

R E P U B L I C A M O L D O V A

C O D P R A C T I C Î N C O N S T R U C Ț I I

D.02.12

C O N S T R U C Ț I I H I D R O T E H N I C E , R U T I E R E Ș I S P E C I A L E

CP D.02.12:2024

Drumuri și poduri

Recomandări metodice pentru reabilitarea îmbrăcăminților rutiere și fundațiilor prin metode de reciclare la rece

EDIȚIE OFICIALĂ

MINISTERUL INFRASTRUCTURII ȘI DEZVOLTĂRII REGIONALE

CHIȘINĂU 2024

Drumuri și poduri
Recomandări metodice pentru reabilitarea îmbrăcăminților rutiere și
fundațiilor prin metode de reciclare la rece

Cuvinte cheie:

Preambul

- 1 ELABORAT de către Ministerul Infrastructurii și Dezvoltării Regionale
- 2 ACCEPTAT de către Comitetul Tehnic pentru Normare Tehnică și Standardizare în Construcții CT-C D(01-04) "Construcții hidrotehnice, rutiere și speciale", procesul-verbal nr. 8 din 09.02.2024.
- 3 APROBAT ȘI PUS ÎN APLICARE prin ordinul Ministrului infrastructurii și dezvoltării regionale nr. 54 din 19.03.2024 (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2024, nr. 108-110(9045-9047), din 22.03.2024), cu aplicare din 22.03.2024.
- 4 REDACȚIA II.

Cuprins

	Pag.
Introducere	IV
1 Domeniu de aplicare	1
2 Referințe normative	1
3 Termeni și definiții	3
4 Dispoziții generale	5
5 Clasificarea tehnologiilor de reciclare la rece	6
6 Materiale componente. Cerințe	8
6.1 Dispoziții generale	8
6.2 Agregate	8
6.3 Lianți bituminoși	10
6.4 Filer activ	11
6.5 Aditivi	11
6.6 Apa	12
7 Compoziția și caracteristicile fizico-mecanice ale amestecului reciclat	12
8 Stabilirea compoziției optime a amestecului reciclat	14
9 Reciclarea cu emulsie și bitum spumat	14
9.1 Generalități	14
9.2 Amestec reciclat cu emulsie bituminoasă	15
9.3 Amestec reciclat cu bitum spumat	15
10 Execuția straturilor reciclate	15
11 Caracteristicile amestecului reciclat	16
12 Lucrări pregătitoare	16
13 Frezarea și aducerea la cotă a stratului reciclat	16
14 Profilarea și compactarea stratului reciclat	17
15 Controlul calității lucrărilor executate	17
15.1 Controlul calității materialelor componente ale amestecului reciclat	17
15.2 Controlul procesului tehnologic de reciclare	17
15.3 Controlul calității stratului reciclat	18
16 Recepția straturilor reciclate la rece	18
Anexa A (normativă) Obținerea bitumului spumat	19
Anexa B (normativă) Aparatura de laborator	21
Anexa C (informativă) Utilaje	23
Anexa D (normativă) Determinarea densității straturilor rutiere pe teren cu dispozitivul cu con și nisip	24
Bibliografie	28
Traducerea autentică a prezentului document în limba rusă	29

Introducere

Revizuirea documentului normativ CP D.02.12:2014 „Recomandări metodice pentru reabilitarea îmbrăcăminților rutiere și fundațiilor prin metode de reciclare la rece” s-a impus deoarece:

- o parte din documente din lista de referințe a normativului în vigoare sunt anulate (spre exemplu ГОСТ 22245 - 90, ГОСТ 11955 - 82, ГОСТ 18659 - 81, ГОСТ 10178 – 85, ГОСТ 8267 – 93, ГОСТ 8269 – 87, ГОСТ 8736 – 93, ГОСТ 8735 – 88, ГОСТ 16557 – 78, ГОСТ 12784 – 78, ГОСТ 310.4 - 81, etc.);
- utilajele de reciclare și tehnologia de execuție s-au perfecționat;
- domeniul de aplicare s-a extins.

Principalele modificări aduse de normativul revizuit față de cel aflat în vigoare:

- normativul revizuit reglementează metodologia de reciclare a straturilor existente din alcătuirea structurii rutiere;
- stratul reciclat poate avea rol de straturi de BAZĂ;
- normativul revizuit reglementează metodologia de reciclare a îmbrăcămintei bituminoase existente degradate;
- în normativul revizuit, stratul reciclat face parte din structura rutieră

C O D P R A C T I C Î N C O N S T R U C Ț I I

Recomandări metodice pentru reabilitarea îmbrăcăminților rutiere și fundațiilor prin metode de reciclare la rece

Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации

Methodical recommendations for rehabilitation of asphalt pavements and road bases using cold recycling methods

Data punerii în aplicare: 2024-03-22

1 Domeniu de aplicare

1.1 Prezentul Cod practic (în continuare Cod) reglementează lucrările de reciclare la rece cu liant bituminos. Conform terminologiei internaționale aceste tehnologii se încadrează în categoria „cold-mix”.

1.2 Prezentul Cod prevede cerințe și niveluri de performanță atât pentru produsele pentru construcții utilizate la prepararea amestecului reciclat, numite în continuare materiale componente, cât și pentru amestecul reciclat care va fi pus în operă.

1.3 Reciclarea la rece se poate aplica pentru lucrări de întreținere și reparații, reprofilare și reabilitare a drumurilor.

2 Referințe normative

Următoarele documente, în totalitate sau parțial, sunt referințe normative în acest Cod și sunt indispensabile pentru aplicarea acestuia. Pentru prezentele referințe, se aplică ultima ediție a documentului la care se face referire (inclusiv, eventualele amendamente).

SM SR EN 197-1:2014	Ciment Partea 1: Compoziție, specificații și criteriile de conformitate ale cimenturilor uzuale
SM EN 933-1:2016	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 1: Determinarea granulozității. Analiza granulometrică prin cernere
SM EN 933-2:2020	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 2: Analiza granulometrică. Site de control, dimensiuni nominale ale ochiurilor.
SM EN 933-3:2014	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor Partea 3: Determinarea formei granulelor. Coeficient de aplatizare
SM EN 933-4:2013	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 4: Determinarea formei particulelor. Coeficient de formă.
SM SR EN 933-5:2023	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 5: Determinarea procentului de suprafețe concasate și sfărâmate din agregate grosiere
SM SR EN 933-8+A1:2016	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 8: Evaluarea părților fine. Determinarea echivalentului de nisip

SM SR EN 1008:2011	Apă de preparare pentru beton. Specificații pentru prelevare, încercare și evaluare a aptitudinii de utilizare a apei, inclusiv a apelor recuperate din procese ale industriei de beton, ca apă de preparare pentru beton
SM EN 1097-2:2020	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 2: Metode pentru determinarea rezistenței la sfărâmare
SM SR EN 1097-3:2011	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 3: Metode pentru determinarea masei volumice în vrac și a porozității intergranulare
SM EN 1097-5:2015	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 5: Determinarea conținutului de apă prin uscare în etuvă ventilat
SM SR EN 1367-1:2013	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice și de alterabilitate ale agregatelor. Partea 1: Determinarea rezistenței la îngheț-dezghet
SM EN 1428:2015	Bitum și lianți bituminoși. Determinarea conținutului de apă din emulsiile bituminoase. Metoda distilării azeotrope
SM EN 1429:2018	Bitum și lianți bituminoși. Determinarea rezidului pe sită al emulsiilor bituminoase și determinarea stabilității la depozitare prin cernere
SM EN 1744-1+A1:2014	Încercări pentru determinarea proprietăților chimice ale agregatelor. Partea 1: Analiză chimică
SM SR 4032-1:2013	Lucrări de drumuri. Terminologie
SM SR EN 12591:2010	Bitum și lianți bituminoși. Specificații pentru bitumuri rutiere
SM SR EN 12620+A1:2010	Agregate pentru beton
SM EN 12697-6:2020	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 6: Determinarea densității aparente a epruvetelor bituminoase.
SM EN 12697-12:2018	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 12: Determinarea sensibilității la apă a epruvetelor bituminoase
SM EN 12697-23:2018	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 23: Determinarea rezistenței la tracțiune indirectă a epruvetelor bituminoase
SM EN 12697-26+A1:2023	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 26: Rigiditate
SM EN 12697-27:2017	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 27: Prelevarea probelor
SM EN 12697-30:2019	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 30: Confecționarea epruvetelor cu compactorul cu impact.
SM EN 12697-31:2019	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 31: Confecționarea epruvetelor cu presa cu compactare giratorie
SM EN 12697-32:2019	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 32: Confecționarea epruvetelor cu compactorul vibrator

SM EN 12846-1:2023	Bitum și lianți bituminoși. Determinarea timpului de curgere cu ajutorul unui viscozimetru de curgere. Partea 1: Emulsii bituminoase
SM EN 12848:2018	Bitum și lianți bituminoși. Determinarea stabilității emulsiilor bituminoase în amestec cu ciment
SM SR EN 13043:2010	Agregate pentru amestecuri bituminoase și pentru finisarea suprafețelor, utilizate la construcția șoselelor, a aeroporturilor și a altor zone cu trafic
SM EN 13075-2:2017	Bitum și lianți bituminoși. Determinarea comportării la rupere. Partea 2: Determinarea duratei de amestecare a particulelor fine în emulsiile bituminoase cationice
SM EN 13108-1:2016	Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 1: Betoane asfaltice
SM EN 13282-1:2014	Lianți hidraulici rutieri. Partea 1: Lianți hidraulici rutieri cu întărire rapidă. Compoziție, specificații și criterii de conformitate
SM SR EN 13286-2:2011	Amestecuri de agregate netratate și tratate cu lianți hidraulici. Partea 2: Metode de încercare pentru determinarea în laborator a masei volumice de referință și a conținutului de apă. Compactare Proctor
SM EN 13614:2021	Bitum și lianți bituminoși. Determinarea adezivității emulsiilor bituminoase prin încercarea de imersare în apă
SM EN 13808:2014	Bitum și lianți bituminoși. Cadrul specificațiilor pentru emulsiile bituminoase cationice
SM SR EN 14023:2014	Bitum și lianți bituminoși. Cadru pentru specificațiile bitumurilor modificate cu polimeri
SM EN ISO 17892-1:2016	Cercetări și încercări geotehnice. Încercări de laborator ale solului. Partea 1: Determinarea conținutului de apă
SM SR 13575:2023	Aditivi pentru bitumuri rutiere. Agenți de adezivitate de tip aminoderivați. Cerințe, eșantionare, evaluarea conformității, marcare și etichetare

3 Termeni și definiții

În prezentul Cod se utilizează termenii stabiliți în SM SR 4032-1, SM EN 13108-1 completările care urmează:

3.1

produs pentru construcții

orice produs sau set fabricat și introdus pe piață în scopul de a fi încorporat în mod permanent în construcții sau părți ale acestora și a cărui performanță afectează performanța construcțiilor în ceea ce privește cerințele fundamentale aplicabile construcțiilor.

3.2

standard armonizat

standardele europene armonizate sunt standardele europene adoptate de Comisia Europeană, în aplicarea Regulamentului (UE) nr. 305/2011, ale căror indicative și titluri sunt publicate în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene.

3.3**marcajul CE**

este singurul marcaj care atestă conformitatea produsului pentru construcții respectiv cu performanța declarată, în ceea ce privește caracteristicile esențiale, care face obiectul respectivului standard armonizat, sau pentru care a fost emisă o evaluare tehnică europeană.

3.4**clasă de granulozitate**

notarea agregatelor în raport cu dimensiunea inferioară (d) și superioară (D) prin cernere exprimată prin d/D.

3.5**amestec reciclat**

amestecul obținut prin omogenizarea scheletului mineral (constituit din materialul frezat cu sau fără aport de agregate), apei și liantului (introdus de emulsie sau de bitum spumat) cu sau fără lianți hidraulici (considerați ca filler activ), care au rolul de maturare sau de îmbunătățire a rigidității materialului.

3.6**agregate de aport**

agregate de o anumită clasă de granulozitate / sort sau o combinație de mai multe clase de granulozitate / sorturi, necesar a fi adăugate atât pentru încadrarea în cerințele de granulozitate (curba de granulozitate, respectiv dimensiune maximă a agregatelor) impuse de studiul de laborator, cât și pentru asigurarea cerințelor de calitate impuse amestecului de agregate (gelivitate, rezistență la uzură, adezivitate).

3.7**probă de frezare**

proba de material din teren, obținută prin frezare în condițiile de respectare a aceleiași adâncimi și aceleiași viteze de deplasare a utilajului ca la execuția cu reciclatorul.

3.8**punere în operă la rece**

punerea în operă a amestecului reciclat, omogenizat, așternut și compactat la temperatura ambiantă.

3.9**reciclare la rece în situ**

operația care constă în regenerarea materialelor rezultate din scarificarea straturilor rutiere prin încorporare de liant și/sau agregate, la fața locului.

3.10**utilaj de reciclare**

utilaj ce efectuează simultan frezarea straturilor asfaltice degradate, fărâmițarea materialului rezultat, dozarea și punerea în operă a amestecului reciclat. De regulă, reciclatorul este compus din următoarele grupuri funcționale: freză cu tambur, instalație pentru dozarea apei sau suspensiei de liant hidraulic în timpul malaxării (malaxare ce se poate face pe tamburul de frezare sau separat într-un malaxor incorporat), sistem de injecție a bitumului sub formă de emulsie sau spumă, grinda finisoare pentru așternere, grup energetic și propulsor, instalație electrică și sisteme electronice pentru controlul proceselor de dozare, a temperaturilor și a parametrilor de lucru pentru întregul utilaj.

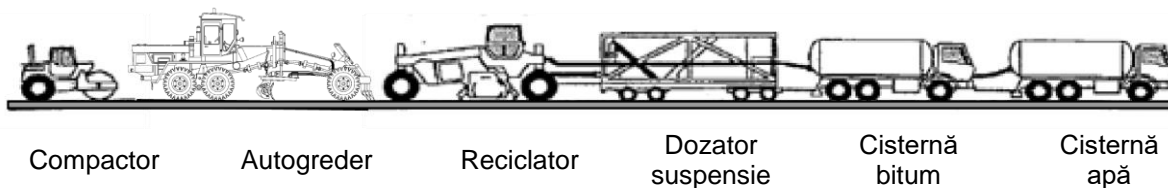
3.11**strat reciclat la rece**

strat rutier obținut din amestecul reciclat la rece după finalizarea compactărilor.

