi și se amorsează cu lapte de ciment;

- betonul se prepară în stații fixe sau la punctul de lucru în betoniere mobile folosindu-se dozajele pentru agregate, ciment, apă și aditivi plastifianți conform prevederilor instrucțiunilor tehnice. Clasa betonului utilizat va fi aceeași cu cea a betonului din stratul de uzură a dalei ce se repară;

- se transportă betonul și se toarnă direct prin curgere liberă în interiorul zonei decapate;

- se compactează stratul de beton cu utilaje de compactare vibratoare (plăci, grindă sau de adâncime);

- se finisează și se striază suprafața betonului proaspăt după care se protejează cu pelicule de protecție sau cu un strat de nisip umed.

Porțiunile de drum reparate cu beton rutier fluidifiat se pot da în circulație la minimum 7 zile de la execuție în cazul când temperatura atmosferică este de peste 25 °C.

5.2.3. Reparații cu mortar pe bază de rășini epoxidice

Una din cele mai eficiente tehnologii de reparare, din punct de vedere tehnic, este metoda de reparare utilizând mortarul epoxidic, care se întărește rapid, are o aderență perfectă față de betonul de ciment vechi și asigură obținerea unor rezistențe mecanice mari.

Rășinile epoxidice folosite ca liant se livrează și se folosesc sub forma a două componente: epoxidică și de întărire, care se amestecă în proporție de 5 : 1.

Pentru prepararea mortarului epoxidic, se utilizează ca liant rășina epoxidică, iar ca agregat se utilizează nisip natural cu granulație 0...3 mm sau 0...7 mm. Raportul liant/agregat este de 1/3...1/4 în cazul folosirii nisipului 0...3 mm, sau 1/4...1/5 în cazul folosirii nisipului 0...7 mm.

Procesul tehnologic cuprinde următoarele faze:

- pregătirea suprafeței betonului cu defecțiuni prin decaparea stratului de uzură, frecarea cu peria de sârmă și suflarea cu aer comprimat pentru îndepărtarea materialelor neaderente și a prafului, astfel ca suprafața betonului să fie perfect curată, uscată și fără pete de ulei sau bitum;

- amorsarea suprafeței betonului prin aplicarea unui film subțire de liant epoxidic, preparat cu un raport 4 : 1 între componența epoxidică și cea de întărire;

- prepararea mortarului epoxidic manual în șarje de 5 kg și așternerea imediată a acestuia (maximum 25 minute de la preparare);

- protejarea suprafeței degradate de acțiuni mecanice, ploaie sau insolații timp de 6 ore de la execuție.

Lucrările de reparare cu acest procedeu se realizează la temperaturi de lucru cuprinse între 15...30 °C.

Datorită costului ridicat al rășinilor epoxidice, această soluție se aplică de regulă pe porțiuni reduse, reparându-se defecțiuni de tipul: peladă, gropi, rupturi de rosturi sau la marginea dalei care nu afectează grosimea dalei, fisuri și crăpături de colț, tasări locale cu denivelări mici.

5.3. Tehnologii pentru remedierea defecțiunilor la pavajele din piatră cioplită

5.3.1. Colmatarea rosturilor pavajelor din piatră cioplită

Înainte operației de umplere a rosturilor, se realizează curățarea și amorsarea acestora după cum urmează:

- se curăță rosturile temeinic pe o adâncime de 3 cm, folosindu-se unelte simple (scoabe, dălți, perii de sârmă etc.);
- se îndepărtează reziduurile prin suflare cu aer comprimat și dacă este nevoie se spală cu apă sub presiune;
- după uscare se amorsează rosturile fie cu bitum tăiat 0,5 kg/m², care se prepară din 50 % bitum D 80/120 și 50 % petrosin, fie cu emulsie bituminoasă 0,5 kg/m².

5.3.1.1. Colmatarea rosturilor la cald cu mastic bituminos

Masticul bituminos se prepară cu un dozaj de 25 % bitum D 80/120 și 75 % filer, sau cu 30 % bitum D 80/120, 10 % deșeuri cauciuc și 60 % filer.

Pentru prepararea masticului bituminos se folosesc instalațiile mobile (topitoare) care pot fi deplasate la punctele de lucru. Se încălzește bitumul în topitoare la temperatura de 150...170 °C, după care se introduce filer uscat. Se amestecă continuu până la omogenizarea perfectă a masticului la temperatura de cel mult 180 °C. Se toarnă în rosturi masticul când acesta are temperatura de 160...180 °C cu ajutorul unui cancioc sau cu dispozitive speciale.

Turnarea se face în exces, iar după răcirea masticului bituminos se răspândește nisip cuarțos și se dă în circulație.

5.3.2. Repararea pavajelor cu defecțiuni de înfundare sau spargere a unor pavele izolate

Aducerea la cotă a pavelelor izolate, înfundate sau sparte se face astfel:

- se curăță suprafața pavajului și rosturile din jurul pavelei, utilizându-se în acest scop o vergea de oțel mai subțire decât lățimea rostului. Această operație se face cu atenție, pentru a nu mișca blocurile învecinate evitându-se utilizarea târnăcopului deoarece se pot deteriora pavelele;

- se scoate paveaua, fără a mișca pavelele învecinate, cu ajutorul a două vergele din oțel;

- se curăță nisipul de pe pavea, de pe fețele pavelelor vecine, precum și suprafața stratului de nisip suport;

- se aduce nisip nou pentru completarea stratului de nisip suport, care apoi se udă cu apă și se pilonează;

- se introduce o pavea corespunzătoare și, prin baterea cu maiul, aceasta se aduce la nivelul celorlalte. În cazul în care paveaua scoasă nu este deteriorată, aceasta se va refolosi. Pavelele sparte, înainte sau în timpul acestei operații, precum și pavelele rotunjite sau cu uzură prea mare se scot și se înlocuiesc cu altele noi, având aceeași calitate și mărime ca restul pavelelor.

5.3.3. Repararea denivelărilor în pavajele din piatră cioplită

Procesul tehnologic de remediere a acestei defecțiuni este următorul:

- se curăță suprafața denivelată și se scoate o pavea din mijlocul suprafeței, după care restul pavelelor se scot manual cu ușurință. În vederea ușurării operației de refacere se recomandă ca pavelele scoase să fie așezate alături de suprafața ce se repară, în poziția în care se găsesc în pavajul desfăcut;

- se curăță pavelele și suprafața substratului de nisip care de obicei este murdară;

- se adaugă nisip nou curat, atât cât este necesar pentru refacerea pavajului la cota impusă, se udă și se pilonează, după care se adaugă al doilea strat de nisip afânat și se așază pavelele; grosimea totală a stratului de nisip pilonat, în funcție de felul pavajului, va fi:

- 3...5 cm la pavajele din pavele normale;
- 2...5 cm la pavajele din pavele abnorme;
- 2...3 cm la pavajele din calupuri;

- se reface pavajul cu pavelele scoase (cele sparte sau rotunjite se înlocuiesc cu altele noi) și se face prima batere cu un mai manual sau mecanic de 25...30 kg, până la consolidarea suprafeței reparate, verificându-se planeitatea suprafeței și corectându-se eventualele denivelări;

- se răspândește nisip pe întreaga suprafață reparată, se stropește cu apă și se mătură cu peria, astfel ca nisipul să intre în rosturi până la umplerea lor;

- după această operație se execută a doua baterie cu maiul iar în cazul suprafețelor mari, se cilindrează cu compactorul de 60...80 kN prin minim 8 treceri pe același loc, după ce s-a așternut un strat de nisip de 1...1,5 cm; neregularitățile rămase după această operație se elimină prin scoaterea pavelelor și revizuirea grosimii stratului de nisip, adăugându-se sau scoțându-se nisip după caz.

5.3.4. Acoperirea pavajelor existente cu îmbrăcămînți bituminoase

În cazul pavajelor ajunse la un grad pronunțat de uzură, șlefuire a suprafețelor, rotunjire accentuată a pavelelor, denivelări mici pe suprafețe întinse, se recomandă acoperirea lor cu straturi bituminoase, soluție care prezintă avantajul unei execuții cu productivitate ridicată și consum de manoperă redus.

Acoperirea pavajelor cu un singur strat de covor asfaltic de 2...4 cm nu asigură rezistență la acțiunea traficului greu, motiv pentru care acoperirea pavajelor se execută cu o îmbrăcămintă bituminoasă din două straturi după ce în prealabil suprafața pavajului a fost reprofilată cu anrobate bituminoase.

Procesul tehnologic de execuție constă în următoarele faze:

- curățarea suprafeței pavajului și colmatarea rosturilor cu mastic bituminos;
- amorsarea suprafeței cu emulsie bituminoasă cationică;
- eliminarea denivelărilor în profil longitudinal sau transversal cu ajutorul unui strat de egalizare din anrobate bituminoase cu grosime variabilă;
- execuția straturilor îmbrăcămintei din mixturi de tipul betoanelor asfaltice a căror grosime minimă se recomandă a fi 4 cm pentru stratul de legătură și de 4 cm pentru stratul de uzură.

În cazul în care nu se respectă grosimea minimă de 8 cm a îmbrăcămintei bituminoase peste pavaj, în exploatare pot să apară degradări atât sub formă de faianțări, fisuri, cât și sub formă de peladă (dezlipirea completă a stratului bituminos de pe pavaj). Acest fenomen se poate constata atunci când îmbrăcămintea se execută într-un singur strat și când în anumite puncte critice ale pavajului stratul de mixtură ajunge la o grosime de numai 3...4 cm.

5.4. Tratamente bituminoase

5.4.1. Generalități

Tratamentele bituminoase sunt învelișuri subțiri realizate pe suprafața îmbrăcăminților rutiere prin stropirea acestora în mod uniform și continuu cu un liant hidrocarbonat, urmată de o acoperire cu criblură care se fixează prin cilindrare.

Se vor prezenta succint tratamentele bituminoase deoarece, în anumite condiții, ele intră în procesul tehnologic de realizare a îmbrăcăminților rutiere. De exemplu, îmbrăcămințile bituminoase provizorii sunt de obicei realizate din macadamuri acoperite cu tratamente bituminoase duble sau multiple; de asemenea, macadamurile penetrate (îmbrăcăminți bituminoase ușoare) cuprind în procesul tehnologic și un tratament bituminos de etanșare.

Tratamentele bituminoase se execută pentru:

- etanșarea suprafețelor poroase;
- mărirea rugozității suprafeței de rulare;
- întreținerea și regenerarea îmbrăcăminților rutiere vechi și uzate;
- închiderea macadamurilor bituminoase.

Ele asigură de asemenea:

- o bună drenare a apelor de pe suprafața de rulare;
- diminuarea împrăștiării apelor de pe suprafața de rulare în urma autovehiculelor;
- întreruperea filmului de polei chiar de la formarea sa.

Prin acoperirea suprafeței părții carosabile cu tratamente bituminoase se îmbunătățește viabilitatea drumului, însă nu se mărește capacitatea portantă a complexului rutier.

Clasificarea tratamentelor bituminoase se poate face din mai multe puncte de vedere.

După ***modul de punere în operă*** a liantului hidrocarbonat, tratamentele bituminoase se pot clasifica astfel:

- tratamente bituminoase executate la cald care se realizează numai pe timp uscat și călduros la o temperatură ambiantă de peste +8 °C folosind bitum încălzit la o temperatură care să-i asigure o fluiditate corespunzătoare;
- tratamente bituminoase executate la rece, cu bitum tăiat sau emulsie bituminoasă cationică, ce se realizează la o temperatură ambiantă de peste +5 °C și se pot aplica și pe suprafețe umede, însă nu de ploaie.

După ***tehnologia de execuție*** se deosebesc:

- tratamente bituminoase simple, care se realizează printr-o singură stropire cu liant, urmată de răspândire de criblură și cilindrare;
- tratamente bituminoase duble sau multiple, realizate prin două sau mai multe stropiri cu liant, urmate fiecare de răspândire de criblură și cilindrare;
- tratamente bituminoase duble inverse, executate prin inversarea ordinii de utilizare a sorturilor de agregat (primul strat se realizează cu sorturi mici, iar al doilea cu sorturi imediat superioare);

- tratamente bituminoase întărite, care se execută cu agregate bitumate în prealabil;
- tratamente bituminoase cu agregate anrobate “în situ” (Trabinsit).

Condițiile de calitate necesare pentru realizarea unor tratamente bituminoase corespunzătoare se referă la caracteristicile materialelor utilizate, dozaj, suprafața stratului suport, tehnologia de execuție. Materialele întrebuințate la executarea tratamentelor bituminoase sunt: lianții hidrocarbonați (în general bitumul) și agregatele naturale.

Bitumul poate fi pus în operă sub formă de:

- bitum D 180/200 prin încălzire la 140...160 °C;
- bitum D 80/120 încălzit la 150...160 °C;
- bitum tip DTA 160/200 prin încălzire;
- bitum tăiat preparat din bitumurile menționate mai înainte folosind ca solvent petrosinul în proporție de 22...24 %;
- emulsie bituminoasă cationică, cu rupere rapidă, care se pune în operă la temperatura mediului ambiant.

În cazul în care vâscozitatea emulsiei este mai mare de 12 °E se recomandă încălzirea acesteia la 60...70 °C.

Liantul folosit la executarea tratamentelor bituminoase trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să fie suficient de fluid, pentru a putea fi pulverizat în vederea acoperirii complete a suprafeței stratului suport;
- să păstreze o consistență corespunzătoare după aplicare;
- să prezinte o bună adezivitate față de agregate;
- să mențină granulele agregatului lipite între ele și pe suprafața tratată imediat după cilindrare;
- să nu exsudeze și să nu se desprindă de pe agregate o dată cu schimbarea condițiilor atmosferice.

Agregatele naturale care se pot utiliza la realizarea tratamentelor bituminoase sunt: criblurile sau în mod excepțional splitul, agregatele de râu concasate și granulate, agregatele de râu sortate.

Se recomandă ca agregatele să provină din roci bazice cu structură microcristalină. În cazul rocilor acide pentru tratamente bituminoase executate la cald se recomandă folosirea aditivilor tensioactivi, în scopul ameliorării adezivității la suprafața granulelor.

Agregatele trebuie să provină din roci dure, să nu se șlefuiască, să fie foarte curate, să aibă formă poliedrică și să aibă o rezistență ridicată la uzură. Se recomandă un coeficient Los Angeles de maximum 25 % iar pentru drumurile cu trafic intens sub 15 %.

Granulele lamelare sau aciculare se sfărâmă în timpul cilindării și sub circulație compromițând lucrarea. Splitul se poate folosi numai pe drumuri cu trafic redus.

Curățenia perfectă a agregatelor este o condiție indispensabilă pentru a se realiza o bună adezivitate; granulele cu praf se dezanrobează sub acțiunea apei, iar în cazul folosirii emulsiilor, praful conduce la ruperea prea rapidă a emulsiei.

În ceea ce privește granulozitatea, se recomandă ca dimensiunea maximă D și dimensiunea minimă d a granulei să fie cât mai apropiate; astfel, în Franța, se recomandă folosirea criblurilor cu dimensiunile 2,5...5 mm, 5...8 mm, 8...12,5 mm, 12,5...18 mm.

La noi în țară se folosesc sorturile de criblură existente uzual, și anume 3–8; 8–16 și 16–25.

Dozajul de liant trebuie să fie judicios stabilit pentru a permite o bună acroșare a agregatelor, evitând concomitent orice exces de liant care conduce la obținerea unor suprafețe lunecoase, exsudate și deci periculoase pentru circulație deoarece favorizează derapajul. În fig. 6.30 se prezintă schematic diverse situații corespunzătoare unor posibile variante ale raportului liant-criblură în cazul tratamentelor bituminoase.

În cazul unei cantități insuficiente de liant, criblura se va desprinde, iar în cazul supradozării liantului se obține o suprafață lunecoasă care prezintă pericol pentru siguranța circulației.

Agregatele trebuie să aibă o cât mai bună adezivitate față de liant, pentru a se realiza o perfectă acroșare între acestea și stratul pe care s-a aplicat tratamentul.

Pentru ameliorarea adezivității și în cazul executării tratamentelor bituminoase, se pot folosi substanțe tensioactive, cunoscute sub denumirea de aditivi, care acționează la interfața agregat-liant, îmbunătățind anrobarea.

În cazul agregatelor de natură acidă se folosesc ca aditivi: amine și poliamine, amidoamine etc.

Există mai multe procedee de a folosi aditivii, și anume: prin tratarea agregatelor, tratarea liantului și introducerea aditivilor la interfața liant-agregat.

Tratarea agregatelor se realizează pe șantier sau în carieră și constă în acoperirea uniformă a agregatelor cu o soluție apoasă sau uleioasă de aditiv. Se recomandă ca agregatele tratate cu aditivi să fie folosite cât mai rapid, întrucât aditivii au o durată de păstrare limitată.

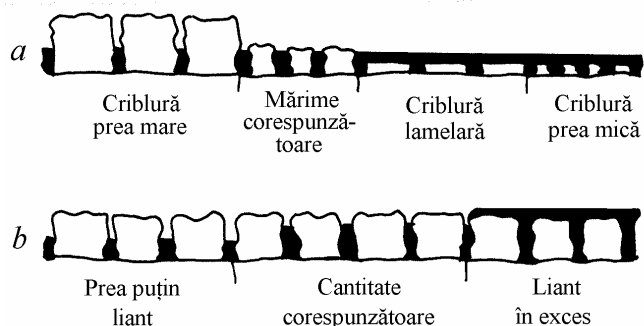


Fig. 5.1. Reprezentarea schematică a raportului liant-criblură la tratamentele bituminoase

a – cantitatea de liant constantă, dimensiunile criblurii variabile; b – dimensiunea criblurii constantă, cantitatea de liant variabilă

O altă metodă de aditivare constă în introducerea aditivului direct în liant în cantitate de 0,2...0,5 % din masa liantului. În acest caz, aditivii trebuie să reziste la temperaturi ridicate, să nu se descompună și să-și mențină proprietățile inițiale.

Introducerea aditivului la interfața liant-agregat se realizează prin pulverizarea aditivului în soluție diluată peste liantul stropit, înainte de răspândirea criblurii. Această metodă este ușor de aplicat și dă rezultate bune.

De asemenea, pentru îmbunătățirea caracteristicilor liantului bituminos (în principal a adezivității) se poate apela la modificarea bitumului. În acest caz este de regulă afectată consistența liantului și, în consecință se impune adoptarea unor temperaturi de punere în operă specifice, rezultate în urma unor studii de laborator, respectiv încercări experimentale.

Având agregate naturale corespunzătoare și lianți de bună calitate, reușita tratamentelor bituminoase mai depinde de următorii factori:

- aplicarea tehnologiei adecvate (repararea și curățarea suprafeței de tratat, stropirea bitumului, așternerea agregatelor, cilindrare etc.), inclusiv întreținerea ulterioară;
- folosirea unor utilaje de mare randament și cu posibilități de reglare a debitelor pentru agregate și liant în conformitate cu dozajele stabilite de laboratorul de specialitate, în funcție de condițiile locale;
- supravegherea permanentă și exercitarea unui control de calitate competent pe fiecare fază din procesul tehnologic;
- efectuarea lucrărilor în perioadele de timp recomandate (cald, uscat etc.), în funcție de tipul liantului folosit.

Respectând condițiile menționate mai sus și ținând seama de dotările existente actualmente în unitățile de drumuri de la noi din țară, se pot realiza cu o formație de lucru

2...3 km /zi de tratamente bituminoase de bună calitate sau chiar 6...8 km/zi în cazul utilizării atelierelor speciale cu utilaje moderne.

Stabilirea dozajelor este o fază importantă, cu implicații majore în reușita lucrărilor. Pentru obținerea unor tratamente bituminoase de bună calitate se recomandă folosirea în exclusivitate a criblurilor. Durata de exploatare a tratamentelor este influențată în mod hotărâtor de rezistența la uzură a criblurilor precum și de modul de fixare a criblurii în liant. Tehnica de execuție a tratamentelor bituminoase trebuie să asigure fixarea fiecărei granule în liantul stropit în prealabil, realizându-se o cât mai bună adezivitate. Agregatele naturale trebuie să aibă un ecart cât mai restrâns pentru a se evita segregarea.

Urmare studiilor și cercetărilor efectuate în ultimii ani, s-a constatat că granulele agregatului se aștern în poziții dezordonate, volumul de granule dintre goluri fiind de aproximativ 42...52 %. După cilindrare, ele se așază în poziții ceva mai stabile, iar volumul de goluri scade la 30 %. Bitumul umple 60...70 % din aceste goluri, în final rezultând 80 % agregate, 12...14 % bitum și 6...8 % goluri.

Cantitatea de criblură necesară pe 1 m² trebuie calculată astfel încât așternerea ei să fie realizată într-un singur strat, granulă lângă granulă.

Cantitatea de liant necesară depinde de dimensiunea criblurii, de forma ei și de starea suprafeței tratate.

Este necesar ca granulele de criblură să fie înglobate în bitum până la 2/3 din înălțimea lor (vezi fig. 6.30).

Dozarea liantului trebuie făcută astfel încât să fixeze întreaga cantitate de criblură: un dozaj ridicat conduce la exces de bitum, un dozaj scăzut de liant determină desprinderea criblurii din tratament.

Stabilirea dozajelor pentru tratamentele bituminoase presupune determinarea cantității de agregate naturale și de liant necesare pentru realizarea unui metru pătrat de tratament bituminos.

Folosind datele din literatura de specialitate, se vor prezenta câteva metode pentru calculul necesarului de agregate și bitum.

Agregatele naturale necesare pentru realizarea unui metru pătrat de tratament bituminos se determină în funcție de dimensiunea medie a agregatelor obținută din relația:

$$A = \frac{d + D}{2} \quad [\text{mm}] \quad (5.1)$$

în care:

A este dimensiunea medie a agregatului, în mm;

d – dimensiunea granulei celei mai mici, în mm;

D – dimensiunea granulei celei mai mari, în mm,

unde d și D se iau pentru ordonatele corespunzând resturilor de 90 % și 10 % ale curbei de granulozitate a agregatului considerat.

Se recomandă $d = (0,6 \dots 0,7)D$.

După determinarea valorii lui A (dimensiunea medie a agregatului) se stabilește cantitatea de agregate pe 1 m^2 cu relația:

$$V = A - \frac{A^2}{100} \quad [\text{L/m}^2] \quad (5.2)$$

în care V este cantitatea de agregate în L/m^2 .

Pentru transformarea în kg/m^2 , densitatea criblurii se ia în general $1\,450 \text{ kg/m}^3$.

Pentru liant, cantitatea necesară pe 1 m^2 în primă aproximație reprezintă 10 % din volumul de agregate pe metru pătrat.

În realitate, la stabilirea cantității de liant este necesar să se ia în considerare și o serie de alți parametri, ca: starea suprafeței îmbrăcămintei, trafic, forma granulelor etc.

Există mai multe relații care permit calcularea cantității de liant pe 1 m^2 , astfel:

$$L = a + bV \quad [\text{L/m}^2] \quad (5.3)$$

în care:

L este cantitatea de liant rezidual, în L/m^2 ;

V – cantitatea de agregate, în L/m^2 ;

a – factor care depinde de starea suprafeței îmbrăcămintei bituminoase, având următoarele valori:

- pentru suprafețe închise $a = 0$;
- pentru suprafețe normale $a = 0,2$;
- pentru suprafețe poroase sau fisurate $a = 0,59$;

b – factor care depinde de forma granulelor și poate avea următoarele valori:

- pentru cribluri $b = 0,07$;
- pentru granule rotunde $b = 0,09$.