3.12**trusă de reciclare**

sistem de utilaje utilizate în procesul de reciclare la rece în situ. În componența utilajului de reciclare, pe lângă reciclator, obligatoriu există utilajele de compactare (compactori picior de oaie, cilindrii compactori liși și/sau pe pneuri) care să asigure gradul de compactare proiectat. Frezarea și punerea în operă se face cu utilaje complexe mobile ce permit punerea în operă în situ a amestecului conform dozajelor proiectate, numite generic utilaj de reciclare. Tipul și numărul de utilaje ce fac parte din utilajul de reciclare determină productivitatea execuției reciclării.

Un exemplu de utilaje ce alcătuiesc trusa de reciclare este dat în figura următoare:



4 Dispoziții generale

4.1 Reciclarea la rece în situ presupune:

- frezarea straturilor rutiere degradate;
- adăugare de agregate;
- aport de liant hidraulic;
- aport de apă;
- omogenizarea materialului cu adăugare de emulsie / bitum spumat;
- răspândire;
- precompactare;
- nivelare și profilare;
- compactare finală.

4.2 Reciclarea la rece în situ a straturilor rutiere degradate rezultă în urma investigațiilor preliminare.

4.3 Aplicarea tehnologiilor de reciclare reglementate de prezentul Cod se poate face cu emulsie bituminoasă sau cu bitum spumat, pentru execuția straturilor de BAZĂ sau de FUNDAȚIE, soluție tehnică ce poate fi recomandată la reciclarea straturilor rutiere degradate.

4.4 La investigațiile preliminare se vor stabili sectoarele omogene care vor avea aceeași adâncime de frezare și aceeași compoziție a materialului reciclat.

4.5 Ținând cont de situația reală din teren, condițiile locale climatice și topometrice, pe parcursul investigațiilor preliminare se va urmări stabilirea soluției tehnice optime de reciclare constând în:

- a) grosimea stratului, materialul granular de aport și compoziția amestecului reciclat.
- b) adâncimea până la care se frezează straturile rutiere este limitată de alcătuirea structurii rutiere și de capacitatea tehnologică a utilajelor de reciclare.

4.6 În funcție de alcătuirea structurii rutiere și de tehnologia specifică de reciclare în situ la rece adoptată, adâncimea până la care se realizează frezarea va fi aleasă astfel încât sub stratul reciclat să rămână material necoeziv, pentru ca un eventual surplus de apă rezultat în timpul procesului de reciclare să poată fi drenat.

4.7 De asemenea, se vor evalua și condițiile din teren pentru a verifica accesul și funcționarea normală a utilajelor de reciclare, în funcție de: lățimea drumului, razele curbilor, declivități, construcții, elemente înglobate (poduri, podețe, guri de scurgere, canalizări, insule de dirijare, etc.) în vederea asigurării zonei de lucru.

4.8 Execuția straturilor reciclate la rece se realizează în baza unui proiect tehnic elaborat conform reglementărilor în vigoare la data elaborării proiectului.

4.9 La proiectarea și execuția straturilor reciclate la rece în situ este obligatorie realizarea și menținerea, pe întreaga durată de existență a construcției, a următoarelor cerințe fundamentale aplicabile:

- rezistență mecanică și stabilitate;
- sănătate și mediu înconjurător;
- siguranță și accesibilitate în exploatare;
- utilizare sustenabilă a resurselor naturale.

4.10 În cadrul proiectului tehnic, structura rutieră care conține în alcătuire straturi reciclate se va dimensiona pe baza metodologiei prezentată în reglementările tehnice specifice privind dimensionarea structurilor rutiere în vigoare.

4.11 Reciclarea la rece se poate aplica pentru lucrări de întreținere și reparații, reprofilare, reabilitare a drumurilor, rezultând:

- un strat de FUNDAȚIE pentru drumurile de categoria tehnică II/ străzile de categoria tehnică I-II;
- un strat de BAZĂ/ strat de FUNDAȚIE pentru drumurile de categoria tehnică III-V/ străzile de categoria tehnică III-IV.

NOTĂ - Pentru drumurile de categoria tehnică I se poate aplica tehnologia de reciclare la rece pentru obținerea unui strat de FUNDAȚIE, în baza unei justificări tehnico-economice întocmită de proiectant însoțită de un studiu de laborator care să certifice obținerea parametrilor fizico-mecanici corespunzători, verificați prin realizarea unui sector de 1 km, numai cu aprobarea beneficiarului lucrării.

4.12 Reciclarea la rece a straturilor rutiere se execută numai în condiții meteorologice favorabile, în lipsa precipitațiilor, temperatura exterioară și a stratului suport fiind de minimum:

- +10 °C pentru tehnologia cu emulsie bituminoasă;
- +15 °C pentru tehnologia cu bitum spumat.

5 Clasificarea tehnologiilor de reciclare la rece

5.1 Clasificarea tehnologiilor de reciclare disponibile în prezent se poate efectua după o gamă largă de factori: temperatura de preparare și punere în operă (la cald și la rece), locul de preparare a amestecului (in situ sau în fabrici fixe), tehnologia de reciclare (funcție de natura liantului utilizat), respectiv funcție de principiul adoptat pentru rezolvarea problemei (de suprafață sau structurală) etc.

5.2 Tehnologiile de reciclare sunt practicate în totalitate la fața locului și utilizează materialele rezultate din straturi rutiere vechi. În principiu, procedeul constă în frezarea straturilor existente pe o anumită adâncime, urmată eventual de un adaos de materiale rutiere de corectare a granulozității și apă. Materialul rezultat se tratează cu un liant cu ajutorul unui utilaj complex cu funcționare continuă, urmând ca stratul rutier obținut să fie un strat de rezistență (de fundație sau de bază), respectiv un strat de legătură. Stratul respectiv poate fi acoperit cu un nou strat de uzură.

5.3 În tabelul 1 se prezintă o posibilă clasificare a tehnologiilor de reciclare în situ utilizată de specialiști europeni. Clasificarea ilustrează mai multe caracteristici ale acestor soluții tehnice, astfel:

- tehnologiile de acest tip pot folosi diverși lianți (bituminoși, hidraulici sau micști). Lianții bituminoși utilizați pot fi emulsiile bituminoase sau bitumul spumat, lianții hidraulici sunt, în general, diferite tipuri de ciment, iar lianții compuși sunt cimentul și o emulsie bituminoasă sau cimentul și un bitum spumat;
- reciclarea poate fi utilizată pentru reciclarea straturilor rutiere existente până la adâncimi de 30 cm.

Tabelul 1- Clasificarea tehnologiilor de reciclare

Caracteristica	Tipul reciclării				
	Reciclarea cu emulsie bituminoasă (bitum spumat)			Reciclare cu ciment	Reciclare cu emulsie bituminoasă (bitum spumat)
	Clasa 1	Clasa 2	Clasa 3	Clasa 4	Clasa 5
Obiectiv	Ranforsare structurală	Reabilitarea straturilor de suprafață		Ranforsare structurală	Ranforsare structurală sau corectarea unei defecțiuni a straturilor de suprafață

(continuă)

Tabelul 1 (sfârșit)

Caracteristica	Tipul reciclării				
	Reciclare cu emulsie bituminoasă (bitum spumat)			Reciclare cu ciment	Reciclare cu emulsie bituminoasă (bitum spumat)
	Clasa 1	Clasa 2	Clasa 3	Clasa 4	Clasa 5
Principiu	Îmbunătățirea caracteristicilor mecanice și geometrice ale structurii rutiere, cu folosirea unei părți a straturilor de rezistență vechi și eventual regenerarea bitumului la clasa 2		Reciclarea îmbrăcămintei bituminoase cu regenerarea bitumului	Crearea unui nou strat de rezistență sau a unui nou strat de suprafață (clasa 5), cu sau fără materiale de aport, cu sau fără modificarea cotei inițiale a straturilor superioare	
Materiale din straturi rutiere vechi	3...4 cm îmbrăcămintea bituminoasă și straturi inferioare nestabilizate cu bitum	4...8 cm îmbrăcămintea bituminoasă și straturi inferioare stabilizate sau nu cu bitum	Exclusiv materiale bituminoase prin integrarea interfeței cu stratul suport	Total sau parțial îmbrăcămintea bituminoasă. Total sau parțial straturile inferioare de rezistență. Eventual o parte a infrastructurii	Total sau parțial îmbrăcămintea bituminoasă și total sau parțial straturile inferioare de rezistență
Lianți	Emulsie bituminoasă	Emulsie bituminoasă (bitum pur sau regenerat)	Emulsie bituminoasă (cu bitum regenerat)	Ciment sau liant hidraulic rutier	Amestec de ciment sau liant hidraulic rutier și emulsie bituminoasă
Dozaj de liant de adaos	3...5 % bitum rezidual	1...3 % bitum rezidual	max. 2 % bitum rezidual	3...6 %	3...7 % liant compozit
Grosimea stratului	10...15 cm	5...12 cm	5...12 cm	20...30 cm	10...30 cm

5.4 În cazul ranforsării structurale se reutilizează și materialele din stratul de bază, iar capacitatea portantă a structurii de rezistență este îmbunătățită, în timp. Printr-o reciclare de suprafață se retratează doar straturile de la suprafața structurii rutiere, cu refacerea etanșeității, rugozității și texturii. Progresele înregistrate în domeniul utilajelor de reciclare și apariția lianților modificați au condus la accelerarea dezvoltării acestor soluții tehnice alternative.

5.5 Există o anumită ambiguitate în domeniul clasificării utilizate în acest domeniu pe plan internațional, legată de faptul că încălzirea mixturii asfaltice se face fie în stratul existent, fie în interiorul utilajului de reciclare, după frezarea și preluarea acesteia. În tabelul 2 se prezintă o clasificare a tehnologiilor de reciclare în situ, cu precizarea condițiilor de utilizare (tipul stratul bituminos asupra căruia se lucrează).

Tabelul 2 - Clasificarea tehnologiilor de reciclare în situ

Strat bituminos reciclat din:	Reciclare pe adâncime redusă (cu frezare la cald)			Reciclare în adâncime	
	Termo-reprofilare	Termo-regenerare	Termo-reciclare	cu frezare la cald	cu frezare la rece
Betoane asfaltice deschise	●	●	●		●
Betoane asfaltice în strat subțire					●
Anrobate bituminoase	●	●	●		●
Betoane asfaltice drenante				●	
Betoane asfaltice	●	●	●		●

5.6 Situațiile în care se recomandă utilizarea unor astfel de tehnologii sunt următoarele:

- fisurarea stratului de uzură (a îmbrăcămintei) ca urmare a îmbătrânirii liantului bituminos, cu necesitatea regenerării acestuia;
- realizarea relipirii de suport a unui strat de uzură gros (cu sau fără o frezare parțială în prealabil);
- refacerea planeității în profil transversal sau a rugozității, eventual în prezența unor deformații plastice reduse;
- refacerea etanșeității stratului de uzură sau a porozității betoanelor asfaltice drenante.

6 Materiale componente. Cerințe

6.1 Cerințe generale

6.1.1 La execuția straturilor reciclate la rece se vor folosi numai produse pentru construcții pentru care au fost întocmite de către factorii responsabili (producător, executant) documente de calitate specifice fiecărui produs în parte, în conformitate cu cerințele impuse prin legislația privind introducerea pe piață a produselor pentru construcții, respectiv:

- declarație de performanță/conformitate;
- marcaje CE;
- instrucțiunile privind utilizarea produsului;
- fișa cu date de Securitate;
- certificat de constanță a performanței/certificat de conformitate control producție în fabrică/certificat de conformitate;
- rapoarte de încercare;
- sau agrement tehnic, după caz.

6.2 Agregate

6.2.1 Scheletul mineral este compus din:

- materialul obținut prin frezarea straturilor rutiere existente degradate;
- dacă este cazul, agregate de aport.

În cadrul investigațiilor preliminare, materialul frezat va fi analizat cu frecvența stabilită prin grija executantului lucrării și se vor întocmi rapoarte de încercare din care să rezulte, sau nu, necesitatea utilizării de agregate de aport.

6.2.2 Agregatele de aport trebuie să respecte prevederile standardelor SM SR EN 13043 și SM SR EN 12620+A1. Acestea se pot utiliza în vederea:

- încadrării în domeniul proiectat, cu respectarea domeniului de granulozitate proiectat corespondent, stabilit prin prezentul Cod;
- îmbunătățirea consistenței și lucrabilității amestecului reciclat;
- asigurării altor cerințe de calitate impuse amestecului reciclat și pus în operă;
- asigurării cotelor impuse prin proiect.

6.2.3 În cazul în care se impune corecția curbei de granulozitate în domeniul fin, se pot utiliza numai materiale inerte.

6.2.4 Agregatele de aport pot să fie unul sau o combinație de clase de granulozitate, respectiv:

- agregat grosier: 4/8 mm, 8/16 mm, 16/22,4 mm și 22,4/31,5 mm;
- agregat fin 0/2 mm sau amestec 0/4 mm - provenite din balastieră/carieră;
- amestec agregat 0/31,5 mm provenit de la balastieră/carieră.

6.2.5 Pentru materialul reciclat destinat stratului de FUNDAȚIE pentru drumuri de categoria tehnică II, ca agregate de aport se vor utiliza numai agregate concasate de carieră.

6.2.6 Agregatele de aport trebuie să îndeplinească caracteristicile specifice, prezentate în tabelele 3÷6.

**Tabelul 3 - Caracteristici agregat grosier concasat
(clasă de granulozitate 4/8 mm, 8/16 mm, 16/22,4 mm și 22,4/31,5 mm)**

Nr. crt.	Caracteristica	Criterii de evaluare/agregat grosier (categorie)	Metoda de încercare
1	Granulozitate declarată de producător	G _c 85/15	SM EN 933-1
2	Conținut de impurități Corpuri străine	Nu se admit	vizual
3	Procent de suprafețe concasate și sfărâmate din agregate grosiere	C _{50/10}	SM SR EN 933-5
4 ¹	Coeficient de aplatizare	A ₂₅	SM EN 933-3
5 ¹	Indice de formă SI ₂₅		SM EN 933-4
6	Rezistența La fragmentare Coeficient Los Angeles	LA ₃₀	SM EN 1097-2
7	Sensibilitatea la îngheț-dezghet: Procentaj de pierdere de masă	F ₂	SM SR EN 1367-1
¹ Încercarea de referință pentru determinarea formei agregatului grosier trebuie să fie Coeficientul de aplatizare			

Tabelul 4 - Caracteristici agregat provenit din carieră (clasa de granulozitate nisip de concasaj 0/2 mm sau amestec agregate 0/4 mm)

Nr. crt.	Caracteristica	Criterii de evaluare/agregat grosier (categorie)	Metoda de încercare
1	Granulozitate declarata de producător: - nisip de concasaj 0/2 mm, - amestec agregat 0/4 mm	continuă G _F 85 G _A 90	SM EN 933-1
2	Conținut de impurități: - Corpuri străine	Nu se admit	vizual
3	Conținut în particule fine	f ₃ - f ₁₀	SM EN 933-1

Tabelul 5 - Caracteristici agregat provenit din balastieră (clasa de granulozitate nisip 0/2 mm sau amestec agregate 0/4 mm)

Nr. crt.	Caracteristica	Criterii de evaluare/agregat grosier (categorie)	Metoda de încercare
1	Granulozitate declarata de producător: - nisip de concasaj 0/2 mm, - amestec agregat 0/4 mm	continuă G _F 85 G _A 90	SM EN 933-1
2	Conținut de impurități: - corpuri străine - conținut de humus (culoarea soluției de NaOH), max	Nu se admite galben	vizual SM EN 1744-1
3	Calitatea părților fine Echivalent de nisip pentru amestecul de agregate 0/4 mm, % min.	85	SM SR EN 933-8+A1

Tabelul 6 - Caracteristici agregat provenit din balastieră (clasa de granulozitate: amestec agregat 0/31,5 mm)

Nr. crt.	Caracteristica	Criterii de evaluare/agregat grosier (categorie)	Metoda de încercare
1	Granulozitate declarată de producător	G _c 90	SM EN 933-1
2	Conținut în particule fine	f ₃	SM EN 933-1
3	Conținut de impurități: - corpuri străine - conținut de humus (culoarea soluției de NaOH), max	Nu se admite galben	vizual SM EN 1744-1
4	Calitatea părților fine: Echivalent de nisip pentru amestecul de agregate 0/4 mm, % min	80	SM SR EN 933-8+A1
5	Coefficient de aplatizare	A ₂₅	SM EN 933-3
6	Rezistența La fragmentare Coefficients Los Angeles	LA ₃₀	SM EN 1097-2

6.2.7 Executantul lucrării răspunde de depozitarea și manipularea controlată a agregatelor, astfel încât acestea să fie ușor identificabile (origine, tip, clasă granulometrică, produs conform/neconform), să se evite amestecarea și impurificarea cu alte agregate/materiale și să se asigure că la manipularea acestora nu au loc degradări de așa natură încât să compromită conformitatea lor.

6.3 Lianți bituminoși

6.3.1 Emulsia bituminoasă utilizată la reciclarea straturilor rutiere la rece în situ este o emulsie bituminoasă cationică cu rupere lentă.

6.3.2 Bitumul utilizat la realizarea emulsiilor bituminoase trebuie să respecte prevederile standardelor SM SR EN 12591, respectiv SM SR EN 14023 pentru bitumul modificat.

6.3.3 Emulsiile bituminoase cu rupere lentă trebuie să respecte prevederile standardului SM EN 13808 și să prezinte un conținut de bitum și comportament la rupere corespunzător, conform tabelului 5.

Tabelul 7 - Caracteristicile emulsiei bituminoase

Nr. crt.	Caracteristica	Criterii de evaluare	Metoda de încercare
1	Conținut de liant,%	58-62 (clasa 6) 63-67 (clasa 7)	SM SR EN 1428
2	Comportament la rupere: - stabilitate în amestec cu liantul hidraulic utilizat, g - durata de amestecare a particulelor fine, secunde	≤ 2 > 90 (clasa 6)	SM EN 12848 SM EN 13075-2
3	Viscozitate - timp de curgere, duza de 4 mm, la 40°C, sec. - timp de curgere, duza de 4 mm, la 50°C, sec.	40-100 (clasa 6) 5-30 (clasa 7)	SM EN 12846-1
4	Stabilitate la depozitare prin cernere (7 zile de depozitare)-sita de 0,5 mm, % m/m	≤ 0,5	SM EN 1429
5	Reziduu pe sita de 0,5 mm, % m/m	≤ 0,5	SM EN 1429
6	Adezivitate față de agregatele de aport	min. 80	SM EN 13614

6.3.4 Emulsiile cationice cu rupere lentă, trebuie să fie stabile la prelucrare și compatibile cu liantul hidraulic utilizat ca filer activ (ciment). De asemenea, emulsia trebuie să fie fluidă și omogenă.

6.3.5 Emulsia bituminoasă trebuie să aibă o compoziție astfel încât procesul de rupere să se finalizeze după cel puțin 1 oră de la punerea în operă. Începutul procesului de rupere se identifică prin modificarea culorii emulsiei, respectiv modificarea culorii amestecului reciclat, de la maroniu spre negru.

6.3.6 Cu cât procesul de rupere este mai reped, cu atât sunt necesare mase de compactare mai mari la punerea în operă.

6.3.7 Stabilirea compoziției amestecului complex de reciclare se va efectua pe baza următoarelor determinări de laborator:

- uscarea materialului frezat în etuvă la temperatura de 50-60°C;
- stabilirea vizuală a compoziției materialului frezat (tip agregat, tip liant, etc.);
- determinarea granulometriei materialului frezat;
- determinarea conținutului de bitum al materialului frezat;
- determinarea punctului de înmuiere a bitumului recuperat din materialului frezat;
- stabilirea miscibilității emulsiei bituminoase cu suspensia apă - ciment;
- stabilirea granulozității și a proporției de agregate care trebuie adăugate pentru încadrarea amestecului în intervalul granulometric indicat de prezentul normativ pentru stratul ce urmează a fi realizat;
- stabilirea compoziției amestecului de agregate și liant (cantitatea de emulsie bituminoasă sau bitum spumat, necesară, în funcție de conținutul de bitum găsit) ;
- stabilirea caracteristicilor de compactare.

6.3.8 Miscibilitatea emulsiei bituminoase cu suspensia apă - ciment se va determina după următoarea procedură:

- se amestecă o cantitate de 100 g de ciment cu 50 g de apă într-un vas de sticlă până se obține o suspensie de apă-ciment omogenă;
- se introduc 100 g de emulsie bituminoasă într-un alt vas de sticlă;
- suspensia apă-ciment se amestecă cu emulsia bituminoasă timp de 6 minute;
- se va determina timpul de rupere al emulsiei bituminoase.

6.3.9 Timpul de rupere a emulsiei bituminoase este de minimum 10 minute. În cazul în care timpul de rupere este mai mic de 10 minute, se va relua determinarea cu alt tip de emulsie.

6.3.10 În cazul amestecului reciclat cu bitum spumat se va utiliza bitum rutier clasa de penetrație 50/70 sau 70/100 care trebuie să respecte prevederile standardului SM SR EN 12591, ales în funcție de zona climatică unde se aplică reciclarea, în mod similar cu mixturile bituminoase executate la cald. Bitumul spumat va fi obținut conform Anexei A la prezentul Cod.

6.4 Filer activ

La prepararea amestecurilor reciclate se pot utiliza, cu rol de filer activ, lianții hidraulici rutieri, caz în care trebuie să respecte prevederile standardelor SM SR EN 197-1 și SM EN 13282-1. Se pot utiliza și alte tipuri de filer/lianți, în conformitate cu standardele de produs sau agremente în vigoare.

6.5 Aditivi

6.5.1 Atunci când adezivitatea liantului la agregatul de aport este sub 80% se impune utilizarea agenților de adezivitate pentru îmbunătățirea adezivității bitumului.

6.5.2 Aditivii trebuie să îndeplinească cerințele de calitate prevăzute în standardul SM SR 13575.

6.5.3 La prepararea amestecului reciclat cu bitum spumat, caracteristicile de spumare pot fi îmbunătățite prin utilizarea unor aditivi adecvați. În cazul reciclării straturilor degradate de mixtură asfaltică, situație în care avem un conținut ridicat de bitum rezidual, se pot utiliza și agenți de regenerare. De regulă, aportul aditivilor se face în concentrații volumetrice inferioare valorii de 0,1%, ceea ce nu implică modificări ale caracteristicilor reologice ale bitumului original.

6.6 Apa

În cazul în care apa utilizată în procesul de reciclare în situ a straturilor rutiere bituminoase nu provine din surse de apă potabilă, acesta trebuie să respecte condițiile de calitate din SM SR EN 1008.

7 Compoziția și caracteristicile fizico-mecanice ale amestecului reciclat

7.1 Compoziția amestecului reciclat se va obține printr-un studiu de laborator, cu respectarea prevederilor acestui normativ.

7.2 Granulometria amestecului reciclat conform SM EN 933-2 și trebuie să se încadreze în limitele prevăzute în tabelul 8 sau în tabelul 9, după caz. se determina.

Tabelul 8 - Zona de granulozitate prescrisă pentru amestecul reciclat cu emulsie bituminoasă

Dimensiunea ochiului sitei, (mm)	Tipul stratului reciclat	
	Strat de fundație	Strat de bază
	Treceri, %, prin sita cu ochiuri pătrate	
31,5	100	95 - 100
22,4	95 - 100	85 - 98
16	75 - 90	80 - 97
8	42 - 60	50 - 82
4	30 - 45	38 - 66
2	22 - 35	22 - 50
1	15 - 30	15 - 39
0,125	5 - 10	3 - 12
0,063	3 - 7	2 - 7

Tabelul 9 - Zonă de granulozitate prescrisă pentru amestecul reciclat cu bitum spumat

Dimensiunea ochiului sitei, (mm)	Tipul stratului reciclat	
	Strat de fundație	Strat de bază
	Treceri, %, prin sita cu ochiuri pătrate	
31,5	100	95 - 100
22,4	72 - 100	70 - 100
16	65 - 100	60 - 100
8	50 - 85	42 - 84
4	38 - 55	33 - 64
2	28 - 45	25 - 50
1	20 - 40	18 - 38
0,125	8 - 25	8 - 22
0,063	6 - 18	6 - 11

7.3 Conținutul optim de liant bituminos se stabilește prin încercări.

7.4 Limitele recomandate pentru efectuarea studiilor preliminare în vederea obținerii conținutului optim de liant sunt următoarele:

- dozajul de emulsie bituminoasă cationică cu rupere lentă trebuie să corespundă asigurării unui conținut de 2,0 ÷ 4,0 % bitum rezidual în masa totală a amestecului reciclat;
- bitum spumat în proporție de 2,5 ÷ 4,5 % din masa totală a amestecului reciclat.

7.5 Valorile minime pentru dozarea liantului bituminos din punctul 7.4 sunt obligatorii.

7.6 Conținutul optim de liant hidraulic se stabilește prin studii preliminare de laborator, conform următoarelor prevederi:

- max. 2 % din masa amestecului uscat, în cazul amestecului reciclat cu emulsie bituminoasă;
- max. 3 % din masa totală a amestecului uscat, în cazul amestecului reciclat cu bitum spumat.

7.7 În tehnologia de reciclare la rece liantul hidrolic are rol de "filer activ", putând fi utilizat și pentru corecția curbei de granulozitate în domeniul fin.

7.8 Amestecurile reciclate trebuie să îndeplinească cerințele prevăzute în tabelul 10, tabelul 11 și tabelul 12.

Tabelul 10 - Rezistența la tracțiune indirectă

Strat	Rezistența la tracțiune indirectă (kPa), min										
de bază											
- categoria tehnică drum III/ străzi de categorie I	225										
- categoria tehnică drum IV-V/ străzi de categorie II-IV	175										
de fundație											
- categoria tehnică drum II/ străzi de categorie I	200										
- categoria tehnică drum III-V/ străzi de categorie II-IV	150										
NOTĂ - În sensul prezentului Cod se utilizează clasificarea tehnică a drumurilor din NCM D.02.01 și următoare clasificare a străzilor:											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clasificarea conform NCM B.01.05</th> <th>Categoria tehnică</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Drumuri magistrale</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>Străzi magistrale de importanță urbană</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>Străzi magistrale de importanță raională</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>Străzi și drumuri de importanță locală</td> <td>IV</td> </tr> </tbody> </table>		Clasificarea conform NCM B.01.05	Categoria tehnică	Drumuri magistrale	I	Străzi magistrale de importanță urbană	II	Străzi magistrale de importanță raională	III	Străzi și drumuri de importanță locală	IV
Clasificarea conform NCM B.01.05	Categoria tehnică										
Drumuri magistrale	I										
Străzi magistrale de importanță urbană	II										
Străzi magistrale de importanță raională	III										
Străzi și drumuri de importanță locală	IV										

Tabelul 11 - Sensibilitatea la apă

Strat	Sensibilitatea la apă (%), min
de bază (indiferent de categoria tehnică a drumului sau categoria de stradă)	40
de fundație (indiferent de categoria tehnică a drumului sau categoria de stradă)	40

Tabelul 12 - Modulul de rigiditate

Strat	Modulul de rigiditate la 20°C, MPa, min
de bază	
- categoria tehnică drum III/ străzi de categorie I-II	2500
- categoria tehnică drum IV-V/străzi categorie III-IV	2000
de fundație	
- categoria tehnică drum II/ străzi de categorie I-II	1200
- categoria tehnică drum III-V/străzi de categorie III-IV	700

7.9 Pentru stabilirea și verificarea dozajului optim sunt necesare următoarele încercări:

- determinarea granulozității conform SM EN 933-2;
- determinarea caracteristicilor de compactare Proctor modificat conform SM SR EN 13286-2;
- rezistența la tracțiune indirectă conform SM EN 12697-23 la 14 zile de la confecționare;
- sensibilitatea la apă conform SM EN 12697-12 la 14 zile de la confecționare;
- determinarea densității aparente conform SM EN 12697-6;
- determinarea rigidității conform SM EN 12697-26+A1 la 14 zile de la confecționare.