După Coudre, necesarul de liant se stabilește cu relația:

$$L = (0,320...0,350)\sqrt{A} \quad [L/m^2] \quad (5.4)$$

Dozajul de liant trebuie corectat în funcție de natura îmbrăcămintei pe care se aplică și de trafic.

În Franța (BLLPC nr. 148/1987) s-a introdus experimental un program de calcul pentru elaborarea dozajelor necesare executării tratamentelor bituminoase justificat de următoarele considerente:

- stabilirea într-un mod mai științific a dozajelor, ceea ce va face ca forurile de decizie ce nu sunt întotdeauna de specialitate să ia în considerare mai aprofundat problema tratamentelor bituminoase;
- luarea în considerare la elaborarea dozajelor a multiplilor parametri de influență, unii dintre ei fiind în caz obișnuit uitați sau neglijați;
- obligarea proiectantului de a se informa în scopul de a răspunde la toate problemele ridicate de programul de calcul.

Principalele date cuprinse în program sunt:

- situația geografică a sectorului de drum pe care urmează să se aplice tratamentul;
- date complete asupra îmbrăcămintei de tratat;
- situația climaterică, mediul înconjurător;
- traficul, starea stratului suport, profilul longitudinal;
- structura tratamentului bituminos;
- tipul liantului ce se va utiliza;
- caracteristicile agregatelor naturale;
- parametrii privind tehnologia de execuție ș.a.m.d.

Ținând seama de diversele combinații ce se pot face, programul indică dozajul de liant în trei variante:

- dozajul de liant de bază (conform directivelor);
- dozajul de liant corectat (corectura făcându-se în funcție de parametrii introduși în calcul);
- dozajul de liant recomandat (care se obține din liantul corectat rotunjit cu ± 50 g).

Pe baza experienței acumulate, autorii au menționat concluzia că programul va putea fi îmbunătățit, ajungându-se în situația ca să se stabilească un optimum pe baza elementelor

obiective privind: structura tratamentelor, tipul liantului și agregatele utilizate, necesare pentru proiectarea tratamentelor bituminoase, în funcție de toate situațiile reale existente.

Se subliniază realitatea confirmată de o experiență îndelungată, că indiferent de metoda de calcul sau modul de stabilire a dozajelor, inginerul trebuie să se orienteze la fața locului și în funcție de condițiile existente să stabilească pe bază de încercări dozajul care să conducă la obținerea unei lucrări de cea mai bună calitate.

Cu cât traficul este mai intens, cu atât așezarea granulelor se va face într-un timp scurt și volumul de goluri minim se va obține mai repede. Când traficul este mai redus, volumul minim de goluri se realizează mai încet și de aceea este necesar un surplus de bitum pentru a umple golurile existente și pentru a lega mai bine granulele între ele.

5.4.2. Executarea tratamentelor bituminoase

5.4.2.1. Tratamente bituminoase simple

Tratamentele bituminoase se pot executa la cald sau la rece.

Tratamentele bituminoase la cald se execută pe timp uscat și călduros, la temperatura mediului ambiant peste +8 °C, iar cele executate la rece, de obicei cu emulsie bituminoasă cationică, se pot realiza la temperatura aerului peste +5 °C și pe suprafețe umede, dar nu pe ploaie.

Executarea tratamentelor bituminoase cuprinde următoarele operații de bază: pregătirea suprafeței, stropirea bitumului, răspândirea agregatelor și cilindrea. În fig. 5.1 se pot urmări schematic fazele din procesul tehnologic de execuție a tratamentelor.

Pregătirea suprafeței pentru tratamente constă, în general, în repararea tuturor degradărilor existente și curățarea ei temeinică de orice murdărie.

Pe suprafețele îmbrăcăminților bituminoase, care prezintă diferite defecțiuni, se vor executa reparațiile necesare cu mixtură asfaltică, cu cel puțin două săptămâni înainte de executarea tratamentului. Se trece apoi la curățarea suprafețelor cu ajutorul măturilor mecanice, care asigură îndepărtarea argilei, pământului, impurităților, prafului etc. Această operație este deosebit de importantă, întrucât pe suprafețe murdare aderența liantului este necorespunzătoare, ceea ce va conduce la nereușita tratamentului.

Stropirea bitumului în cantitate de 0,8...1,2 kg/m² se va face cu ajutorul autostropitorului de bitum, care trebuie să asigure o stropire cât mai uniformă și continuă. În fig. 5.2 se prezintă repartitia corectă a liantului în timpul stropirii.

Stropirea liantului se face prin duze cu fanta de 2,5 mm sau 4 mm în funcție de viteza autostropitorului și cantitatea de bitum necesară la executarea tratamentului.

În timpul stropirii bitumului, autostropitorul se va deplasa cu o viteză de 4,5...7 km/h și se vor folosi de obicei duzele cu fanta de 2,5 mm. Se recomandă ca duzele să se plaseze la o înălțime de 20...25 cm deasupra suprafeței de stropit pentru ca răspândirea bitumului să fie cât mai puțin influențată de vânt.

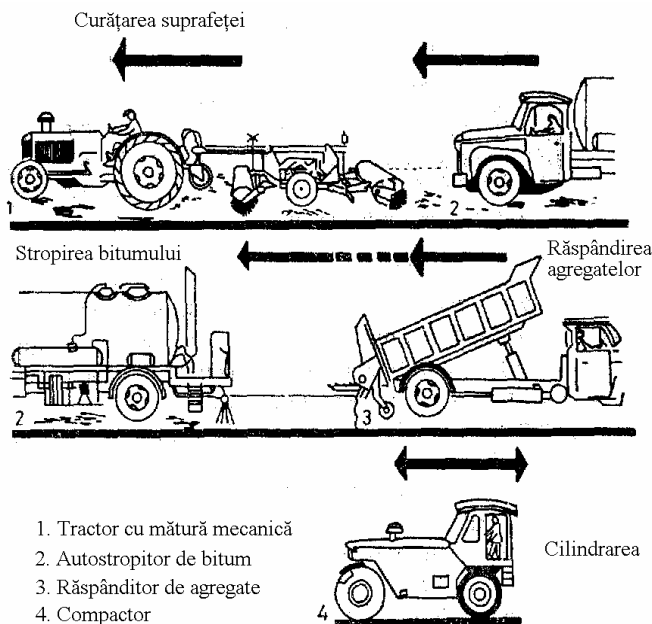


Fig. 5.1. Fazele din procesul tehnologic la executarea tratamentelor bituminoase.

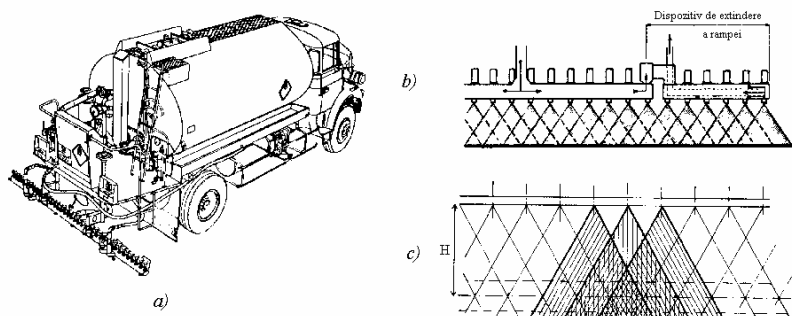


Fig. 5.2. Repartiția liantului în timpul stropirii

a – Autostropitor de bitum; b – Ramă de stropit bitum; c – Influența înălțimii rampei

Temperatura bitumului cald D 180/200 la stropire va fi cuprinsă între 140 și 160 °C.

Pentru menținerea temperaturii pe timpul transportului, autostropitoarele au rezervorul izolat termic și sunt prevăzute cu arzătoare care permit încălzirea bitumului la nevoie.

Operației de stropire a bitumului trebuie să i se acorde o importanță deosebită întrucât de uniformitatea stropirii și de cantitatea de liant stropită depinde în mare măsură reușita tratamentelor.

Răspândirea criblurii 3...8 mm sau 8...16 mm în cantitate de 10...15 kg/m², respectiv 14...18 kg/m², trebuie să urmeze imediat în urma stropirii bitumului cald. În acest scop, se folosesc de regulă răspânditoarele mecanice, adaptate la autobasculante.

Răspândirea agregatelor trebuie să fie cât mai uniformă și în conformitate cu dozajul stabilit.

Cilindrarea se execută cu compactorul cu pneuri, presiunea din pneuri fiind de 5...8 atm. Se poate folosi și compactorul cu rulouri netede de 60...100 kN cu care se efectuează în general 3...4 treceri pe aceeași suprafață, evitându-se o cilindrare prea puternică pentru a nu sfărâma agregatele. Cilindrarea se va face de la margini spre axă.

După cilindrare, în unele țări se folosesc mașini aspiratoare, care culeg criblura nefixată prin cilindrare (criblura alergătoare).

Deschiderea circulației se va face după răcirea bitumului. În timpul primelor 24 h, viteza vehiculelor trebuie să fie redusă sub 30 km/h pentru a se evita spargerea parbrizelor prin lovire cu eventuala criblură neaderentă și împrăștiată de roțile autovehiculelor în viteză.

Controlul calității lucrărilor trebuie să se facă în timpul execuției, corectându-se imediat orice defecțiune.

La execuția tratamentelor bituminoase este necesar să se verifice de către laboratorul de șantier:

- penetrația bitumului și temperatura de stropire;
- granulozitatea agregatelor;
- respectarea dozajelor pentru liant și agregate.

Dozajul de liant se poate verifica punând pe suprafața îmbrăcămintei o placă metalică sau un carton cu o suprafață de 1 m², cântărită în prealabil, care după stropire se recântărește, diferența de masă constituind cantitatea de liant pe 1 m².

Verificarea cantității de agregate așternute pe 1 m² se face prin strângerea criblurii, răspândite pe suprafața curată, și cântărirea acesteia, rezultatul comparându-se cu dozajul prescris.

Se va da o atenție deosebită, înainte de începerea lucrării, operației de etalonare a autostropitorului de bitum și răspânditorului de criblură, folosindu-se duzele și vitezele indicate în cărțile tehnice ale utilajelor respective, pentru obținerea cantității de liant prevăzută a fi stropită pe 1 m² de suprafață.

Urmărirea comportării tratamentelor este absolut necesară deoarece asfaltizarea tratamentelor se definitivează prin acțiunea combinată a traficului și a căldurii solare. Eventualele defecțiuni care apar (porțiuni sărace în bitum, suprafețe de pe care s-a dezlipit criblura (peladă, suprafețe exsudate etc.) se vor reface imediat, folosindu-se tehnologii adecvate.

Porțiunile cu liant insuficient (sărace în bitum), care se recunosc prin persistența stării de umezeală timp mai îndelungat după ploi, se vor etanșa cu un tratament de închidere; corectările se vor face folosindu-se dispozitivele de stropire manuală a bitumului..

Porțiunile cu exces de bitum (suprafețe exsudate) se acoperă cu nisip de concasaj sau criblură pentru saturarea liantului, cu precizarea că la așternere se folosesc numai cantități mici de criblură pe metru pătrat, care pot fi fixate în timp scurt.

Tratamentele bituminoase la rece se execută cu emulsii bituminoase cationice, cu rupere rapidă cu un conținut minim de 60 % bitum D 180/200.

Dozajele și cantitățile de materiale necesare pentru executarea tratamentelor cu emulsie bituminoasă sunt:

- emulsie bituminoasă cationică 1,3...2,1 kg/m², ceea ce revine la 0,8...1,2 kg/m² bitum rezidual;
- criblură 8...16 mm în cantitate de 14...18 kg/m².

Dozajul de emulsie se va mări cu 15 % când tratamentul se execută pe o îmbrăcămintă bituminoasă deschisă și cu 5...10 % când criblurile sunt poroase.

Tehnologia de execuție a tratamentelor bituminoase realizate cu emulsie este similară cu cea a tratamentelor executate la cald.

Tratamentele executate cu emulsie bituminoasă cationică prezintă următoarele avantaje:

- se evită dificultățile privind încălzirea bitumului la temperaturi de 160...180 °C, emulsiile putând fi stropite la temperatura ambiantă;
- emulsia se poate stropi mai uniform, evitându-se apariția suprafețelor șiroite datorită înfundării duzelor;
- emulsia se poate doza mai ușor și mai exact;
- se pot folosi pentru acoperire și agregate umede;
- se obține o bună adezivitate și pe agregate provenite din roci de natură acidă;
- se pot executa tratamente când temperatura aerului este peste +5 °C și pe suprafețe umede, dar nu pe ploaie;
- circulația se poate deschide după 2...3 h de la executarea tratamentului;

- consumul de energie este mai redus;
- emulsia pătrunde în fisuri și crăpături și le colmatează;
- se obține o ușoară reprofilare a suprafeței tratate prin acumularea emulsiei în micile denivelări și în consecință reținerea unei cantități mai mari de criblură.

Pentru executarea tratamentelor bituminoase, actualmente se utilizează frecvent echipamente complexe care, printr-o singură trecere realizează stropirea liantului, răspândirea agregatului și o precompactare. Atât stropitorul de bitum, cât și răspânditorul de agregate sunt montate pe același autovehicul, dotat cu echipamente electronice de comandă și control, care permit o dozare foarte exactă a materialelor, inclusiv modificarea dozajului în funcție de necesități. De asemenea, se poate varia lățimea fâșiei din partea carosabilă pe care se execută tratamentul bituminos, instalația putând fi utilizată și pentru efectuarea unor corecturi pe suprafețe izolate, fâșii înguste etc. Răspândirea agregatului se face imediat după stropirea liantului, la cca 1,0 m distanță. Asemenea instalații dispun, de regulă, și de un set de rulouri ușoare care realizează o precilindrare a tratamentului bituminos. Utilizarea acestora asigură realizarea unor lucrări de foarte bună calitate în condiții de mare productivitate.

5.4.2.2. Tratamente bituminoase duble

Tratamentele bituminoase executate în două reprize succesive se numesc tratamente bituminoase duble. Se proiectează și se execută frecvent pentru protejarea și etanșarea macadamurilor.

Tehnologia de execuție a acestora este următoarea:

- macadamul realizat corect, verificat și curățat perfect de praf și noroi se amorsează cu $0,7...1,0 \text{ kg/m}^2$ bitum;
- se execută prima stropire cu $1,75...2,25 \text{ kg/m}^2$ bitum D 80/120, urmată imediat de o acoperire cu $20...25 \text{ kg/m}^2$ criblură 8...16 mm, care apoi se cilindrează;
- după îndepărtarea criblurii alergătoare se procedează la o a doua stropire cu bitum D 180/200 în cantitate de $1,2...1,5 \text{ kg/m}^2$, urmată de așternerea criblurii 3...8 mm în cantitate de $15...20 \text{ kg/m}^2$; se continuă cilindrarea (3-4 treceri pe același loc) până la fixarea criblurii.

Tratamentul se ține sub observație, urmând ca orice defecțiune ce apare să fie remediată cât mai operativ.

5.4.2.3. Tratamente bituminoase întărite

Tratamentele bituminoase întărite se execută pe macadamuri sau pe îmbrăcămînți bituminoase degradate, cu criblură în prealabil anrobată cu $4,5...5 \%$ bitum.

Anrobarea criblurii se realizează în fabricile de mixturi asfaltice. Temperatura criblurii și a bitumului va fi de 120...150 °C la criblura mare și 160...170 °C la criblura mărunță.

Cilindrarea trebuie terminată înainte ca temperatura criblurii anrobate să scadă sub 80 °C.

Tratamentele bituminoase întărite pe macadamuri se execută astfel:

- se curăță macadamul realizat corect după regulile tehnice consacrate;
- suprafața macadamului se amorsează cu 0,7...1,0 kg/m² bitum;
- se așterne apoi criblura 3...8 mm sau 3...16 mm, anrobată cu 4,5...5 % bitum D 80/120, în cantitate de 40...50 kg/m² și se cilindrează;
- închiderea se execută cu un tratament bituminos (1,0...1,2 kg/m² bitum D 180/200 și 15 kg/m² criblură 3...8 mm) sau cu nisip bitumat cu 2...3 % bitum.

Tratamentele întărite se folosesc din ce în ce mai rar, deoarece din punct de vedere al costului diferă foarte puțin de covoarele asfaltice, care în schimb sunt superioare din punct de vedere calitativ.

5.4.2.4. Tratamente bituminoase cu agregate anrobate “in situ” (Trabinsit)

Unul dintre inconvenientele tratamentelor bituminoase este dat de faptul că, prin circulația autovehiculelor, mai ales cu viteze mari, criblura neaderentă la suprafața tratată poate fi aruncată în spatele autovehiculului în deplasare, sau lateral acestuia, putând astfel lovi și sparge parbrizul unui alt autovehicul din apropiere. Pe lângă soluțiile de diminuare a acestui inconvenient prin aspirarea criblurii alergătoare cu echipamente speciale sau preanrobarea agregatelor utilizate, tratamentele bituminoase cu agregate anrobate “in situ”, denumite și “**Trabinsit**”, constituie o variantă alternativă.

Tehnologia de execuție comportă următoarele faze:

- suprafața de tratat se pregătește după regulile stabilite pentru executarea tratamentelor bituminoase (reparații, curățare, semnalizare etc.);
- pe suprafața pregătită se răspândesc agregatele naturale (criblură 8-16 sau pietriș 7-15) în cantitate de 13...15 kg/m². Răspânditorul de agregate nu se deplasează ca în cazul tratamentelor obișnuite cu spatele în direcția de așternere (mers înapoi), ci el circulă în mod normal (mers înainte), fapt ce constituie un avantaj în modul de lucru al șoferului. Agregatele trebuie astfel dozate și așternute încât să se asigure așezarea granulelor unele lângă altele, realizându-se un covor de agregate uniform și continuu;
- peste covorul de agregate naturale se stropește emulsia bituminoasă cationică cu rupere rapidă, în cantitate de 1,5...2,0 kg/m², astfel încât să se acopere întreaga suprafață a agregatelor și suprafața de tratat ce apare între golurile dintre agregate. Se obține astfel o “legare” completă a agregatelor de suprafața tratată și între ele;

- în scopul măririi coeziunii și rezistenței învelișului astfel format se așterne între golurile dintre agregate un sort de agregate mărunte (criblură 3–8 sau nisip grăunțos 3–7), în cantitate de cca 5 kg/m²;

- cilindrarea se execută cu compactare cu pneuri sau, în lipsa acestora, cu compactare cu rulouri netede. Prin cilindrare se fixează criblura de suprafața tratată și se împănază agregatele naturale de bază cu agregate naturale mărunte, fapt ce mărește rezistența tratamentului și îi conferă un aspect de mozaic uniform, compact și stabil.

Ruperea emulsiei bituminoase conduce la întărirea tratamentului, care se poate da în circulație după 2...3 ore de la execuție.

Pentru reușita lucrărilor se va avea în vedere respectarea tuturor condițiilor generale prevăzute pentru executarea tratamentelor bituminoase. În plus se menționează necesitatea ca stropirea emulsiei bituminoase să se facă prin curgere obișnuită, stropirea sub presiune determinând îndepărtarea de pe suprafața tratată a agregatelor răspândite anterior.

Împănarea cu agregate mărunte nu este absolut necesară, această fază putând fi eliminată din procesul tehnologic.

Este necesar ca sectoarele executate să fie ținute sub observație timp de 3...4 săptămâni după terminarea lucrărilor, eventualele defecțiuni care pot să apară trebuind să fie reparate.

5.4.2.5. Tratamente bituminoase duble inverse

Tratamentul bituminos dublu invers se recomandă pentru tratarea îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment exfoliate sau cu fisuri și crăpături mici, precum și a suprafețelor șlefuite. În general se aplică tehnologia de execuție clasică a tratamentelor bituminoase, principalele faze din procesul tehnologic fiind următoarele:

- colmatarea fisurilor, crăpăturilor și rosturilor, precum și repararea suprafețelor degradate;
- curățarea perfectă a suprafeței de tratat;
- stropirea bitumului;
- răspândirea primului strat de agregat (criblură 3-8);
- cilindrarea cu compactoare pe pneuri (3-4 treceri pe aceeași suprafață);
- îndepărtarea criblurii în exces și remedierea eventualelor defecțiuni;
- stropirea din nou cu liant a suprafeței;
- răspândirea celui de al doilea strat de agregat (criblură 8-16);
- cilindrarea cu compactoare pe pneuri.

Darea în exploatare se poate face după câteva ore de la terminarea lucrărilor.

Dozajele recomandate sunt date în tabelul 5.1.

Se recomandă ca dozajul de lucru să fie definitivat pe șantier, pe sectoare de încercare, luându-se astfel în considerare condițiile reale de lucru.

Prin aplicarea tratamentelor bituminoase duble inverse pe îmbrăcămințile din beton de ciment se obțin următoarele efecte:

- suprafața tratată este rugoasă, sporind gradul de siguranță a circulației, prin creșterea aderenței dintre pneu și suprafața de rulare;
- se obține o bună etanșare a îmbrăcăminții;
- se evită extinderea defecțiunilor (agravarea exfolierilor sau creșterea deschiderii fisurilor și crăpăturilor).

Tabelul 5.1

Dozaje pentru tratamente bituminoase duble inverse

Modul de realizare	Felul materialului	Cantitatea de materiale, în kg/m ²		Total
		Primul strat	Al doilea strat	
La rece	Emulsie bituminoasă cu rupere rapidă EBCR	1,30...1,50	1,80...2,00	3,10...3,50
	Criblură 3-8	10...11	–	10...11
La cald	Criblură 8-16	–	15...16	15...16
	Bitum D 80/120 sau D 180/200 încălzit la 170...190 °C	0,80...0,90	1,10...1,20	1,90...2,10
	Criblură 3-8	10...11	–	10...11
	Criblură 8-16	–	15...16	15...16

5.4.2.6. Tratamente bituminoase pe drumuri cu trafic intens

Tratamentele bituminoase destinate drumurilor cu trafic intens trebuie să fie rezistente în mod deosebit la uzură, ceea ce se poate realiza prin folosirea unor agregate de foarte bună calitate, care să nu se șlefuiască sub circulație și să aibă un coeficient de uzură Los Angeles în jur de 8 % (se reamintește că pentru celelalte tratamente se admit materiale cu un coeficient Los Angeles până la 25 %). De asemenea tratamentele destinate drumurilor cu trafic intens trebuie să prezinte o rugozitate ridicată și să-și mențină această rugozitate un timp cât mai

îndelungat. Pentru realizarea unor tratamente rezistente și rugoase s-a aplicat în Franța următoarea tehnologie:

- ca liant s-a utilizat bitum fluxat cu 5 % elastomeri care ameliorează coeziunea liantului, îmbunătățind astfel fixarea criblurii mai ales pe timp friguros;
- ca agregate naturale s-au întrebuințat două sorturi de criblură și anume 10–14 și 4–6 foarte rezistente la uzură (Los Angeles).

Dozajele recomandate sunt următoarele:

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| – bitum fluxat cu elastomeri | 1,4 kg/m ² ; |
| – criblură 10...14 mm | 18,0 kg/m ² ; |
| – criblură 4...6 mm | 6,0 kg/m ² . |

Procesul tehnologic este cel obișnuit: s-a stropit întâi bitumul, apoi s-a răspândit criblura 10...14 mm în cantitate de 18 kg/m² și s-a compactat prin două treceri ale compactorului cu pneuri, apoi s-a răspândit criblura mică sortul 4-6 în cantitate de 6,0 kg/m², cilindrându-se în continuare prin patru treceri ale compactorului cu pneuri, pentru a se realiza fixarea și aderarea celor două sorturi de criblură la suprafața suport.

Scheletul mineral al tratamentului bituminos în acest proces tehnologic îl reprezintă criblura 10...14 mm, iar criblura 4...6 mm are rolul de a bloca criblura mare.