8 Stabilirea compoziției optime a amestecului reciclat

8.1 Scopul efectuării investigațiilor preliminare este de stabilire a aplicabilității tehnologiei de reciclare la rece în situ a unor straturi rutiere degradate.

8.2 Prin investigațiile preliminare se vor stabili sectoarele omogene care vor avea aceeași adâncime de frezare și aceeași compoziție a materialului reciclat. De asemenea, se vor evalua și condițiile din teren pentru a verifica accesul și funcționarea normală utilajelor de reciclare, în funcție de: lățimea drumului, razele curbelor, declivități, construcții, elemente înglobate (poduri, podețe, guri de scurgere, canalizări, insule de dirijare, etc.), în vederea asigurării zonei de lucru.

8.3 Determinări de laborator preliminare în vederea stabilirii compoziției amestecului reciclat cuprind:

a) Prelevarea de probe prin frezare, pentru fiecare sector omogen, până la adâncimea de frezare din proiect astfel:

- 1 probă la fiecare 3500 m² suprafață de rulare, respectiv 1 probă / 1 km și bandă de circulație, sau cel puțin câte o probă pe bandă și sector omogen în cazul în care acesta este sub 1km;
- cantitatea de material prelevat pentru fiecare probă va fi de minimum 150 kg.

b) Stabilirea amestecului de reciclat pentru fiecare sector omogen și verificarea caracteristicilor fizico-mecanice în laborator. Compoziția amestecului de reciclat va asigura caracteristicile fizico-mecanice din prezentul Cod, precum și alte cerințe stabilite prin proiectul tehnic.

8.4 Pe parcursul investigațiilor preliminare se va urmări stabilirea soluției tehnice optime de reciclare constând în grosimea stratului, materialul granular de aport și compoziția amestecului reciclat, ținând cont de situația reală din teren, strat sau straturi de acoperire, precum și de condițiile locale, climatice și topometrice.

9 Reciclarea cu emulsie sau bitum spumat

9.1 Generalități

9.1.1 Reciclarea în situ cu emulsie bituminoasă sau bitum spumat este un exemplu clar al unei alternative la tehnologia de retratare la rece cu ciment. În principiu, reciclarea la rece cu un liant bituminos constă în frezarea sau fragmentarea materialelor existente pe adâncimea considerată pentru retratare, urmată de, în același timp sau într-o a doua etapă, omogenizarea acestora cu emulsie bituminoasă sau bitum spumat. Se continuă cu punerea în operă și compactarea noului material compozit, rezultatul final fiind obținerea unui nou strat rutier cu caracteristici readaptate solicitărilor din trafic și condițiilor climatice. În amestec se poate adăuga var sau ciment într-un dozaj redus (maximum 2,0 %) pentru reducerea plasticității (dacă materialul reciclat conține fracțiuni argiloase sau prăfoase), respectiv pentru creșterea valorii modului de elasticitate și a rezistențelor mecanice ale stratului în primele zile după punerea în operă.

9.1.2 Trebuie reținut faptul că materialele obținute prin reciclarea cu un liant bituminos și ciment (2% sau mai mult) au proprietăți asemănătoare cu cele rezultate prin retratarea cu ciment, chiar dacă modulul de elasticitate este mai mic.

9.1.3 Reciclarea la rece cu emulsie bituminoasă sau bitum spumat se poate aplica pentru atingerea următoarelor obiective:

- stabilizarea unui strat de bază sau de fundație din materiale granulare (pe întreaga grosime sau parțial), împreună cu materialele rezultate din îmbrăcămintea bituminoasă veche și degradată, cu scopul obținerii unui strat de bază nou care să contribuie la creșterea capacității portante a structurii rutiere;
- retratarea straturilor bituminoase existente deteriorate prin oboseală, cu scopul creării unui nou strat de bază;
- reciclarea exclusiv a stratului de uzură, cu scopul înlăturării defecțiunilor apărute ca urmare a îmbătrânirii excesive a bitumului;

- stabilizarea la față locului a unor materiale granulare existente pentru obținerea unui strat superior de fundație sau a unui strat de bază.

9.1.4 Cu toate că utilajele disponibile pot asigura frezarea pe o adâncime de până la 35 cm, practic reciclarea la rece cu lianți bituminoși se aplică pe grosimi semnificativ mai mici pentru a se permite o corectă omogenizare a componentilor și o evaporare în timp rezonabil a apei (în cazul folosirii emulsiei bituminoase). Astfel, straturile bituminoase existente se pot recicla la rece cu emulsie bituminoasă pe o grosime de 5...12 cm, iar materialele granulare pe o grosime de 10...15 cm. În cazul utilizării bitumului spumat se pot recicla straturi bituminoase cu grosimea maximă de 15 cm și straturi din agregate naturale netratate cu lianți cu grosimea de maxim 30 cm.

9.2 Amestec reciclat cu emulsie bituminoasă

9.2.1 Pentru stabilirea compoziției amestecului reciclat și a caracteristicilor fizico - mecanice ale stratului rutier ce va fi realizat, strat de BAZĂ sau de FUNDAȚIE, este necesară efectuarea unui studiu preliminar de laborator. Cerințele minimale impuse studiului de laborator sunt prezentate în capitolul 7. Valorile minime pentru dozarea liantului bituminos sunt obligatorii

9.2.2 Reciclarea straturilor rutiere cu emulsie bituminoasă, liant hidraulic și agregate de aport (dacă este cazul), se realizează cu următoarele materiale:

- material rezultat în urma frezării straturilor rutiere degradate care urmează a fi reciclate;
- emulsie bituminoasă cu rupere lentă (conform tabelul 7) corespunzătoare asigurării unui conținut de 2,0 - 4,0 % bitum rezidual în masa materialului de reciclat;
- 0 – 2 % liant hidraulic în amestecul uscat;
- agregate de aport, dacă este cazul, pentru realizarea curbei de granulozitate;
- apă, pentru realizarea umidității optime de compactare a amestecului reciclat, valoare stabilită prin încercarea Proctor modificat conform SM SR EN 13286-2.

9.2.3 Domeniul de granulozitate, recomandat pentru amestecul reciclat cu aport de emulsie bituminoasă este prezentat în tabelul 8.

9.3 Amestec reciclat cu bitum spumat

9.3.1 Pentru stabilirea compoziției amestecului reciclat și a caracteristicilor fizico-mecanice a stratului rutier ce va fi realizat, de BAZĂ sau de FUNDAȚIE, este necesară efectuarea unui studiu preliminar de laborator. Cerințele minimale impuse studiului de laborator sunt prezentate la capitolul 7. Încadrarea în curba de granulozitate specifică tehnologiei cu bitum spumat, asigurarea umidității optime de compactare și dozajului de bitum stabilite prin studiul de laborator preliminar sunt obligatorii.

9.3.2 Reciclarea straturilor rutiere cu bitum spumat se face luând în considerare omogenizarea și așternerea următoarelor componente:

- material rezultat în urma frezării straturilor rutiere degradate;
- bitum spumat în proporție de 2,5-4,5 % din masa totală a amestecului;
- liant hidraulic în proporție de max. 3,0 % din masa totală a amestecului;
- aport de agregate și parte fină, după caz;
- apă pentru obținerea umidității optime de compactare a amestecului reciclat, valoare stabilită prin încercarea Proctor modificat conform SM SR EN 13286-2.

9.3.3 Domeniul de granulozitate, recomandat pentru amestecul reciclat cu aport de bitum spumat este prezentat în tabelul 9.

10 Execuția straturilor reciclate

10.1 Adâncimea până la care se frezează straturile rutiere este limitată de alcătuirea structurii rutiere și de capacitatea tehnologică a mașinii de reciclare.

10.2 În funcție de alcătuirea structurii rutiere și de tehnologia specifică de reciclare în situ la rece adoptată, adâncimea până la care se realizează frezarea se recomandă a fi aleasă astfel încât sub

stratul reciclat să rămână material necoeziv, pentru ca un eventual surplus de apă rezultat în timpul procesului de reciclare să poată fi drenat.

10.3 Grosimea stratului reciclat după compactare va fi cuprinsă între 15 cm și 25 cm.

10.4 Pantele în profil transversal și declivitățile în profil longitudinal ale suprafeței stratului reciclat vor fi conform proiectului tehnic de execuție al lucrării.

11 Caracteristicile amestecului reciclat

11.1 Caracteristicile fizico-mecanice ale amestecului reciclat se determină în laborator, în etapa în care se stabilesc dozajele.

11.2 Compoziția și caracteristicile fizico-mecanice ale amestecului reciclat vor respecta prevederile prezentului Cod.

11.3 Verificarea transpunerii în situ a dozajelor stabilite prin studiul preliminar de laborator se va efectua la începutul lucrărilor, pe un sector de probă de 200 metri de bandă de circulație.

12 Lucrări pregătitoare

12.1 La execuția reciclării la rece în situ se vor efectua (după caz) următoarele lucrări pregătitoare:

- înlăturarea obstacolelor în vederea asigurării gabaritului de lucru - curățare, măturare platformă;
- prefrezarea;
- adăugarea agregatelor de aport, dacă este cazul.

12.2 Agregatele de aport se adaugă peste stratul existent în cantitățile stabilite prin determinările preliminare de laborator. În cazul în care se adaugă mai multe sorturi de agregate, amestecul poate fi realizat în instalații centralizate, pentru asigurarea omogenității și a dozajului stabilit prin studiul de laborator.

12.3 În cazul în care nu se dispune de instalații centralizate pentru amestecarea sorturilor, acestea se vor așterne pe suprafața de reciclat în straturi de grosimi corespunzătoare dozajului stabilit, conform amestecului determinat în laborator și transpus prin calcul la așternere. Adăugarea agregatelor de aport se va realiza mecanizat, iar acestea vor fi repartizate pe întreaga lățime pe care se va executa reciclarea.

13 Frezarea și aducerea la cotă a stratului reciclat

13.1 Frezarea se realizează cu tamburul de frezare al utilajului tip reciclator. Adâncimea de frezare va fi controlată pentru realizarea cotelor impuse prin proiect.

13.2 Așternerea, nivelarea și precompactarea amestecului de materiale la profilul stabilit se poate realiza cu grinda repartizoare - finisoare sau cu autogreder și cu cilindru compactor.

13.3 Adăugarea lianților și a apei se face cu echipamentele automate de dozare și pulverizare din dotare a utilajului de reciclare.

13.4 Amestecarea materialului rezultat din frezare cu agregatele de aport, cu lianții și apa se face în procesul de frezare propriu - zis, cu utilajul de reciclare.

13.5 Repartizarea amestecului reciclat se face cu șnecul din față grinzii repartizoare - finisoare (pentru mașinile prevăzute cu malaxor) /sistem de nivelare.

13.6 În spatele mașinii de reciclare / frezare, după repartizarea amestecului reciclat, se va efectua o precompactare cu grinda finisoare sau cilindru compactor.

14 Profilarea și compactarea stratului reciclat

14.1 Profilarea stratului precompactat se realizează cu utilaje specifice. Se va ține cont de tipul de liant.

14.2 Compactarea straturilor reciclate trebuie executată la o temperatură ambiantă:

- mai mare de 10 °C, în cazul amestecurilor reciclate cu emulsie bituminoasă;
- mai mare de 15 °C, în cazul amestecurilor reciclate cu bitum spumat.

14.3 Operațiunea de compactare se execută în lungul drumului, de la margine spre ax, după ce stratul reciclat are realizată panta conform proiectului. Compactoarele trebuie să lucreze fără șocuri pentru a se evita vălurirea stratului compactat.

14.4 Alegerea și etalonarea atelierului de compactare și stabilirea numărului de treceri al acestuia se va realiza prin încercări pe sectorul de probă, sub îndrumarea laboratorului, în vederea obținerii gradului de compactare conform prevederilor punctului 15.2.2 din prezentul Cod.

14.5 Verificarea în situ a compactării, se va face permanent pe parcursul execuției lucrărilor, de către personal din cadrul laboratorului, în conformitate cu prevederile punctului 15.2.3 din acest Cod.

14.6 Atelierul de compactare va fi dimensionat astfel încât să se asigure o masă de compactare de circa 1 tona/1 cm grosime strat compactat.

14.7 Eficiența compactării este asigurată, de regulă, pentru grosimi de până la 25 cm ale stratului reciclat.

15 Controlul calității lucrărilor executate

15.1 Controlul calității materialelor componente ale amestecului reciclat

15.1.1 Verificarea umidității agregatelor rezultate din frezarea straturilor rutiere degradate conform SM EN 1097-5, se realizează zilnic sau de câte ori se schimbă condițiile meteorologice.

15.1.2 Verificarea calității agregatelor adăugate se face pentru caracteristicile menționate în punctul 6.1, pentru fiecare lot aprovizionat sau pentru maximum:

- 500 tone agregate cu dimensiunea > 4 mm,
- 200 tone agregate cu dimensiunea ≤ 4 mm.

15.1.3 Obținerea bitumului spumat se face conform Anexei A, iar verificarea calității bitumului utilizat se face conform punctului 6.3.10, pentru fiecare lot aprovizionat sau pentru maximum 200 t aprovizionate.

15.1.4 Verificarea calității emulsiei bituminoase se face pentru caracteristicile menționate în punctul 6.3.3, tabelul 7, pentru fiecare lot aprovizionat.

15.1.5 Pentru apa provenită din alte surse decât rețeaua publică de furnizare a apei potabile, se va verifica conținutul de impurități organice și minerale (conform SM SR EN 1008) la fiecare schimbare a sursei.

15.2 Controlul procesului tehnologic de reciclare

15.2.1 În timpul reciclării straturilor rutiere se vor verifica:

- umiditatea amestecului de material frezat și material de aport și corectarea dozajului de apă, după caz;
- verificarea respectării dozajului de lianți (emulsie bituminoasă sau bitum spumat), eventual aport de liant hidrolic - filer activ, prin sistemele electronice de dozare a utilajelor.

NOTĂ - În cazul reciclării straturilor rutiere cu mixtură asfaltică degradată, estimarea dozajului de bitum se face prin estimarea diferenței dintre conținutul de bitum din materialul reciclat și conținutul de bitum din materialul frezat (considerând și eventualul material de aport).