Se subliniază ca un progres în tehnologia tratamentelor bituminoase, folosirea unei mașini aspiratoare de mare capacitate, care adună prin aspirație granulele de criblură nefixate sau insuficient fixate.

Observațiile făcute după 1 an de la darea în circulație, deși autostrada pe care s-a aplicat tratamentul a suportat un trafic mediu zilnic de 20 000 autovehicule, au arătat că tratamentul se prezintă foarte bine.

5.5. Șlam bituminos

Unul dintre procedeele mai moderne de tratare a îmbrăcăminților rutiere poroase constă în acoperirea acestora cu șlam bituminos.

Șlamul bituminos clasic este un amestec de nisip cu emulsie bituminoasă, care se răspândește în stare fluidă pe o suprafață în prealabil pregătită în vederea obținerii unui înveliș subțire continuu, cu grosimea între 3 și 7 mm.

Avantajul procedurii constă în faptul că, datorită proprietăților cunoscute ale emulsiilor, se obține un mortar asfaltic foarte fluid, cu mare adezivitate, care se întărește rapid pe suprafața părții carosabile și permite darea în circulație a sectorului la un interval de timp foarte scurt după așternere. Șlamul bituminos se prepară dintr-un amestec de nisip de

concasaj, nisip natural și emulsie bituminoasă cationică cu rupere lentă, astfel încât agregatul total să se înscrie în zona de granulozitate din fig. 5.3.

Experimental s-a stabilit că pentru obținerea unui șlam de bună calitate este necesar să se realizeze un procent de bitum rezidual de 7,8...9 % din masa totală.

Pentru umezirea agregatului natural se utilizează apă în proporție de 10 % din masa agregatului. Se adaugă de asemenea aditiv în proporție de 0,5 % raportat la masa agregatului uscat, care reglează timpul de rupere al emulsiei la 6 min.

Prepararea șlamului bituminos se face în instalații speciale, montate pe un autovehicul formate în principiu din rezervor pentru apă, rezervor de emulsie, buncăre pentru nisip, distribuitor de apă, distribuitor de emulsie.

Prin amestecarea componentelor într-un malaxor cu șnec elicoidal se obține un mortar asfaltic în stare fluidă, care este distribuit imediat direct pe suprafața de tratat, dozajul mediu fiind de circa 10...11 kg mortar pe 1 m².

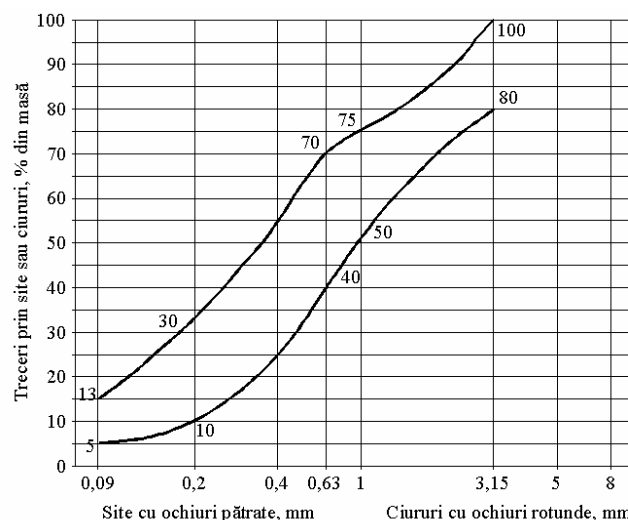


Fig. 5.3. Zona de granulozitate pentru șlam bituminos

După ruperea emulsiei apa se evaporă rapid în condiții atmosferice normale. În principiu, acest înveliș nu necesită cilindrare, totuși în intersecții cu circulație mare, în viraje etc., se recomandă o cilindrare prin câteva treceri cu compactorul cu rulouri netede.

Șlamul bituminos se folosește în tehnica rutieră în următoarele scopuri:

- etanșarea stratului de rulare poros al îmbrăcăminților existente;
- tratarea îmbrăcăminților din beton de ciment sau piste de aterizare vechi și care sunt poroase;

- protejarea împotriva infiltrării apei în straturile de bază sau în straturile de legătură, care urmează să fie acoperite ulterior;

- întreținerea străzilor în orașe înlocuind tratamentele bituminoase.

Șlamul bituminos astfel realizat prezintă următoarele avantaje:

- se poate prepara foarte repede și poate fi pus în operă ușor și pe suprafețe mari;
- permite darea în circulație a sectorului executat într-un timp relativ scurt;
- poate fi aplicat la temperaturi ale mediului ambiant de peste +4 °C;
- nu necesită utilaje de compactare, deoarece după ruperea emulsiei, învelișul subțire obținut este uniform și nu există pericolul unei compactări neregulate sub circulație;
- cantitatea de materiale folosită pe metru pătrat este mai redusă decât cea necesară în cazul tratamentelor bituminoase;
- asigură o foarte bună acroșare cu îmbrăcămintea bituminoasă pe care a fost așternut;
- prezintă o bună rugozitate pentru viteze până la 60 km/h datorită granulelor de nisip aspre și colțuroase din componența sa;
- nu există pericolul de a deranja circulația, datorită uscării rapide și inexistenței granulelor mari, care în cazul tratamentelor bituminoase pot provoca prin împrăscare spargerea parbrizelor.

Se precizează că, la fel ca tratamentele bituminoase, aceste învelișuri nu contribuie nici la reprofilarea și nici la ranforsarea îmbrăcăminților pe care se aștern.

Șlamul bituminos realizat după tehnologia arătată mai sus s-a utilizat la noi în țară în anul 1971.

5.6. Straturi bituminoase foarte subțiri

Tehnologia șlamului bituminos a evoluat prin introducerea sorturilor mai mari de agregat (de ex. 3 – 5 sau 5 – 11) în compoziția mixturii asfaltice. Tehnologiile de realizare a acestor straturi bituminoase foarte subțiri sunt foarte diversificate, în principiu însă ele se bazează pe prepararea mixturii asfaltice la rece, la fața locului, în instalații complexe de foarte mare productivitate și așternerea acestora pe suprafața de tratat pregătită în prealabil prin reparare, curățare și spălare cu jet de apă sub presiune.

Dozajul materialelor componente ale mixturii asfaltice se stabilește în laborator în funcție de caracteristicile acestora, de performanțele tehnice impuse pentru lucrarea de executat și de caracteristicile stratului suport. O astfel de mixtură asfaltică care s-a aplicat cu

rezultate deosebite și în țara noastră după anul 1994, are în componență următoarele materiale:

- nisip de concasaj 0-3;
- cribluri 3-8 și 8-11;
- filer de calcar;
- ciment;
- apă de umezire;
- emulsie bituminoasă cationică cu rupere lentă pe bază de bitum modificat cu polimeri.

Agregatele naturale trebuie să provină din roci dure, cu rezistență mare la șlefuire (uzură Los Angeles max. 18 %), neadmițându-se corpuri străine sau elemente argiloase.

Filerul trebuie să corespundă ca finețe de măcinare și compoziție chimică.

Cimentul are rolul de a regla viteza de rupere a emulsiei bituminoase și se adaugă în proporție de 2...3 % din masa agregatelor.

Apa utilizată pentru preumezire trebuie să fie curată și lipsită de impurități.

Emulsia bituminoasă cationică cu rupere lentă, preparată pe bază de bitum modificat cu polimeri, trebuie să aibă, în general, următoarea compoziție:

- bitum D 80/120 60,0...65,0 %;
- latex 1,0...3,0 %;
- emulgatori 1,5...2,0 %;
- acid clorhidric 1,5...2,0 %;
- apă rest până la 100 %.

Caracteristicile emulsiei bituminoase sunt date în tabelul 5.2.

Tabelul 5.2

Caracteristicile emulsiei bituminoase

Caracteristici	U.M.	Valori
Aspect vizual		lichid omogen, maro
Conținut de bitum	%	60...65
Omogenitate (rest pe sita de 0,63 mm, max.)	%	0,5
pH-ul soluției apoase		2,3...2,7
Vâscozitate Engler, la 20 °C	°E	8...15
Adezivitatea		anrobarea completă a criblurii

În tabelul 5.3 se prezintă două dozaje informative aplicate pentru prepararea mixturii asfaltice, pentru stratul de egalizare, respectiv pentru stratul de uzură.

Tabelul 5.3

Dozaje pentru mixtură asfaltică

Materiale	Dozajul de materiale în mixtura asfaltică pentru strat de ... , în %	
	Egalizare	Uzură
Criblură 8–11		
Criblură 3–8	5,0...10,0	-
Nisip de concasaj	40,0...50,0	40,0...50,0
0–3	40,0...50,0	40,0...50,0
Filer de calcar	1,0...3,0	1,0...3,0
Ciment P 40	1,0...3,0	1,0...3,0
Apă de umezire	8,0...11,0	8,0...10,0
Emulsie bituminoasă	11,0...12,0	12,0...13,0
Bitum rezidual în mixtură	6,5...7,0	7,0...7,5

Zonele de granulozitate pentru agregatul corespunzător mixturilor asfaltice utilizate în cele două straturi sunt prezentate în figurile 5.4 și 5.5.

Mixtura asfaltică obținută trebuie să fie fluidă și omogenă, apa eliminată din compoziție să fie limpede, timpul de eliminare fiind de 15...20 minute de la punerea în operă.

Fabricarea și punerea în operă a mixturii asfaltice se realizează cu utilaje speciale de tipul combinei prezentate schematic în fig. 5.6.

Combina este un utilaj mobil care permite prepararea și așternerea continuă a mixturii asfaltice cu o viteză de 3,0 km/h.

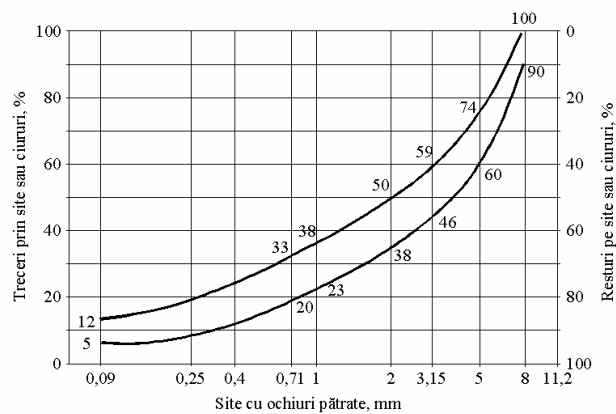


Fig. 5.4. Zona de granulozitate pentru stratul de reprofilare

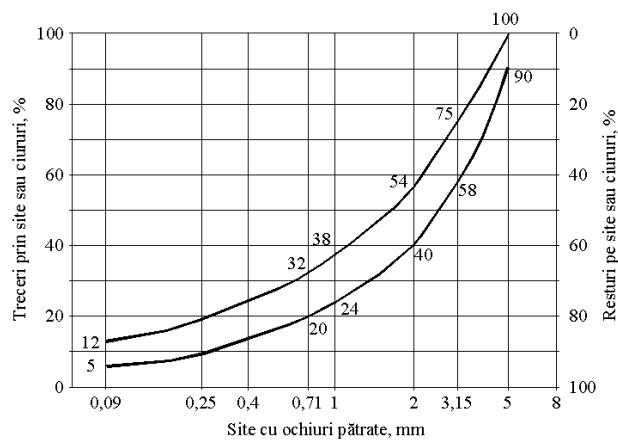


Fig. 5.5. Zona de granulozitate pentru stratul de bază

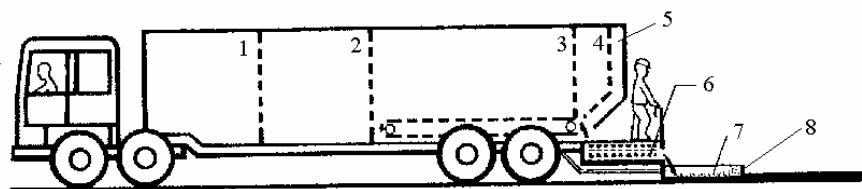


Fig. 5.6. Combină pentru fabricarea și punerea în operă a mixturii asfaltice în straturi foarte subțiri, la rece

1 – agregate; 2 – emulsie; 3 – ciment; 4 – aditivi; 5 – apă; 6 – dozatoare; 7 – malaxor; 8 – repartizator

În funcție de planeitatea suprafeței se apreciază necesitatea stratului de reprofilare care se poate realiza cu mixtură asfaltică în cazul în care denivelările nu depășesc 2 cm sau cu un

alt tip de mixtură asfaltică în cazul în care acestea au amplitudini mai mari. Evident, se poate renunța la stratul de reprofilare dacă suprafața stratului suport are o planeitate corespunzătoare.