15.2.2 Verificarea compactării.

Gradul de compactare al straturilor de bază și de fundație din agregate naturale reciclate, în funcție de clasa tehnică a drumului trebuie să fie de:

- minim 100% în cel puțin 95% din numărul punctelor de măsurare și minim 98% în toate punctele măsurate pentru drumurile de categoria tehnică II și III și străzi de categoria I și II.
- minim 98% în cel puțin 95% din numărul punctelor de măsurare și de minim 95% în toate punctele măsurate pentru drumurile de categoria tehnică IV, V, platforme, locuri de parcare, consolidarea benzilor de staționare, a benzilor de încadrare, a acostamentelor și străzi de categoria III și IV.

15.2.3 Pe parcursul execuției lucrărilor verificarea în teren se face prin:

- a) verificarea gradului de compactare care atestă calitatea lucrărilor executate:
 - pentru stratul de fundație se verifică gradul de compactare prin metoda „con și nisip” – Anexa D, cu frecvența recomandată de o încercare la maximum 3500 m², dar nu mai puțin de o încercare la o zi de lucru; se verifică modul de compactare prin verificarea respectării numărului de treceri și a modului de lucru stabilit la debutul lucrărilor;
 - pentru stratul de bază se verifică gradul de compactare prin prelevare de carote conform SM EN 12697-27 după minim 14 zile de la așternere prin determinarea densității aparente în laborator pe carotele prelevate;
- b) verificarea granulozității amestecului reciclat în vederea respectării curbei de granulozitate țintă stabilită la efectuarea studiului de rețetă a stratului reciclat la rece, zilnic;
- c) verificarea adâncimii de frezare, zilnic.

15.3 Controlul calității stratului reciclat

15.3.1 Verificarea profilului transversal se va efectua cu echipamente adecvate, omologate. Verificarea cotelor profilului longitudinal se va efectua în axa drumului, cu ajutorul unui aparat topografic de nivelment sau cu o grindă rulantă de 3 m lungime, pe lungimea tronsonului executat conform proiect.

15.3.2 La execuția stratului reciclat se vor respecta toleranțele din tabelul 13.

Tabel 13 – Toleranțe

Strat / Caracteristica	Fundație	Bază
Grosime	± 10 %;	± 10 %;
Grad de compactare	2 % în maximum 10 % din determinări	2 % în maximum 10 % din determinări
Măsurarea denivelărilor	± 3,0 cm sub dreptar 3 m	± 2,0 cm sub dreptar 3 m
Cota în profil longitudinal	±2 cm	±1 cm

16 Recepția straturilor reciclate la rece

16.1 Evidența tuturor verificărilor menționate în capitolul 15 face parte din documentația de control a calității stratului realizat, documente care se vor anexa proceselor verbale de recepție pentru stratul reciclat.

16.2 Având în vedere că stratul reciclat face parte dintr-un proiect, se va realiza controlul pe faze determinante, stabilite în proiectul tehnic, conform [1].

Anexa A
(normativă)**Obținerea bitumului spumat**

A.1 Pentru producerea bitumului spumat se folosește bitum rutier conform SM SR EN 12591.

A.2 Spumarea bitumului se obține prin injecția simultană într-o cameră sub presiune a bitumului fierbinte (170°C-180°C), apei la temperatura ambiantă (apă fără impurități), conform SM SR EN 1008 și eventual a aerului sub presiune. La evacuarea amestecului din cameră printr-o duză de injecție calibrată, amestecul apa-bitum sub presiune se transformă în spumă. Starea de spumă a bitumului este o stare tranzitorie și este denumită generic bitum spumat. Prin pulverizarea bitumului spumat imediat pe materialul frezat, în timpul frezării sau într-un malaxor integrat în utilajul reciclator, se asigură omogenizarea amestecului, obținându-se astfel o masă de mastic bituminos ce leagă agregatele grosiere.

A.3 Compactarea mixturii astfel obținute se face considerând o umiditate optimă de compactare, de regulă o valoare inferioară cu circa 2 puncte procentuale valorii umidității optime de compactare stabilite prin încercarea Proctor pe amestecul granular, fără adăugarea de bitum (conform standardului SM SR EN 13286-2). Valoarea exactă se stabilește în urma confecționării de epruvete în laborator prin compactare la presa giratorie (conform SM EN 12697-31), compactor cu impact (conform standardului SM EN 12697-30) sau compactor cu vibrație (conform SM EN 12697-32).

A.4 Stabilirea caracteristicilor de spumare se face în laborator cu ajutorul unui echipament ce reproduce configurația sistemului de injecție de pe utilajul de reciclare. Echipamentul va fi folosit și pentru studiul preliminar de laborator pe materialul prelevat prin frezare, în vederea confecționării de epruvete.

A.5 Dozajul de apă în camera de injecție este în domeniul de 2 - 6 % (în funcție de tipul de bitum, presiunea de lucru). Regimul de presiune poate fi în domeniul 3 – 10 bar, presiune ce depinde și de aerul sub presiune introdus în cameră și de diametrul duzei de evacuare. Presiunea din camera de injecție, pe lângă caracteristicile de spumare, poate influența și temperatura bitumului spumat, care la rândul ei poate influența temperatura amestecului reciclat.

A.6 Parametrii ce caracterizează spumarea sunt:

- rata de expansiune maximă (ERm), ca raport între volumul maxim atins în stare spumată și volumul în stare nespumată a bitumului;
- timpul de înjumătățire ($t_{1/2}$), dat prin considerarea intervalului de timp la care volumul spumei de bitum scade la jumătate.

A.7 Spumarea este influențată de diverși factori, și anume:

- temperatura bitumului - caracteristicile spumei sunt îmbunătățite la temperaturi mai ridicate;
- presiunea din camera de injecție - o presiune mai redusă scade valoarea expansiunii, dar poate crește timpul de înjumătățire;
- cantitatea de apă injectată în cameră - în general expansiunea crește o dată cu creșterea cantității de apă adăugată pentru spumare, însă timpul de înjumătățire se reduce. Optimul se obține când se injectează cantitatea maximă de apă și aceasta se vaporizează integral în procesul de spumare.

A.8 Un bitum spumat corespunzător se caracterizează printr-o expansiune maximă de circa 10-20 ori și un timp de înjumătățire cuprins în intervalul 8-15 secunde.

A.9 Procedura pentru optimizarea spumei este următoarea:

- 1 Stabilirea parametrilor de funcționare ai camerei de injecție (debite, presiuni, temperaturi);
- 2 Stabilirea timpului de pulverizare (de regulă 5s);
- 3 Măsurarea caracteristicilor bitumului spumat la procente de apă de aport de la 2 % până la 6 % din masa de bitum (în etape de cca.1 %, pentru conținutul de apă de proces, pentru a obține o valoare medie acceptabilă și a se elimina eventuale valori cu abatere extremă de la medie). În acest sens se introduc prin injecție cca. 500 g de bitum spumat într-o găleată metalică (cca. 20 l). Expansiunea se

măsoară cu o riglă gradată de măsură, care este calibrată pentru diametrul găleții și cele 500 g de bitum spumat. Cu un cronometru se măsoară în secunde timpul în care volumul spumei se reduce la jumătate din volumul său maxim. Pot fi folosite și sisteme complexe de măsurare a caracteristicilor spumei de tipul telemetriei sau analizei computerizate de imagine.

A.10 Parametrii de spumare stabiliți în laborator se transpun pe șantier prin reglaje la reciclator.

A.11 Bitumul în stare de spumă (o stare tranzitorie a bitumului cu vâscozitate scăzută) se introduce pentru malaxare cu agregatele aflate la temperatura și umiditatea ambiantă. Prin utilizarea unei presiuni mai mari în camera de injecție se obțin temperaturi mai scăzute ale bitumului spumat, procesul de spumare fiind un proces endoterm dependent de viteza de vaporizare. Astfel, temperatura amestecului reciclat, imediat după malaxarea cu bitumul spumat, se corelează implicit cu parametrii de injecție, proces care poate fi favorabil în cazul lucrului la temperaturi ambiante scăzute (10 °C – 15 °C), dacă se lucrează cu presiuni inferioare.

A.12 Orientativ, pentru asigurarea dispersiei bitumului spumat se va avea în vedere și temperatura agregatelor din amestecul reciclat (frezat), conform tabelului A.1.

Tabel A.1 - Corelarea temperaturii agregatelor cu dispersia bitumului

Dispersia bitumului spumat				
Penetrația bitumului	Rata de expansiune	Temperatură agregate		
		< 15°C	15- 25°C	> 25°C
< 75	> 8	foarte slabă	slabă	medie
75...100	8...12	medie	bună	bună
> 150	> 12	bună	foarte bună	foarte bună

Anexa B (normativă)

Aparatura de laborator

B.1 În vederea asigurării analizelor și încercărilor privind controlul calității pe parcursul execuției lucrărilor de reciclare la rece în situ, trusa de reciclare va fi însoțită de un laborator mobil / de șantier, autorizat/acreditat conform legislației și reglementărilor în vigoare.

B.2 Se recomandă următoarele dotare minimală a laboratorului pentru:

B.2.1 Pregătirea mostrelor:

– sferturilor cu deschidere de 25 mm	1 buc.
– fund sferturilor	3 buc.
– site cu diametrul de 450 mm: 20 mm, 16 mm și 4 mm	1 set
– recipient ermetic de 20 l	1 buc.
– cântar mecanic 50 kg	1 buc.

B.2.2 Determinare granulometrie:

– site de diametru 300 mm: 45 mm; 31,5 mm; 16 mm; 8 mm; 4 mm; 2 mm; 1 mm; 0,5 mm; 0,25 mm; 0,2 mm; 0,125 mm; 0,075 mm; 0,063 mm.	
– capac și recipient de colectare	1 buc.
– echipament pentru sitare	1 buc.
– cântar electronic 12±1 kg	1 buc.
– etuvă uscare 400 l	1 buc.
– recipiente ϕ 300 mm	20 buc.

B.2.3 Determinare caracteristici de compactare:

– Aparat Proctor modificat cu tipare de ϕ 150 mm	1 buc.
– Compactor (greutate 4,5 kg, cădere de 457 mm și ϕ 50 mm)	1 buc.
– Cântar de 12±1 kg	1 buc.
– Vas de amestecare cca. 500x50x300 mm	1 buc.
– Paletă de amestecare	1 buc.
– Cilindru gradat 500 ml	1 buc.
– Cutii pentru determinarea umidității de 500 ml	40 buc.
– Etuvă pentru uscare	1 buc.
– Dispozitiv de decofrare	1 buc.
– Deflectometru ușor tip LWD (placa)	1 buc.

B.2.4 Stabilire rețete:

1) Echipament de laborator capabil să producă bitum spumat cu un debit de 50-200 g/sec. Aparatul trebuie prevăzut cu un vas cu termostat, cu o capacitate de minim 10 kg pentru bitum la 150-200°C, cu asigurarea temperaturii cu o variație de maxim $\pm 5^\circ\text{C}$, un rezervor de aer comprimat cu rezervor și presiunea 10 bari, cu o precizie de ± 25 kPa. Instalația trebuie să fie dotată cu un sistem de injecție a apei reci în bitumul fierbinte, cu un dozaj de 0 - 5 % (din masa bitumului), cu asigurarea unei precizii de 0,2%. Instalația trebuie proiectată astfel încât spuma să fie introdusă direct în vasul de amestecare al unui malaxor de laborator pentru prepararea a unui minim 30 kg de mixtura asfaltice.

2) Un malaxor de laborator:

- viteza de amestecare ajustabilă între 0-144 rot/minut;
- posibilitatea setării timpului de malaxare;
- capacitatea de malaxare a unui amestec de material granular reciclat de 30 kg.

B.2.5 Prepararea epruvetelor:

– aparat Proctor modificat cu tipare de ϕ 150 mm	1buc.
---	-------

- compactor cu impact (ciocan Marshall)	1buc.
- presă de compactare giratorie	1buc
- compactor prin vibrație	1buc
- compactor cu placă	1buc
- tipare adecvate preparării epruvetelor prin diferite metode de compactare	
- suport adecvat, proiectat să susțină matricea în timpul compactării	1 buc.
- extractor adecvat pentru decofrarea intactă a probelor din tipar	1 buc.
- suport de extrudare	1 buc.
- spatulă cu lama de aproximativ 150 mm lungime	1 buc.
- șubler cu Vernier de 250 mm.	1 buc.

B.2.6 Păstrarea mostrelor:

- etuvă de uscare	1 buc.
- saci de plastic de 10 l	500 buc.
- cântar electronic	1 buc.
- baie de apă cu temperatura controlată	1 buc.

B.2.7 Testarea grad de compactare „in situ”, conform Anexei D:

- con cu nisip de 5 l
- cântar de 10 kg
- mistrie,
- scafă,
- ciocan,
- sită 0,2 mm

B.2.8 Echipamente auxiliare:

- termometru 0-250°C	3 buc.
- mănuși rezistente la căldură	2 buc.
- pensule 100 mm	2 buc.
- unsoare sau ulei siliconic	100g
- soluție de curățat mâinile	500g
- plită electrică	1 buc.
- arzător Bunsen	1 buc.
- cronometru	1 buc.
- riglă din oțel de 300 mm	1 buc.
- ruletă 3 m	1 buc.
- perii aspre	2 buc.
- mistrie	1 buc.
- ciocan 2 kg	1 buc.
- ghem de sfoară	1 buc.
- sfoară	0,5 kg.
- marker	1 buc.
- cârpe	2 kg

Anexa C (informativă)

Utilaje

C.1 Răspânditor mecanic pentru adăugarea și răspândirea agregatelor de aport

C.1.1 Operațiunile de frezare și reciclare a straturilor rutiere se realizează cu trusa de reciclare, care trebuie să asigure cel puțin:

- frezarea asistată cu sistem electronic de control al adâncimii de frezare;
- transportul lianților și apei de minim 10 m³, izolate termic și prevăzute cu termometru care să indice temperatura în treimea inferioară;
- dozarea și pulverizarea liantului bituminos și/sau a liantului hidraulic și a apei;
- malaxarea și omogenizarea amestecului

C.1.2 Operațiunea de așternere controlată a amestecului reciclat se realizează cu grinda repartizoare - finisoare sau în cazuri justificate cu un utilaj prevăzut cu sistem de nivelare, cu control în realizarea pantei transversale și a profilului longitudinal.

C.2 Atelierul de compactare

C.2.1 La compactarea stratului reciclat se aplică tehnologii corespunzătoare, care să asigure caracteristicile tehnice și gradul de compactare prevăzut în normativ.

C.2.2 Alegerea, etalonarea și stabilirea numărului de treceri a atelierului de compactare se va realiza prin încercări pe sectorul de probă, sub îndrumarea laboratorului, în vederea obținerii gradului de compactare.

C.2.3 Utilajele utilizate trebuie să asigure pentru stratul reciclat și compactat caracteristicile de compactare prevăzute la punctul 15.2.3.

C.2.4 Atelierul de compactare poate fi alcătuit din:

a) pentru operațiunea de precompactare:

- compactor greu cu rulouri - vibrator/compactor terasamente, echipat după caz cu rulou tip "picior de oaie"; viteza de deplasare nu va depăși niciodată 3 km/h.

b) pentru operațiunea de compactare-finisare:

- compactor cu tambur lis - vibrator, acționat la amplitudine joasă,
- compactor multipneu, minim 10 tone.

Grosimea stratului compactat	Masa statică minimă a compactorului (tone)
150 mm până la 200 mm	15 - 20
201 mm până la 250 mm	20 - 25

Anexa D
(normativă)

**Determinarea densității straturilor rutiere pe teren cu dispozitivul
cu con și nisip**

D.1 Obiect și domeniu de aplicare

D.1.1 Prezenta Anexă la Cod practic stabilește metoda de determinare, pe teren, a densității (gradului de compactare) materialului din terasamente, a straturilor rutiere alcătuite din pământuri necoezive și materiale granulare având dimensiunea maximă a granulei de 50 mm, folosind dispozitivul cu con și nisip.

D.1.2 Determinarea densității se face pe teren, în timpul execuției, pentru stabilirea gradului de compactare a terasamentelor, a straturilor de formă precum și a straturilor de bază și de fundație, alcătuite din:

- pământ stabilizat mecanic;
- agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici (inclusiv cei puzzolanici);
- balast, amestec optimal;
- agregate naturale (nisip, balast).

D.2 Principiul metodei

Principiul metodei constă în determinarea densității prin raportarea masei unei cantități de material prelevat din straturile rutiere la volumul acestuia, volum determinat prin intermediul unei cantități măsurate de nisip sort 0,63 - 2.

D.3 Aparatura

D.3.1 Aparatura și materiale constau din:

a) Dispozitiv cu con conform figurii A.1, alcătuit din:

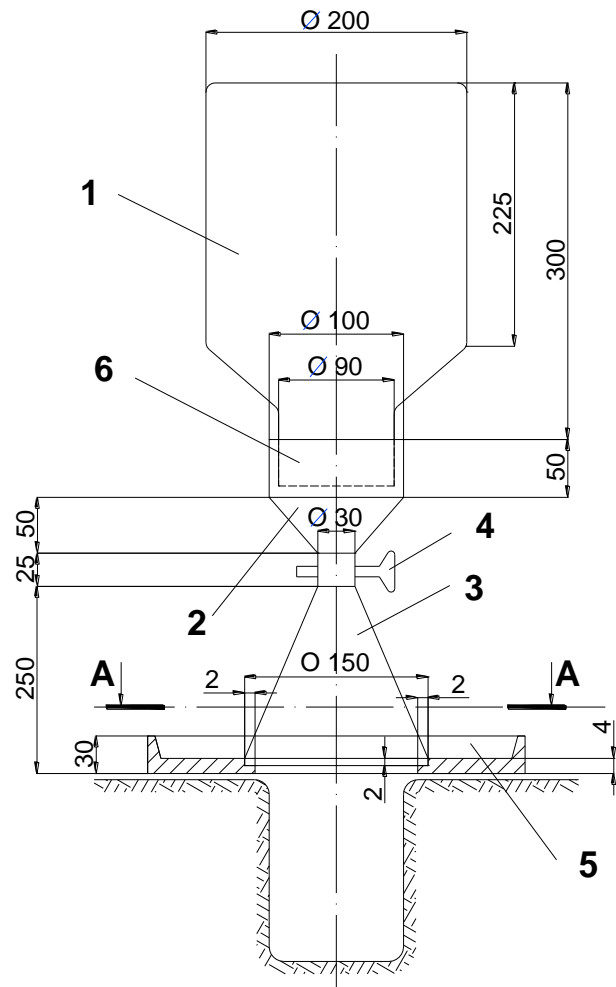
- vas (1) având capacitatea de 3 - 5 dm³;
- element detașabil alcătuit din conurile metalice (2) și (3) care comunică între ele prin robinetul metalic (4). Conul (2) se înbină prin înfiletare cu gura vasului (1) iar conul (3) asigură rezemarea dispozitivului în timpul efectuării determinării, pe placa metalică (5);
- placa metalică (5) prevăzută cu margini laterale având dimensiunile conform figurii. În mijlocul plăcii metalice (5) este practică o gaură cu diametrul de 150 mm, în marginea inferioară a găurii fiind practică o decupare cu adâncimea de 2 mm care permite fixarea etanșă a conului mare (3) pe placa metalică (5).
- garnitură inelară de cauciuc (6).

b) Cântar cu sarcina nominală de minim 1000 g și precizia de ±1 g.

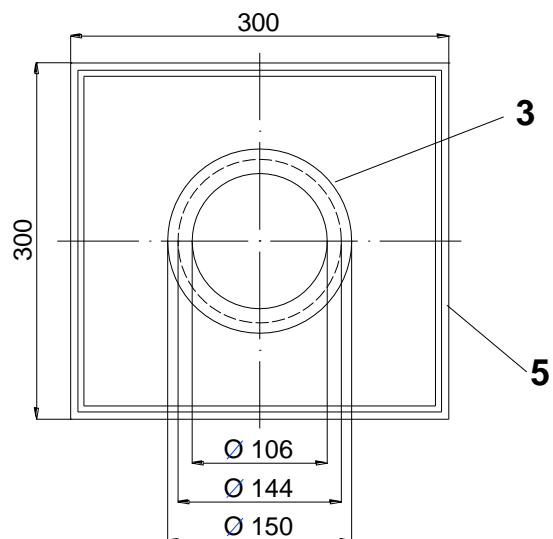
c) Balanță tehnică I, cu sarcina de 500 g și precizia de ± 0,01 g

d) Etuvă cu temperatura constantă, reglabilă la 105±5°C.

e) Ciocan de 1 kg, daltă, container, cuie metalice, perie, lingură.



A - A



1 – vas; 2 și 3 - conurile metalice; 4 - robinetul metalic; 5 - placa metalică; 6 - garnitură inelară de cauciuc

Figura D.1 - Dispozitivul cu con

D.4 Modul de lucru

D.4.1 Etalonarea dispozitivului

D.4.1.1 Se prepară o cantitate de aproximativ 10 kg nisip sort 0,63 - 2 spălat și uscat.

D.4.1.2 Se determină masa volumică în vrac (densitatea în grămadă în stare afinată) a nisipului (ρ_{ga}), conform SM SR EN 1097-3.

D.4.1.3 Se determină masa nisipului (m_c), care ocupă volumul conului (3) astfel:

- se umple vasul (1) al dispozitivului asamblat având robinetul (4) închis, până la aproximativ 2/3 din înălțimea sa, cu nisipul preparat ca la punctul A.4.1.1;
- se cântărește dispozitivul fără placă și se notează masa (m_i);
- se așterne o folie de polietilenă sau hârtie având dimensiunile de circa 50x50 cm pe o suprafață plană orizontală și se așază placa (5) cu dispozitivul cu con astfel ca marginea conului (3) să rezeme pe conturul găurii centrale a plăcii (6);
- se deschide complet robinetul (4) și apoi se închide după ce nisipul din vasul (1) a umplut complet conul (3);
- se ridică dispozitivul de pe placă și se lasă nisipul din conul (3) să se scurgă pe folie;
- se cântărește dispozitivul cu nisipul rămas și se notează masa (m_j). Diferența dintre m_i și m_j reprezintă masa nisipului (m_c) rămas pe folie și care a ocupat volumul delimitat de suprafața foliei și conul (3).

D.4.2 Determinarea densității straturilor rutiere

D.4.2.1 Numărul determinărilor și punctele de măsurare a densității straturilor rutiere se stabilesc în conformitate cu condiția minimum un sondaj la 200 m de drum (de bandă) sau 1500 m² suprafață de drum și cu specificațiile din proiectul de execuție al lucrării.

D.4.2.2 Se nivelează și se curăță o suprafață orizontală a stratului în punctul de determinare și se așază placa (5) fixându-se eventual cu cuie.

D.4.2.3 În golul plăcii se sapă o groapă de formă aproximativ cilindrică având diametrul de 150 mm, pe toată grosimea stratului fără a tulbura pereții găurii, iar materialul rezultat se cântărește notându-se masa lui (m_1).

D.4.2.4 Se determină conținutul de apă (umiditatea) (w) a materialului din groapă conform SM EN ISO 17892-1.

D.4.2.5 Se cântărește dispozitivul cu con având vasul (1) plin cu nisip și se notează masa (m_2).

D.4.2.6 Se fixează dispozitivul cu con pe placă și se deschide complet robinetul (4) care se închide după ce atât groapa cât și conul (3) s-au umplut cu nisip.

D.4.2.7 Se cântărește dispozitivul cu nisipul rămas în vasul (1) și se notează masa (m_3).

D.4.2.8 Nisipul din groapă poate fi reutilizat numai după ce va fi pregătit din nou în condițiile date la punctul A.4.1.1.

D.5 Calcul

D.5.1 Se calculează volumul gropii V , cu relația:

$$V = \frac{m_2 - (m_3 + m_c)}{\rho_{ga}}, \quad (dm^3)$$

în care:

m_2 - masa dispozitivului cu nisip sort 0,63 - 2 înainte de efectuarea încercării, în kilograme;

m_3 - masa dispozitivului cu nisip, după efectuarea încercării în kilograme;

m_c masa nisipului sort 0,63 - 2 din conul (3) determinată ca la punctul A.4.1.3, în kilograme;
 ρ_{ga} - densitatea în grămadă, în stare afânată a nisipului determinată ca la punctul A.4.1.2, în kilograme pe decimetru cub.

D.5.2 Se determină densitatea în stare uscată ρ_d a materialului din strat cu relația:

$$\rho_d = \frac{m_1}{V(1 + \frac{w}{100})}, \quad (kg/dm^3)$$

în care:

m_1 - masa materialului rezultat din săparea gropii, în kilograme;
 w - umiditatea materialului, determinată conform punctului A.4.2.1;
 V - volumul gropii calculat ca la punctul 5.1, în decimetri cubi.

D.5.3 Gradul de compactare se determină prin raportarea densității ρ_d la densitatea în stare uscată maximă stabilită pentru materialul respectiv conform SM SR EN 13286-2 și se compară cu gradul de compactare specificat în proiectul de execuție.

D.6 Raport de încercare

În Raportul de încercare se înscriu cel puțin următoarele date:

- data executării încercării;
- sectorul de drum;
- stratul rutier;
- rezultatele obținute la etalonarea dispozitivului (ρ_{ga} și m_c);
- rezultatele determinării densității straturilor.

Bibliografie

[1] Hotărârea Guvernului nr. 285/1996 cu privire la aprobarea Regulamentului de recepție a construcțiilor și instalațiilor aferente, cu modificările ulterioare (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 1996, Nr. 42-44, art. 349).

Traducerea autentică a prezentului document în limba rusă

Начало перевода

Предисловие

Пересмотр нормативного документа CP D.02.12:2014 «Методические рекомендации по реабилитации дорожных покрытий и оснований методами холодного ресайклинга» необходима, поскольку:

- часть документов из списка ссылок действующих рекомендаций отменены (например, ГОСТ 22245 - 90, ГОСТ 11955 - 82, ГОСТ 18659 - 81, ГОСТ 10178 - 85, ГОСТ 8267 - 93, ГОСТ 8269-87, ГОСТ 8736-93, ГОСТ 8735-88, ГОСТ 16557-78, ГОСТ 12784-78, ГОСТ 310.4 - 81 и др.);
- машины для регенерации (ресайклеры) и технология исполнения усовершенствованы;
- область применения расширилась.

Основные изменения, внесенные пересмотренным регламентом по сравнению с действующим:

- пересмотренный регламент регулирует методологию регенерации существующих слоев из состава дорожной одежды;
- регенерированный слой может выполнять роль слоя основания;
- пересмотренные рекомендации регулирует методологию регенерации существующего деградированного дорожного покрытия;
- в пересмотренном регламенте регенерированный слой является составной частью дорожной одежды.

1 Область применения

1.1 Настоящий Кодекс практики (далее Кодекс) регулирует работы по холодному ресайклингу с битумным вяжущим. По международной терминологии эти технологии относятся к категории «холодных смесей».

1.2 Настоящий Кодекс устанавливает требования и уровни эффективности как для сырья, используемого при приготовлении регенерированной смеси, именуемых в дальнейшем составными материалами, так и для уложенной регенерированной смеси.

1.3 Холодный ресайклинг может применяться для работ по содержанию и ремонту, профилированию и восстановлению дорог.

2 Нормативные ссылки

Следующие документы полностью или частично являются нормативными ссылками в настоящем Кодексе и неотделимы для его применения. Для этих ссылок применяется последнее издание упомянутого документа (включая последующие любые поправки).