În vederea executării straturilor bituminoase foarte subțiri, se repară defecțiunile existente și suprafața părții carosabile se curăță foarte bine prin spălare cu jet de apă sub presiune. Apoi se amorsează suprafața de așternere cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă, în cantitate de $0,5 \dots 0,7 \text{ kg/m}^2$, în funcție de starea acesteia.

Stratul de egalizare se poate da în circulație după 20 minute de la așternere. După o perioadă de 3...7 zile (în funcție de temperatura mediului ambiant), necesară pentru evaporarea completă a apei din mixtura asfaltică, se poate executa stratul de uzură, parcurgându-se următoarele faze:

- curățarea suprafeței stratului suport cu perii mecanice (dacă este cazul);
- spălarea suprafeței cu jet de apă sub presiune;
- așternerea stratului de uzură în grosime maximă de 1,5 cm.

Se menționează necesitatea ca agregatul pentru stratul de uzură să se încadreze strict în limitele de granulozitate prevăzute, în caz contrar impunându-se recieriuirea acestuia pentru eliminarea materialului necorespunzător.

După 30 minute de la așternere se poate deschide circulația.

Această tehnologie se poate aplica atât pe structuri rutiere cu îmbrăcămînți bituminoase, cât și pe cele cu îmbrăcămînți din beton de ciment sau pavaje în următoarele scopuri:

- întreținerea drumurilor în localități și în afara acestora, inclusiv în cazul unui trafic intens și foarte greu;
- întreținerea pistelor de aviație;
- strat de uzură pentru benzile de staționare accidentală sau parcajele de pe autostrăzi;
- locuri de parcare pe suprafețe mari, platforme de staționare în incinte industriale, suprafețe pe terenuri de sport.

Defecțiunile pe care aplicarea acestei tehnologii le poate remedia sunt:

- suprafețe poroase, alunecoase sau fisurate datorită fenomenului de îmbătrânire a stratului de uzură, în cazul îmbrăcămînților bituminoase;
- suprafețe poroase, exfoliate, fisurate, șlefuite și cu decolmatări de rosturi în cazul îmbrăcămînților din beton de ciment.

Se subliniază faptul că, în ceea ce privește planeitatea, se poate asigura preluarea unor denivelări în profil longitudinal și transversal de până la 2 cm. Nu se recomandă aplicarea acestei tehnologii pentru situațiile în care denivelările suprafeței sunt provocate de fenomenul de fluaj al îmbrăcămintei bituminoase.

La fel ca și tratamentele bituminoase, straturile bituminoase foarte subțiri se pot aplica numai pe structuri rutiere cu capacitate portantă corespunzătoare. Ele nu măresc capacitatea portantă a structurii rutiere și nu corectează substanțial profilurile transversal și longitudinal ale drumului.

5.7. Mixturi asfaltice stocabile utilizate la rece pentru repararea îmbrăcăminților rutiere bituminoase

5.7.1. Generalități

Creșterea intensității traficului, creșterea tonajului autovehiculelor și a vitezei de circulație, precum și sporirea exigențelor privind condițiile de circulație impun executarea unui volum important de lucrări de întreținere și reparare a drumurilor. Pentru a menține suprafața de rulare fără degradări și denivelări în tot timpul anului sunt necesare lucrări de reparații care trebuie să se execute prin mijloace eficiente, rapide și economice și în timpul iernii.

Repararea gropilor din îmbrăcămințile bituminoase nu prezintă nici o dificultate în perioadele în care instalațiile de producere a mixturilor asfaltice sunt în funcție, deoarece se poate obține mixtura asfaltică necesară ori de câte ori este nevoie și deci plombările se pot face operativ.

În timpul iernii și primăverii, de obicei instalațiile de producere a mixturilor asfaltice sunt în reparație, de aceea trebuie luate măsuri pentru asigurarea materialelor și tehnologiilor potrivite pentru plombări care să se poată executa și în această perioadă.

Rezultate foarte bune se obțin folosind pentru reparații asfaltul turnat, însă producerea lui pune o serie de probleme greu de soluționat, ca de exemplu: dotarea unităților cu mijloace de transport speciale cu posibilități de menținere a temperaturii asfaltului turnat la 180...200 °C (instalații de preparat asfalt turnat etc.).

Din aceste considerente, în ultimii ani, pe lângă mixturile asfaltice cunoscute, s-au introdus în tehnica rutieră mixturile asfaltice stocabile, care pot fi folosite cu rezultate bune și iarna, întrucât pot fi puse în operă la rece. Dintre aceste mixturi asfaltice se vor trata în continuare:

- mixtura stocabilă cu emulsie cationică;
- mixtura stocabilă cu emulsie bituminoasă anionică.

5.7.2. Mixturi asfaltice stocabile cu emulsie bituminoasă cationică

Mixturile asfaltice preparate la rece cu emulsie bituminoasă cationică se pot folosi cu rezultate bune la repararea îmbrăcăminților bituminoase. Ele se prepară la rece din agregate naturale și emulsie cationică de bitum cu rupere rapidă sau lentă. Aceste mixturi sunt de două tipuri:

- mixtură asfaltică având aplicabilitate imediată, care se folosește în primele 4...5 ore de la preparare;
- mixtură asfaltică stocabilă, care se folosește în primele 3...4 luni de la preparare.

Ca materiale pentru producerea lor se utilizează: nisip natural 0...7 mm; criblură 3...8 mm și 8...16 mm; pietriș 7...16 mm. Nu se admite folosirea nisipului de concasaj în locul nisipului natural deoarece conduce la ruperea rapidă a emulsiei.

Ca liant se folosesc două tipuri de emulsie cationică, cu precizarea că pentru mixtura stocabilă se folosește emulsie cationică cu 10 % petrosin. În tabelul 5.4 se prezintă compoziția celor două tipuri de emulsie.

Tabelul 5.4

Compoziția emulsiei bituminoase cationice

Compoziția emulsiei, în %	Mixtură cu aplicabilitate imediată	Mixtură stocabilă
Bitum D 180/200	60,0	60,0
Apă	38,0	38,0
Duomeen T sau dinoram S	1,0	1,0
Acid clorhidric	1,0	1,0
Petrosin raportat la masa totală a emulsiei	—	10,0

Compoziția mixturii asfaltice cu aplicabilitate imediată sau stocabilă poate fi realizată cu criblură sau cu pietriș.

Mixtura asfaltică realizată cu criblură este compusă din:

- nisip 0...7 mm 10...15 %;
- criblură 8...16 mm 60...70 %;
- criblură 3...8 mm rest până la 100 %;
- bitum rezidual 4...5 %.

Mixtura asfaltică realizată cu pietriș este compusă din:

- nisip natural 0...7 mm 10...15 %;
- pietriș 7...16 mm 80...90 %;
- bitum rezidual 4...5 %.

Zona de granulozitate a agregatului total este cea prezentată în fig. 5.7 pentru ambele tipuri de mixtură.

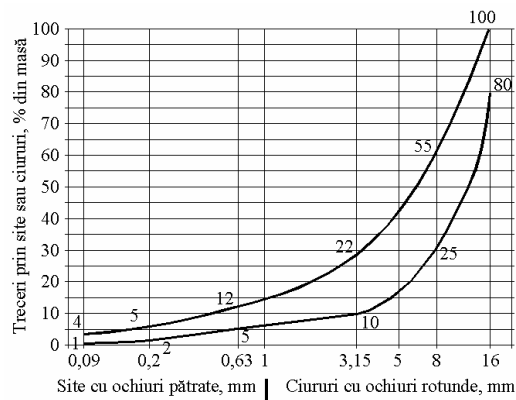


Fig. 5.7. Zona de granulozitate pentru mixtură stocabilă cu emulsie cationică

Prepararea mixturilor asfaltice se poate face folosindu-se instalațiile cunoscute, respectând următoarele faze:

- se stabilește debitul de emulsie necesar asigurării cantității prescrise prin dozare gravimetrică;
- se dozează volumetric agregatele naturale, se amestecă, umezindu-se cu 4...7 % apă;
- se pune în funcțiune șneclul malaxorului pentru alimentare cu agregate și pompa pentru emulsie;
- se amestecă agregatele cu emulsie;
- mixtura asfaltică astfel obținută se transportă la locul de plombare, în cazul mixturilor cu aplicabilitate imediată, sau la locul de depozitare, în cazul mixturilor stocabile.

Depozitarea mixturii stocabile se face în grămezi acoperite cu folii sau în saci de polietilenă.

Punerea în operă se face după tehnologia cunoscută.

5.7.3. Mixturi asfaltice stocabile cu emulsie bituminoasă anionică

Mixturile asfaltice preparate la rece cu emulsie anionică de bitum se clasifică de asemenea în:

- mixtură asfaltică având aplicabilitate imediată;
- mixtură asfaltică stocabilă.

Pentru prepararea acestor mixturi asfaltice se folosesc următoarele materiale:

- emulsii bituminoase anionice cu rupere lentă sau semilentă, cu un conținut de bitum minimum 50 %;
- cribluri și nisip de concasaj care trebuie să provină numai din roci bazice (bazalt și andezit);
- filer de calcar.

Mixturile asfaltice se pot executa cu criblură 3...8 mm sau cu criblură 3...8 mm și 8...16 mm.

Mixtura asfaltică executată cu criblură 3...8 mm este compusă din:

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| – criblură 3...8 mm | 50...70 %; |
| – filer și nisip sub 0,09 mm | 6...10 %; |
| – filer și nisip 0,09...3 mm | rest până la 100 %; |
| – bitum rezidual | 6...7 %. |

Mixtura asfaltică executată cu criblură 3...8 mm și 8...16 mm este compusă din:

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| – criblură 8...16 mm | 45...75 %; |
| – filer și nisip sub 0,09 mm | 1...4 %; |
| – filer și nisip 0,09...3 mm | 6...18 %; |
| – criblură 3...8 mm | rest până la 100 %; |
| – bitum rezidual | 5...6 %. |

Zona de granulozitate a agregatului natural total este arătată în fig. 5.7.

Tehnologia de preparare, depozitare și punere în operă a mixturilor asfaltice executate cu emulsie bituminoasă anionică este aceeași cu cea arătată pentru mixturile asfaltice cu emulsie bituminoasă cationică, cu precizarea că pentru preumezirea agregatelor este necesară o cantitate de 5...12 % apă, raportată la masa agregatului total (pentru a evita o rupere prea rapidă a emulsiei anionice).

5.8. Tehnologii moderne pentru regenerarea și reutilizarea îmbrăcăminților rutiere bituminoase vechi

După cum este cunoscut până în prezent, pentru întreținerea îmbrăcăminților bituminoase s-au aplicat aproape în exclusivitate soluții care constau în acoperirea acestora cu noi învelișuri sau straturi bituminoase realizate după diverse tehnologii, fără a se lua în considerare și posibilitatea acționării asupra îmbrăcăminților vechi existente.

Actualmente se practică în mod curent tehnologii pentru regenerarea și refolosirea îmbrăcăminților bituminoase vechi. Dintre procedeele mai frecvent utilizate se menționează:

- regenerarea îmbrăcămintei vechi fără a modifica dozajul mixturii asfaltice, prin:
 - frezare la rece;
 - rabotare sau frezare la cald;
 - termoreprofilare;
 - termoregenerare;
- regenerarea îmbrăcămintei cu mixtură asfaltică existentă recuperată și corectată prin:
 - metoda regenerării la fața locului;
 - metoda refolosirii la cald a mixturii vechi prin corectarea dozajului și reamestecare în instalații de produs mixturi asfaltice.