SM SR EN 197-1:2014	Ciment Partea 1: Compoziție, specificații și criterii de conformitate ale cimenturilor uzuale
SM EN 933-1:2016	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 1: Determinarea granulozității. Analiza granulometrică prin cernere
SM EN 933-2:2020	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 2: Analiza granulometrică. Site de control, dimensiuni nominale ale ochiurilor.
SM EN 933-3:2014	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor Partea 3: Determinarea formei granulelor. Coeficient de aplatizare
SM EN 933-4:2013	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 4: Determinarea formei particulelor. Coeficient de formă.
SM SR EN 933-5:2023	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 5: Determinarea procentului de suprafețe concasate și sfărâmate din agregate grosiere
SM SR EN 933-8+A1:2016	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 8: Evaluarea părților fine. Determinarea echivalentului de nisip
SM SR EN 1008:2011	Apă de preparare pentru beton. Specificații pentru prelevare, încercare și evaluare a aptitudinii de utilizare a apei, inclusiv a apelor recuperate din procese ale industriei de beton, ca apă de preparare pentru beton
SM EN 1097-2:2020	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 2: Metode pentru determinarea rezistenței la sfărâmare
SM SR EN 1097-3:2011	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 3: Metode pentru determinarea masei volumice în vrac și a porozității intergranulare
SM EN 1097-5:2015	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 5: Determinarea conținutului de apă prin uscare în etuvă ventilat

SM SR EN 1367-1:2013	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice și de alterabilitate ale agregatelor. Partea 1: Determinarea rezistenței la îngheț-dezghet
SM EN 1428:2015	Bitum și lianți bituminoși. Determinarea conținutului de apă din emulsiile bituminoase. Metoda distilării azeotrope
SM EN 1429:2018	Bitum și lianți bituminoși. Determinarea rezidului pe sită al emulsiilor bituminoase și determinarea stabilității la depozitare prin cernere
SM EN 1744-1+A1:2014	Încercări pentru determinarea proprietăților chimice ale agregatelor. Partea 1: Analiză chimică
SM SR 4032-1:2013	Lucrări de drumuri. Terminologie
SM SR EN 12591:2010	Bitum și lianți bituminoși. Specificații pentru bitumuri rutiere
SM SR EN 12620+A1:2010	Agregate pentru beton
SM EN 12697-6:2020	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 6: Determinarea densității aparente a epruvetelor bituminoase.
SM EN 12697-12:2018	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 12: Determinarea sensibilității la apă a epruvetelor bituminoase
SM EN 12697-23:2018	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 23: Determinarea rezistenței la tracțiune indirectă a epruvetelor bituminoase
SM EN 12697-26+A1:2023	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 26: Rigiditate
SM EN 12697-27:2017	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 27: Prelevarea probelor
SM EN 12697-30:2019	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 30: Confecționarea epruvetelor cu compactorul cu impact.
SM EN 12697-31:2019	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 31: Confecționarea epruvetelor cu presa cu compactare giratorie
SM EN 12697-32:2019	Mixturi asfaltice. Metode de încercare. Partea 32: Confecționarea epruvetelor cu compactorul vibrator
SM EN 12846-1:2023	Bitum și lianți bituminoși. Determinarea timpului de curgere cu ajutorul unui viscozimetru de curgere. Partea 1: Emulsii bituminoase
SM EN 12848:2018	Bitum și lianți bituminoși. Determinarea stabilității emulsiilor bituminoase în amestec cu ciment
SM SR EN 13043:2010	Agregate pentru amestecuri bituminoase și pentru finisarea suprafețelor, utilizate la construcția șoselelor, a aeroporturilor și a altor zone cu trafic
SM EN 13075-2:2017	Bitum și lianți bituminoși. Determinarea comportării la rupere. Partea 2: Determinarea duratei de amestecare a particulelor fine în emulsiile bituminoase cationice
SM EN 13108-1:2016	Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 1: Betoane asfaltice
SM EN 13282-1:2014	Lianți hidraulici rutieri. Partea 1: Lianți hidraulici rutieri cu întărire rapidă. Compoziție, specificații și criterii de conformitate

SM SR EN 13286-2:2011	Amestecuri de agregate netratate și tratate cu lianți hidraulici. Partea 2: Metode de încercare pentru determinarea în laborator a masei volumice de referință și a conținutului de apă. Compactare Proctor
SM EN 13614:2021	Bitum și lianți bituminoși. Determinarea adezivității emulsiilor bituminoase prin încercarea de imersare în apă
SM EN 13808:2014	Bitum și lianți bituminoși. Cadrul specificațiilor pentru emulsiile bituminoase cationice
SM SR EN 14023:2014	Bitum și lianți bituminoși. Cadru pentru specificațiile biturilor modificate cu polimeri
SM EN ISO 17892-1:2016	Cercetări și încercări geotehnice. Încercări de laborator ale solului. Partea 1: Determinarea conținutului de apă
SM SR 13575:2023	Aditivi pentru bitumuri rutiere. Agenți de adezivitate de tip aminoderivați. Cerințe, eșantionare, evaluarea conformității, marcare și etichetare
SM SR EN 197-1:2014	Ciment Partea 1: Compoziție, specificații și criterii de conformitate ale cimenturilor uzuale

3 Термины и определения

В настоящем Кодексе используются термины, установленные в SM SR 4032-1, SM EN 13108-1 со следующими дополнениями:

3.1

строительный продукт

любой продукт или набор, изготовленный и размещенный на рынке с целью постоянного включения в конструкции или их части, и характеристики которых влияют на характеристики конструкций с точки зрения основных требований, применимых к конструкциям.

3.2

гармонизированный стандарт

гармонизированные европейские стандарты — это европейские стандарты, принятые Европейской комиссией в соответствии с Регламентом (ЕС) №. 305/2011, номера и названия которых опубликованы в Официальном журнале Европейского Союза.

3.3

знак CE

является единственным знаком, который удостоверяет соответствие соответствующего строительного продукта заявленным характеристикам с точки зрения основных характеристик, который является предметом соответствующего гармонизированного стандарта или для которого была выдана европейская техническая оценка.

3.4

класс зернового состава

классификация заполнителей по нижнему (d) и верхнему (D) размерам путем просеивания, выраженная как d/D.

3.5

регенерированная смесь

смесь, полученная путем гомогенизации минерального скелета (состоящего из измельченного материала с добавлением или без добавления заполнителей), воды и вяжущего (вносимого эмульсией или вспененным битумом) с добавлением или без добавления гидравлических вяжущих (рассматриваемых как активный наполнитель), играющих роль созревания или улучшения жесткости материала.

3.6**доставляемые заполнители**

заполнители определенного класса зернового состава или комбинации нескольких классов/сортов зернового состава, которые необходимо добавлять как для соответствия требованиям к зерновому составу (кривая гранулометрического состава, соответственно максимальный размер заполнителей), требуемые лабораторными исследованиями, так и для обеспечения требований к качеству, предъявляемых к смеси заполнителей (морозостойкость, износостойкость, клейкость).

3.7**проба фрезерования**

проба материала в полевых условиях, полученная фрезерованием в условиях соблюдения той же глубины и той же скорости движения машины, что и при исполнении с ресайклером.

3.8**холодное исполнение**

укладка регенерированной смеси, гомогенизированной, уложенной и уплотненной при температуре окружающей среды.

3.9**холодный ресайклинг на месте**

операция, заключающаяся в регенерации материалов, полученных в результате разрыхления дорожных слоев, путем добавления вяжущего вещества и/или заполнителей на месте.

3.10**ресайклер**

машина, которая одновременно выполняет фрезерование деградированных слоев асфальтобетона, дробление полученного материала, дозирование и укладку регенерированной смеси. Ресайклер состоит из следующих функциональных групп: барабанная фреза с барабаном, установка для дозирования воды или суспензии гидравлического вяжущего при перемешивании (перемешивание, которое может производиться на фрезерном барабане или отдельно во встроенном смесителе), система впрыска битум в виде эмульсии или пены, брус для окончательной укладки, энергетическая и двигательная группа, электроустановка и электронные системы управления процессами дозирования, температурой и рабочими параметрами для всей машины.

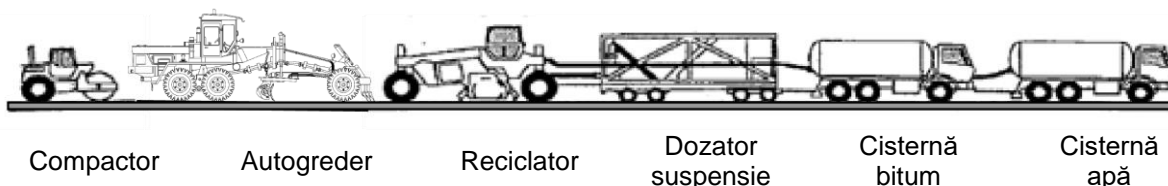
3.11**холодно - регенерированный слой**

дорожный слой, полученный из холодной регенерированной смеси после завершения уплотнения.

3.12**комплекс для регенерации**

система машин, используемых в процессе холодного ресайклинга на месте. В составе ресайклерной машины, кроме ресайклера, должны быть уплотняющие машины (каток кулачковый, гладкие и/или пневмо-катки), которые обеспечат проектную степень уплотнения. Фрезерование и укладку осуществляют комплексными мобильными машинами, позволяющими укладку на месте в соответствии с проектным дозированием, в общем называемом ресайклером. Тип и количество машин, входящих в состав ресайклера, определяют производительность выполнения регенерации.

Пример машин, входящих в комплекс для регенерации, приведен на следующем рисунке:



4 Общие положения

4.1 Холодный ресайклинг на месте предусматривает:

- фрезерование поврежденных дорожных слоев;
- добавление заполнителей;
- поставку гидравлического вяжущего;
- поставку воды;
- гомогенизацию материала с добавлением эмульсии/вспененного битума;
- укладку;
- предварительное уплотнение;
- выравнивание и профилирование;
- окончательное уплотнение.

4.2 Холодной регенерации на месте разрушенных дорожных слоев предшествует предварительное исследование.

4.3 Применение технологий регенерации, регламентированных настоящим Кодексом, может осуществляться битумной эмульсией или вспененным битумом, для выполнения слоев ОСНОВАНИЯ, техническое решение, которое может быть рекомендовано для регенерации деградировавших дорожных слоев.

4.4 В ходе предварительных исследований будут установлены однородные участки, которые будут иметь одинаковую глубину фрезерования и одинаковый состав регенерированного материала.

4.5 С учетом реальной ситуации на месте, местных климатических и топометрических условий в ходе предварительных изысканий, будет определено оптимальное техническое решение для регенерации, состоящее из:

- а) толщины слоя, добавляемого гранулированным материалом и составом регенерированной смеси;
- б) глубины фрезерования дорожных слоев ограничивающихся составом дорожной конструкции и технологической мощностью машин для регенерации.

4.6 В зависимости от состава дорожной одежды и конкретной принятой технологии холодного ресайклинга глубина фрезерования выбирается таким образом, чтобы несвязный материал оставался под регенерированным слоем, чтобы любой избыток воды, образующийся в процессе регенерации может быть удален.

4.7 Также будут оцениваться и полевые условия для проверки доступности и нормальной работы машин для регенерации в зависимости от: ширины дороги, радиусов кривых, уклонов, конструкций, закладных элементов (мосты, тротуары, водостоки, коллекторы, контрольные островки и т. д.) для того, чтобы обезопасить рабочую зону.

4.8 Выполнение холодной регенерации слоев осуществляется на основании технического проекта, разработанного в соответствии с нормативными документами, действующими на момент разработки проекта.

4.9 При проектировании и выполнении слоев холодного ресайклинга на месте, обязательно достижение и соблюдение в течение всего срока эксплуатации следующих применимых основных требований:

- механическая стойкость и стабильность;
- здоровье и окружающая среда;
- безопасность и доступность в эксплуатации;
- рациональное использование природных ресурсов.

4.10 В рамках технического проекта расчет дорожной одежды, которая содержит регенерированные слои, будет выполняться на основе методологии, представленной в конкретных действующих технических регламентах по расчету дорожных одежд.

4.11 Холодный ресайклинг может применяться при содержании и ремонте, профилировании, реабилитации дорог, получая:

- нижний слой ОСНОВАНИЯ для дорог II технической категории/улиц I-II технической категории;
- верхний слой ОСНОВАНИЯ для дорог III-V технической категории/улиц III-IV технической категории.

ПРИМЕЧАНИЕ - Для автомобильных дорог I технической категории может применяться технология холодного ресайклинга для получения слоя ОСНОВАНИЯ на основании технико-экономического обоснования, составленного проектировщиком, сопровождаемого лабораторными испытаниями, подтверждающие получение соответствующих физико-механических показателей, проверенных при выполнении одного участка длиной 1 км, только по согласованию с заказчиком работ.

4.12 Холодная регенерация дорожных слоев осуществляется только при благоприятных погодных условиях, при отсутствии осадков, температуре наружного воздуха и несущего слоя не менее:

- +10°C для технологии с битумной эмульсией;
- +15°C для технологии с вспененным битумом.

5 Классификация технологий холодного ресайклинга

5.1 Классификацию технологий регенерации, существующих в настоящее время, можно осуществлять по широкому кругу факторов: температуре приготовления и укладке (горячая и холодная), месту приготовления смеси (на месте или на стационарных установках), технологии ресайклинга (в зависимости от используемого вяжущего), соответственно в зависимости от принятого принципа решения задачи (поверхностный или структурный) и т. д.

5.2 Технологии регенерации полностью осуществляются на месте и используют материалы, полученные из старых дорожных слоев. В принципе, процесс состоит из фрезерования существующих слоев на определенную глубину с возможным последующим добавлением дорожных материалов для корректировки зернового состава и воды. Полученный материал обрабатывается вяжущим с помощью комплексной машины непрерывного действия, так чтобы полученный дорожный слой был бы расчетным слоем (основания), соответственно соединительным слоем. Этот слой может быть покрыт новым слоем износа.