5.8.1. Regenerarea îmbrăcămintei bituminoase vechi fără modificarea dozajului mixturii asfaltice existente

Această metodă constă în corectarea suprafeței de rulare prin eliminarea denivelărilor (văluriri, făgașe) care s-au format în exploatare.

Frezarea la rece se aplică în cazul când denivelările suprafeței de rulare sunt mici (2...3 cm) iar sistemul rutier nu necesită a fi ranforsat. Pentru frezare se utilizează utilaje speciale, care taie denivelările, lăsând în urma lor o suprafață rugoasă. Această nouă suprafață, în funcție de modul cum se prezintă, poate fi dată în circulație așa cum este sau trebuie protejată cu un tratament bituminos sau covor asfaltic. Materialul rezultat prin frezare poate fi reutilizat la producerea de mixturi asfaltice.

Rabotarea sau frezarea la cald se aplică în cazul când îmbrăcămintea bituminoasă veche prezintă evidente semne de oboseală, ca de exemplu: fisuri, crăpături, făgașe, faianțări etc. sau în cazul când nivelul îmbrăcămintei vechi existente trebuie să rămână neschimbat deși se impune acoperirea ei datorită stării necorespunzătoare ca urmare depășirii duratei de exploatare.

Atelierele de rabotare sau frezare la cald conțin:

- un sistem de încălzire a îmbrăcămintei folosindu-se butan sau raze infraroșii;
- serie de dinți scarificatori ficși sau rotativi în cazul frezării, cu eventuale lame pentru rabotare reglabile în adâncime și direcție plasate în V, ce distribuie mixtura asfaltică scarificată în cordon lateral;
- un ansamblu motor cu tablou de comandă, rezervor de carburanți, elevator pentru recuperarea materialului din cordon și încărcarea lui în autocamioane. Rabotarea se poate efectua pe o grosime de 0,5...4,5 cm; temperatura de încălzire a îmbrăcămintei vechi este de

160...180 °C. În cazul când se așterne o nouă îmbrăcămintă este bine ca această operație să se facă imediat, profitându-se de faptul că peste suprafața caldă noua mixtură asfaltică așternută aderă în condiții foarte bune.

Mixtura asfaltică veche poate fi utilizată după regenerare (corectarea dozajului) pentru realizarea de noi straturi rutiere.

Termoreprofilarea a fost experimentată cu rezultate bune în mai multe țări și constă în refacerea profilului unei îmbrăcăminți bituminoase vechi (cu defecțiuni) prin încălzire, scarificare ușoară și recompactare, fără a se ridica materialul vechi din îmbrăcămintă și fără adaos de material nou.

Termoregenerarea constă în îmbunătățirea caracteristicilor stratului de rulare prin încălzire, scarificare și reutilizarea îmbrăcăminții vechi parțial sau total, inclusiv aplicarea unui nou strat foarte subțire din mixtură asfaltică nouă care se recomandă să aibă caracteristici antiderapante.

Tehnologia este realizată cu ajutorul unui grup de utilaje compus din:

- remorcă în care se transportă mixtura asfaltică nouă;
- primul dispozitiv de încălzire cu raze infraroșii;
- cuțite de scarificare;
- al doilea dispozitiv de încălzire cu raze infraroșii;
- un nou rând de cuțite scarificatoare;
- dispozitiv complex cu șnec pentru ridicarea, transportul, repartizarea și nivelarea mixturii asfaltice vechi încălzite și scarificate;
- bandă transportoare a mixturii noi din remorcă la distribuitor;
- distribuitor pentru mixtura asfaltică nouă, inclusiv lama de compactare prin vibrație;
- rezervor de gaz lichid.

Mixtura asfaltică din îmbrăcămintea bituminoasă veche, încălzită și scarificată pe 3...4 cm grosime, este utilizată pentru reprofilarea suprafeței de rulare, corectarea profilului transversal etc., iar mixtura asfaltică nouă, circa 40 kg/m² așternută peste stratul cald de mixtură veche, va constitui noul strat de uzură cu caracteristici superioare.

Operația de punere în operă a mixturii asfaltice vechi și celei noi se face într-o singură trecere a complexului de utilaje. Se realizează astfel 3 000...6 000 m²/zi îmbrăcămintă veche refăcută în condiții economice.

5.8.2. Regenerarea îmbrăcăminții bituminoase vechi cu mixtură asfaltică recuperată și corectată

Îmbrăcămințile bituminoase vechi din mixturi asfaltice care prezintă semne de oboseală (fisuri, crăpături, suprafețe poroase etc.) pot fi refolosite la fața locului sub diverse forme dintre care se menționează următoarele:

- ca agregate pentru straturile de bază;
- mixturi asfaltice regenerate la rece;
- mixturi asfaltice pentru stratul de rulare, regenerate la cald.

În primul caz, îmbrăcămințile bituminoase vechi sunt scarificate, apoi concasate la dimensiunea maximă de 5 cm și depozitate în cordon pe acostamente. Urmează o a doua concasare, apoi, după caz, materialul rezultat se așterne și se compactează, formând stratul de bază.

Concasarea se poate deci efectua la fața locului sau mixtura asfaltică rezultată din scarificare se transportă în depozitul central unde se concasează și se introduce în procesul tehnologic. S-au obținut rezultate bune tratându-se la fața locului mixtura asfaltică veche, după concasare, cu var sau ciment (25 kg ciment la 1 m² pentru 15 cm grosime de strat).

Stratul de bază obținut din acest fel de material se acoperă cu o îmbrăcămințe bituminoasă de 5...7 cm grosime.

Regenerarea la rece a îmbrăcăminților bituminoase vechi care prezintă semne de îmbătrânire prematură se poate face folosindu-se produse chimice sub formă de emulsii (rășini în emulsii) ce se răspândesc peste mixtura asfaltică scarificată. Procedul, în curs de experimentare, redă materialului flexibilitate și îi îmbunătățește modul de comportare în exploatare.

Regenerarea îmbrăcăminților bituminoase vechi în instalații de produs mixturi asfaltice constă din următoarele operații: scarificare, la cald sau la rece, încărcarea materialului scarificat și transportul său la fabrica de asfalt, stabilirea dozajului de agregate naturale noi și liant de adăugat pentru a obține o nouă mixtură asfaltică. Apoi urmează operațiile obișnuite de producere, transport și punere în operă a mixturii asfaltice corectate.

Experimental s-a constatat că noua mixtură asfaltică rezultată, formată din 70...80 % mixtură veche plus 20...30 % agregate naturale noi, anrobate cu bitumul vechi (existent) la care se recomandă să se adauge 0,25...0,75 % (din masa sa) aditiv și în general 1...2 % bitum nou, dă rezultate foarte bune.

În general, îmbrăcămințile bituminoase astfel obținute se comportă în exploatare în condiții bune, realizându-se economii până la 35 % față de procedul vechi.

Se menționează faptul că pentru producerea mixturilor asfaltice uscătorul-malaxor dă rezultate bune.

În concluzie, se pot scoate în evidență următoarele:

- literatura de specialitate (în special franceză) din ultimul timp menționează ca o preocupare generală a cercetătorilor, proiectanților, executanților și a administrației drumurilor, perfecționarea tehnologiilor de refolosire a îmbrăcăminților bituminoase uzate în condiții cât mai eficiente; aceste tehnologii sunt într-o continuă dezvoltare;
- studiile efectuate până în prezent nu au reușit să trateze toate aspectele comportării în exploatare a noilor îmbrăcăminți obținute prin refolosirea mixturilor asfaltice vechi, de asemenea nici metode de controlul calității nu au fost puse la punct;
- dintre tehnologiile cele mai eficiente se consideră:
 - refacerea la cald la fața locului a îmbrăcăminții vechi, prin utilizarea scarificatorului-reprofilator, cu adaos de mixtură asfaltică nouă sau regenerată;
 - utilizarea îmbrăcăminții vechi, după scarificare și concasare, ca agregat natural, în scopul realizării unei noi mixturi asfaltice prin adaosuri adecvate, pentru un nou strat rutier (strat de bază);
 - regenerarea suprafeței îmbrăcăminții la rece prin tratare cu emulsii speciale;
 - refolosirea îmbrăcăminții vechi după scarificare, concasare și corectarea dozajului cu liantul necesar, prin efectuarea unei noi malaxări în instalații de produs mixturi asfaltice la cald, urmată de celelalte operații necesare pentru punerea în operă (transport, așternere, compactare).

De menționat necesitatea alegerii tehnologiei celei mai eficiente în funcție de condițiile locale (starea îmbrăcăminții vechi, condiții de trafic și climaterice, utilaje existente etc.) și posibilitățile de mecanizare a întregului complex de lucrări.

6. PRESCRIPTII TEHNICE CARE SE APLICĂ PENTRU PREVENIREA ȘI REMEDIEREA DEFECȚIUNILOR LA ÎMBRĂCĂMINȚILE RUTIERE MODERNE

1. Ordonanța Guvernului nr. 43 din 28 august 1997 privind regimul juridic al drumurilor - Legea 82/15.04.1998 - Decret 128/15.04.1998.

2. Legea nr. 10/1995, privind calitatea în construcții.

3. SR 174/1 - 1997 - Lucrări de drumuri. Imbrăcăminți bituminoase cilindrate executate la cald. Condiții tehnice de calitate și SR 174/2-1997 - Lucrări de drumuri. Imbrăcăminți bituminoase cilindrate executate la cald. Condiții tehnice pentru prepararea și punerea în operă a mixturilor asfaltice și recepția imbrăcăminților executate.

4. STAS 175 - 87. Lucrări de drumuri. Imbrăcăminți bituminoase turnate executate la cald. Condiții tehnice generale de execuție.

5. SR 183/1 - 95 - Lucrări de drumuri. Imbrăcăminți din beton de ciment executate în cofraje fixe. Condiții tehnice de calitate.

6. SR 6978 - 95 - Lucrări de drumuri. Pavaje din piatră naturală, pavele normale, pavele abnorme și calupuri.

7. STAS 1709/2 - 90. Acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț la lucrările de drumuri. Prevenirea și remedierea degradărilor din îngheț-dezgheț. Prescripții tehnice.

8. STAS 8849 - 83 - Lucrări de drumuri. Rugozitatea suprafețelor de rulare. Metode de măsurare.

9. STAS 599 - 87 - Lucrări de drumuri. Tratamente bituminoase. Condiții tehnice generale de calitate.

10. Normativ pentru întreținerea și repararea drumurilor, a podurilor de șosea și a construcțiilor aferente lor. Indicativ C 175 - 75. Buletinul Transporturile Rutiere și Navale, nr. 11/1975.

11. Instrucțiuni tehnice pentru folosirea betonului armat cu fibre de oțel. Indicativ C 201 - 80. Buletinul Construcțiilor nr. 8/1980.

12. Instrucțiuni tehnice departamentale privind proiectarea și executarea de tratamente bituminoase duble inverse pe imbrăcăminți cu lianți hidraulici. Indicativ PD 216 - 82. Buletinul Construcțiilor nr. 7/1982.

13. Instrucțiuni tehnice pentru execuția lucrărilor de reparare a drumurilor cu beton rutier fluidifiat cu aditiv FLUBET. Indicativ CD 146 - 84. Buletinul Construcțiilor nr. 5/1985.

14. Instrucțiuni tehnice privind procedeele de remediere a defecțiunilor pentru elemente din beton și beton armat. Indicativ C 149 - 87. Buletinul Construcțiilor nr. 5/1987.

15. Instrucțiuni tehnice departamentale privind determinarea stării tehnice a drumurilor modernizate - sisteme de administrare optimizată a drumurilor. Indicativ C 155 - 86. Buletinul Construcțiilor nr. 8/1986.

16. Instrucțiuni tehnice departamentale pentru executarea tratamentelor bituminoase cu bitum aditivat. Indicativ C 164 - 87. Buletinul Construcțiilor nr. 5/1987.

17. Instrucțiuni tehnice departamentale pentru prepararea la cald a mixturilor asfaltice din mixturi recuperate. Indicativ DD 509 - 89. Broșura MT.

18. Norme tehnice privind utilizarea geotextilelor și geomembranelor la lucrările de construcții. Indicativ C 227 - 88. Buletinul Construcțiilor nr. 3/1988.

19. Instrucțiuni tehnice departamentale pentru realizarea de straturi bituminoase executate cu mixtură asfaltică preparată la rece cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere lentă. Indicativ DD nr. 512 - 90. Broșura MT.

20. Normativ pentru executarea îmbrăcăminților din beton de ciment la drumuri. Indicativ C 22 - 92. Buletinul Construcțiilor nr. 5 - 6/1994.

21. Instrucțiuni tehnice privind execuția straturilor rutiere bituminoase foarte subțiri la rece cu emulsie de bitum. Indicativ AND nr. 523/1995.

22. Instrucțiuni tehnice privind îmbrăcămințile bituminoase cilndrate la cald, realizate cu bitum modificat cu polimeri. Indicativ AND nr. 526/1996.

23. Normativ privind lucrările de întreținere a îmbrăcăminților bituminoase pe timp friguros. Indicativ AND nr. 523/1997.

24. Normativ privind reciclarea la rece a îmbrăcăminților rutiere. Ordin AND nr. 65/2.07.1997.

7. BIBLIOGRAFIE

1. Alexa, I. și Bilțiu, A. - *Emulsii bituminoase*. Timișoara, Editura Mirton, 1998.
2. Andrei, R. - *Ghiduri practice pentru construcția terasamentelor*. București, Editura Tehnică, 1991.
3. Avram, C. și Bob, C. - *Noi tipuri de betoane speciale*. București, Editura Tehnică, 1980.
4. Baroux, R. ș.a. - *Thermorégénération. Recyclage en place. Recyclage en centrale*. Guide pratique de construction routière, nr. 41. Revue Générale des Routes et des Aérodrômes, nr. 589/1982.
5. Belc, F. - *Contribuții la studiul și realizarea unor structuri rutiere mixte*. Teză de doctorat. Universitatea Tehnică Timișoara, 1993.
6. Belc, F. - *Aspecte privind îmbunătățirea calității straturilor rutiere din agregate naturale stabilizate cu ciment sau cu lianți puzzolanici*. Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 1998, vol. II, p.73...81.
7. Blumer, M. - *Praktischer Strassenbau*. Zürich, Baufachverlag A.G., 1977.
8. Bruno Klinger - *Fehler und Fehlerquellen im Strassenbau*. C.Bertelsmann Verlag, Gutersloh, 1961.
9. Colombier, G. ș.a. - *Assises traitées aux liants hydrauliques et pouzzolaniques*. Guide pratique de construction routière, nr. 18. Revue Générale des Routes et des Aérodrômes, nr. 566/1980.
10. Costescu, I. - *Contribuții la dezvoltarea tehnologiilor de construcție a straturilor rutiere cu materiale energoneintensive*. Teză de doctorat. Institutul Politehnic "TraianVuia" Timișoara, 1985.
11. Costescu, I. și Belc, F. - *Agregate naturale stabilizate în tehnica rutieră*. Timișoara, Editura Orizonturi Universitare, 1998.
12. Dorobanțu, S. și alții - *Drumuri. Calcul și proiectare*. București, Editura Tehnică, 1980.
13. Eminet, R. - *Construcția drumurilor*. București, Editura Militară, 1973.
14. Haida, V. și Marin, M. - *Geotehnică*. Timișoara, Litografia Universității Tehnice, 1994.
15. Herschkorn, P. - *Cours de routes. Couches de roulement*. Paris, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1985.
16. Iliescu, M. - *Geosintetice*. Cluj-Napoca, Editura Dacia, 1994.
17. Jercan, S. - *Suprastructura și întreținerea drumurilor*. București, Editura Didactică și Pedagogică, 1980.
18. Jeuffroy, G. - *Conception et construction des chaussées*. Vol. I și II, Paris, Editions Eyrolles, 1978.
19. Jeuffroy, G., Sauterey, R. - *Controles de qualité en construction routière*. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Paris, 1991.
20. Jeuffroy, G. și Sauterey, R. - *Cours de routes. Chaussées en béton de ciment*. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 1989.
21. Lepetit, C. - *Gestion du domaine public routier. Nouveau guide pratique*. Paris, Edition Sofiac, 1990.
22. Leveque, J. - *Les émulsions de bitume*. Syndicat des fabricants d'émulsions routières de bitume, Paris, 1988.
23. Lucaci, Ghe. - *Contribuții la studiul și realizarea unor mixturi asfaltice și îmbrăcămînți bituminoase cu consum redus de energie*. Teză de doctorat. Institutul Politehnic "TraianVuia" Timișoara, 1986.
24. Lucaci, Ghe., Costescu, I., Belc, F. - *Construcția drumurilor*. București, Editura Tehnică, 2000.
25. Lucaci, Ghe. și Nicoară, L. - *Reabilitarea drumurilor din pământ și a drumurilor pietruite*. Zilele Academice Timișene, vol. I, Timișoara, Editura Mirton, 1999, p. 21...31.

26. Lucaci, Ghe. și Barbos, V. - *Soluții tehnice aplicate la reabilitarea drumurilor în România*. Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 1998, vol. II, p. 110...115.
27. Morel, G. și Chaumont, C. - *Le compactage des chaussées*. Guide pratique de construction routière, nr. 39. Revue Générale des Routes et des Aérodrômes, nr. 587/1982.
28. Nemesdy, E. - *Utak és autópályák tervezési alapjai*. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1974.
29. Nicoară, L. - *Defecțiunile îmbrăcăminților rutiere moderne. Metode pentru prevenire și remediere*. Ministerul Transporturilor și Telecomunicațiilor. București. 1974.
30. Nicoară, L. ș.a. - *Îndrumător pentru laboratoarele de drumuri*. Ediția a V-a, București, Editura Inedit, 1998.
31. Nicoară, L. - *Terminologie rutieră*. Zilele Academice Timișene, vol. I, Timișoara, Editura Mirton, 1997, p. 55...61.
32. Nicoară, L. și Bilțiu, A. - *Îmbrăcăminți rutiere moderne*. București, Editura Tehnică, 1983.
33. Nicoară, L. și Lucaci, Ghe. - *Proiectarea și construcția drumurilor. Terasamente*. Timișoara, Litografia Institutului Politehnic "Traian Vuia", 1987.
34. Nicoară, L. - *Îmbrăcăminți rutiere moderne*. Institutul Politehnic "Traian Vuia" Timișoara, 1975.
35. Nicoară, L., Munteanu, V. și Ionescu, N. - *Întreținerea și exploatarea drumurilor*. București, Editura Tehnică, 1979.
36. Nicoară, L. ș.a. - *Proiectarea și construcția drumurilor. Tehnologii rutiere neconvenționale*. Litografia Institutului Politehnic "Traian Vuia" Timișoara, 1988.
37. Nicoară, L., Filimon, I. - *Tehnologii moderne pentru construcția, întreținerea și ranforsarea sistemelor rutiere rigide*. C.N.I.T., Conferința a VIII-a de betoane, vol. II, Cluj-Napoca, 1977.
38. Regis, C. - *Cours de routes. Assises de chaussées*. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 1985.
39. Reverdy, G. - *Nouvelles conceptions françaises pour les revêtements bétonés*. Le syndicat professionnel des entrepreneurs de chaussées en béton, Paris, 1973.
40. Ruban, M. - *Cours de routes. Contrôles de qualité*. Paris, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1987.
41. Sauterey, R. și Autret, P. - *Guide d'auscultation des chaussées souples*. Paris, Editions Eyrolles, 1977.
42. Stanciu, M. - *Cerințe moderne pentru dimensionarea sistemelor rutiere*. Revista Drumuri și Poduri, nr. 47/1999, p. 33...34.
43. Stelea, L. și Dumitru, P. - *Conceptul calității, organizarea și funcționarea acestuia în sectorul infrastructurii rutiere*. Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 1998, vol. I, p. 137...141.
44. Stelea, L. - *Contribuții la elaborarea unor tehnologii eficiente pentru întreținerea drumurilor*. Teză de doctorat. Universitatea Tehnică Timișoara, 1991.
45. Strungă, V. și Popescu, Ghe. - *Manual pentru geotextilele TERASIN, MADRITEX, SECUNET și alte geosintetice*. Societatea Comercială MINET S.A. Rm. Vâlcea, Institutul de Cercetări în Transporturi INCERTRANS S.A. București, 1996.
46. Torjescu, N., Giușcă, G. și Mocanu, V. - *Cercetări privind realizarea îmbrăcăminților rugoase*. În: Revista transporturilor, nr. 1/1971.
47. Vlad, N. și Florescu, E. - *Cercetări asupra comportării mixturilor asfaltice de tip MEDIFLEX în condițiile climaterice din România*. Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 1998, vol. II, p. 25...31.
48. Zarojanu, H. - *Drumuri. Suprastructură*. Iași, Litografia Institutului Politehnic, 1973.
49. Wehner, B., Siedek, P și Schulze, H. - *Handbuch des Strassenbaus*. Berlin-Heidelberg, Springer Verlag, 1979.

50. * * * - *Manuel d'identification des dégradation des chaussées*. Ministère des Transports, Canada, 1993.
51. * * * - *Méthodes de formulation et contrôle de qualité des enrobés bitumineux*. Séminaire résidentiel, Olivet, France, 1986.
52. * * * - *Instrucțiuni tehnice departamentale pentru prevenirea și remedierea defecțiunilor la îmbrăcămințile rutiere moderne*. I.C.C.P.D.C. București. Autor: Institutul Politehnic "Traian Vuia" Timișoara(responsabil temă: dr.ing.Gheorghe Lucaci). Buletinul construcțiilor nr. 8 din 1986.
53. * * * - *L'entretien courant des chaussées*. Guide pratique. Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des Transports. SETRA, France, 1990.
54. * * * - *Dictionnaire technique routier, 7-ème édition*, Société Nouvelle Expressions Graphiques, Pont-Saint-Martin, France, 1997.
55. * * * - *Lexique AIPCR des techniques de la route et de la circulation routière, 2-ème édition*, Compédit Beauregard, S.A.Paris, France, 2000.
56. * * * - *Dictionnaire bilingue COLAS*, Editions de Santé, Paris, 1997.
57. * * * - *Lucrări de drumuri*. Colecția standardelor, normativelor, instrucțiunilor și legilor în vigoare.
58. * * * - *Rapoartele generale și naționale de la Congresele mondiale de drumuri* Praga, 1971; Mexic, 1975; Viena 1979; Sidney, 1983; Bruxelles, 1987; Marrakech, 1991; Montreal, 1995 și Kuala Lumpur, 1999.
59. * * * - *Convolutele simpozioanelor "Zilele Academice Timișene"*, Timișoara, Editura Mirton, 1995; 1997; 1999.
60. * * * - *Convolutele Congreselor naționale de drumuri și poduri*, Pitești 1986; Cluj-Napoca 1990; Neptun 1994 și Iași 1998.
61. * * * - *Convolutul simpozionului "Reabilitarea drumurilor și podurilor"*, Cluj-Napoca, Editura Mediamira, 1999.
62. * * * - *Convolutul simpozionului "Îmbrăcăminți rutiere moderne"*, Cluj-Napoca, 1995.
63. * * * - *Colecția Revue Générale des routes et des aérodrômes*, 1970-2001.
64. * * * - *Colecția Routes*, 1985-1999.
65. * * * - *Colecția Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées*, 1970-2001.
66. * * * - *Colecția Revista transporturilor auto, navale și aeriene*, 1970-1981.
67. * * * - *Colecția Revista Drumuri Poduri*, 1991-2001.