5.3 В таблице 1 представлена возможная классификация технологий регенерации на месте, используемых европейскими специалистами. Классификация иллюстрирует несколько характеристик этих технических решений, а именно:

- технологии этого типа могут использовать различные вяжущие (битумные, гидравлические или композиционные). Используемые битумные вяжущие могут представлять собой битумные эмульсии или вспененный битум, гидравлические вяжущие обычно представляют собой различные типы цемента, а композиционные вяжущие представляют собой цемент и битумную эмульсию или цемент и вспененный битум;
- регенерация может применяться для существующих дорожных слоев на глубину до 30 см;

Таблица 1- Классификация технологий регенерации

Характеристика	Тип регенерации				
	Ресайклинг битумной эмульсией (вспененным битумом)			Ресайклинг цементом	Ресайклинг Битумной эмульсией (вспененным битумом)
	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4	Тип 5
Принцип	Улучшение механических и геометрических характеристик дорожной конструкции с использованием части старых несущих слоев и, возможно, регенерацией битума до класса 2		Переработка битумного покрытия с регенерацией битума	Создание нового расчетного слоя или нового верхнего слоя (тип 5) с или без добавления материалов, с или без изменения начальной отметки верхних слоев	

(продолжение следует)

Таблица 1 (окончание)

Характеристика	Тип регенерации				
	Ресайклинг битумной эмульсией (вспененным битумом)			Ресайклинг цементом	Ресайклинг Битумной эмульсией (вспененным битумом)
	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4	Тип 5
Материалы из старых дорожных слоев	3...4 см битумное покрытие и нижние слои, не укрепленные битумом	4...8 см битумное покрытие и нижние слои, укрепленные или не укрепленные битумом	Эксклюзивно битумные материалы за счет интеграции интерфейса с опорным слоем	Полностью или частично битумное покрытие. Полностью или частично нижние расчетные слои. Возможно часть инфраструктуры.	Полностью или частично битумное покрытие и все или часть нижних расчетных слоев
Вязущие	Битумная эмульсия	Битумная эмульсия (чистый или регенерированный битум)	Битумная эмульсия (с регенерированным битумом)	Цемент или дорожное гидравлическое вяжущее	Смесь цементного или дорожного гидравлического вяжущего и битумной эмульсии
Дозировка добавляемого вяжущего	3...5 % остаточного битума	1...3 % остаточного битума	макс 2 % остаточного битума	3...6 %	3...7 % Композиционного вяжущего
10...15 см	10...15 см	5...12 см	5...1512 см	20...30 см	10...30 см

5.4 В случае структурного усиления материалы слоев основания также повторно используются, а несущая способность расчетной конструкции со временем улучшена. При регенерации поверхности повторно обрабатываются только верхние слои дорожной одежды, с восстановлением герметичности, шероховатости и текстуры. Достижения в области оборудования для регенерации и появление модифицированных вяжущих ускорили разработку этих альтернативных технических решений.

5.5 Существует некоторая неоднозначность в области классификации, используемой в этой области на международном уровне, связанная с тем, что нагрев асфальтобетонной смеси производится либо в существующем слое, либо внутри установки для регенерации после фрезерования и ее обработки. В таблице 2 представлена классификация технологий регенерации на месте с уточнением условий использования (тип обрабатываемого битумного слоя).

Таблица 2 – Классификация технологий переработки на месте

Регенерированный битумный слой из:	Рециклинг малой глубины (с горячим фрезерованием)			Глубокая регенерация	
	Термо-профилирование	Термо-регенерация	Термо-ресайклинг	горячее фрезерование	Холодное фрезерование
Открытых асфальтобетонов	•	•	•		•
Тонкослойных асфальтобетонов					•

(продолжение следует)

Таблица 2 (окончание)

Регенерированный битумный слой из:	Рециклинг малой глубины (с горячим фрезерованием)			Глубокая регенерация	
	Термо-профиле-рование	Термо-регенерация	Термо-ресайклинг	горячее фрезерование	Холодное фрезерование
Щебня обработанного битумом	•	•	•		•
Дренирующего асфальтобетона				•	
Асфальтобетона	•	•	•		•

5.6 Ситуации, в которых рекомендуется использовать такие технологии, следующие:

- трещиноватость слоя износа (покрытия в результате старения битумного вяжущего с необходимостью его регенерации);
- укладка на основание толстого слоя износа (с предварительным частичным фрезерованием или без него);
- восстановление ровности в поперечном сечении или шероховатости, возможно при наличии малых пластических деформаций;
- восстановление герметичности слоя износа или пористости дренирующих асфальтобетонов.

6 Композиционные материалы. Требования

6.1 Общие требования

6.1.1 При выполнении слоев холодного ресайклинга будет использоваться только строительная продукция, на которую ответственными факторами (изготовителем, исполнителем) оформлены документы о качестве, характерные для каждого отдельного изделия, в соответствии с требованиями, предъявляемыми законодательством о внедрении на рынок строительной продукции, соответственно:

- декларация о эффективности/соответствии;
- маркировка CE;
- инструкции по использованию продукта;
- файл данных безопасности;
- сертификат постоянности результатов/сертификат соответствия заводскому производственному контролю/сертификат соответствия;
- протоколы испытаний;
- или техническое разрешение, в зависимости от обстоятельств.

6.2 Заполнители

6.2.1 Минеральный скелет состоит из:

- материала, полученного фрезерованием существующих поврежденных дорожных слоев;
- дополнительных заполнителей.

В рамках предварительных исследований измельченный материал должен быть подвергнут анализам периодичностью, установленной заботой исполнителя работ, с составлением протоколов испытаний, из которых можно будет сделать вывод о необходимости или нет использования дополнительных заполнителей.

6.2.2 Входные заполнители должны соответствовать положениям стандартов SM SR EN 13043 и SM SR EN 12620+A1. Они могут быть использованы для:

- вхождения в проектную область с соблюдением соответствующего зернового состава, установленного настоящим Кодексом;

- улучшения консистенции и удобоукладываемости регенерированной смеси;
- обеспечения иных требований к качеству, предъявляемых к регенерированной смеси и уложенной в работу;
- обеспечения отметок, установленных проектом.

6.2.3 Если требуется коррекция гранулометрической кривой в мелком диапазоне, можно использовать только инертные материалы.

6.2.4 Добавляемые заполнители могут быть одним или комбинацией гранулометрических классов, соответственно:

- крупный заполнитель: 4/8 мм, 8/16 мм, 16/22,4 мм и 22,4/31,5 мм;
- мелкий заполнитель 0/2 мм или смесь 0/4 мм - поступающая из карьера;
- щебеночная смесь 0/31,5 мм из карьера.

6.2.5 Для регенерированного материала, предназначенного для слоя основания дорог II технической категории, в качестве дополнительных заполнителей будут использоваться только дробленые заполнители из карьера.

6.2.6 Добавляемые заполнители должны соответствовать специфическим характеристикам, представленным в таблицах 3+6.

Таблица 3 – Характеристики крупного дробленого заполнителя (гранулометрический класс 4/8 мм, 8/16 мм, 16/22,4 мм и 22,4/31,5 мм)

№	Характеристика	Критерии оценки/крупный заполнитель (категория)	Метод испытания
1	Заявленная производителем фракция	G _c 85/15	SM EN 933-1
2	Содержание примесей Инородные тела	Не допускается	визуально
3	Процент измельченных и раздробленных поверхностей крупных заполнителей	C _{50/10}	SM SR EN 933-5
4 ¹	Коэффициент лещадности	A ₂₅	SM EN 933-3
5 ¹	Индекс формы	SI ₂₅	SM EN 933-4-2
6	Стойкость к фрагментации. Коэффициент Лос Анджел	LA ₃₀	SM EN 1097-2
7	Чувствительность к замораживанию-оттаиванию.	F ₂	SM SR EN 1367-1

¹ Сравнительное испытание для определения формы крупного заполнителя должен быть коэффициент лещадности.

Таблица 4 - Характеристики заполнителя (песок дробления класса зернового состава 0/2 мм или смешанный заполнитель 0/4 мм)

№	Характеристика	Критерии оценки/крупный заполнитель (категория)	Метод испытания
1	Заявленный производителем зерновой состав: - песок дробленный 0/2 мм, - смесь заполнителя 0/4 мм	Непрерывная G _F 85 G _A 90	SM EN 933-1
2	Содержание примесей - инородные тела	Не допускается	визуально
3	Содержание мелких фракций	f ₃ - f ₁₀	SM EN 933-1

Таблица 5 - Характеристика гравийно-песчаного заполнителя (класс зернового состава: песок дробления 0/2 мм или смешанный заполнитель 0/4 мм)

№	Характеристика	Критерии оценки/крупный заполнитель (категория)	Метод испытания
1	Заявленный производителем зерновой состав: - песок дробленный 0/2 мм, - смесь заполнителя 0/4 мм	Непрерывная G _F 85 G _A 90	SM EN 933-1
2	Содержание примесей: - инородные тела - содержание гумуса (окраска раствора NaOH), не более	Не допускается желтая	визуально SM EN 1744-1
3	Качество мелкой фракции Эквивалент песка для смеси заполнителей 0/4 мм, % мин.	85	SM SR EN 933-8+A1

Таблица 6 - Характеристика речного заполнителя (класс зернового состава: смешанный заполнитель 0/31,5 мм)

№	Характеристика	Критерии оценки/крупный заполнитель (категория)	Метод испытания
1	Заявленный производителем зерновой состав	G _c 90	SM EN 933-1
2	Содержание мелкой фракции	f ₃	SM EN 933-1
3	Содержание примесей: - инородные тела - содержание гумуса (окраска раствора NaOH), не более	Не допускается желтая	визуально SM EN 1744-1
4	Качество мелкой фракции Эквивалент песка для смеси заполнителей 0/4 мм, % мин	80	SM SR EN 933-8+A1
5	Коэффициент лещадности	A ₂₅	SM EN 933-3
6	Стойкость к фрагментации. Коэффициент Лос Анджел	LA ₃₀	SM EN 1097-2

6.2.7 Исполнитель работ несет ответственность за контролируемое хранение и перемещение заполнителей, чтобы их можно было легко идентифицировать (происхождение, тип, гранулометрический класс, соответствующий/не соответствующий продукт), во избежание смешивания и загрязнения другими заполнителями/материалами и гарантировать, что при их перемещении не произойдет деградация такого рода, которая поставит под угрозу их соответствие.

6.3 Битумные вяжущие

6.3.1 Битумная эмульсия, используемая при холодной регенерации дорожных слоев на месте, представляет собой катионную битумную эмульсию с медленным распадом.

6.3.2 Битум, используемый для приготовления битумных эмульсий, должен соответствовать положениям стандартов SM SR EN 12591, соответственно SM SR EN 14023 для модифицированного битума.

6.3.3 Битумные эмульсии медленного распада должны соответствовать положениям стандарта SM EN 13808 и иметь соответствующее содержание битума и характеристики распада в соответствии с таблицей 7

Таблица 7 – Характеристики битумной эмульсии

№	Характеристика	Критерии оценки	Метод испытания
1	Содержание вяжущего, %	58-62 (класс 6) 63-67 (класс 7)	SM SR EN 1428
2	Поведение при распаде: - стабильность при смешивании с используемым гидравлическим вяжущим, г - продолжительность перемешивания мелкодисперсных частиц, сек..	≤ 2 > 90 (класс 6)	SM EN 12848 SM EN 13075-2
3	Вязкость - время истечения, сопло 4 мм, при 40°C, сек. - время истечения, сопло 4 мм, при 50°C, сек.	40-100 (класс 6) 5-30 (класс 7)	SM EN 12846-1
4	Стабильность при хранении путем просеивания (7 дней хранения) - сито 0,5 мм, % мас./мас.	≤ 0,5	SM EN 1429
5	Остаток на сите 0,5 мм, масс. %	≤ 0,5	SM EN 1429
6	Адгезия к добавляемым агрегатам	не менее. 80	SM EN 13614

6.3.4 Медленно распадающиеся катионные эмульсии должны быть стабильны при переработке и совместимы с гидравлическим вяжущим, используемым в качестве поверхностно активного вещества (цемента). Также эмульсия должна быть жидкой и однородной.

6.3.5 Битумная эмульсия должна иметь такой состав, чтобы процесс распада завершился не менее чем через 1 час после розлива. Начало процесса распада определяют по изменению цвета эмульсии, соответственно изменению цвета регенерируемой смеси с коричневого на черный.

6.3.6 Чем быстрее идет процесс распада, тем больше уплотняющих грузов требуется при использовании.

6.3.7 Состав комплексной регенерированной смеси будет определяться на основании следующих лабораторных определений:

- сушка измельченного материала в печи при температуре 50-60°C;
- визуальное определение состава измельченного материала (тип заполнителя, тип вяжущего и т.д.);
- определение зернового состава измельчаемого материала;
- определение содержания битума в измельченном материале;
- определение температуры размягчения битума, извлеченного из измельченного материала;
- установление смесимости битумной эмульсии с водоцементной суспензией;
- установление зернового состава и доли заполнителей, которые необходимо добавить, чтобы смесь соответствовала гранулометрическому диапазону, указанному настоящим Кодексом для слоя, который следует уложить;
- установление состава смеси заполнителей и вяжущего (требуемое количество битумной эмульсии или вспененного битума в зависимости от определенного содержания битума);
- установление характеристик уплотнения.

6.3.8 Смешиваемость битумной эмульсии с водоцементной суспензией определяют по следующей методике:

- смешать в стеклянном сосуде 100 г цемента с 50 г воды до получения однородной водоцементной суспензии;
- в другую стеклянную посуду налить 100 г битумной эмульсии;
- водоцементная суспензия перемешивается с битумной эмульсией в течение 6 минут;
- определяется время распада битумной эмульсии.

6.3.9 Время распада битумной эмульсии не менее 10 минут. Если время распада менее 10 минут, определение повторяют с другим типом эмульсии.

6.3.10 В случае регенерированной смеси со вспененным битумом будет использоваться дорожный битум класса проникания 50/70 или 70/100, который должен соответствовать положениям стандарта SM SR EN 12591, выбранный в зависимости от климатической зоны, в

которой ресайклинг применяется аналогично горячим битумным смесям. Вспененный битум получают согласно приложению А к настоящему Кодексу.

6.4 Активированный минеральный порошок

При приготовлении регенерируемых смесей в качестве активированного минерального порошка могут использоваться дорожные гидравлические вяжущие, в этом случае они должны соответствовать положениям стандартов SM SR EN 197-1 и SM EN 13282-1. Могут использоваться другие типы порошков/вяжущих в соответствии с применимыми стандартами на продукцию или действующими техническими регламентами.

6.5 Поверхностно активные добавки (ПАВ)

6.5.1 При адгезии вяжущего к добавляемому заполнителю ниже 80 % требуется применение ПАВ для повышения адгезии битума.

6.5.2 ПАВ должны соответствовать требованиям качества, предусмотренным стандартом SM SR 13575.

6.5.3 При приготовлении регенерированной смеси со вспененным битумом характеристики пенообразования можно улучшить за счет применения соответствующих добавок. В случае регенерации деградировавших слоев асфальтобетонной смеси, когда мы имеем высокое содержание остаточного битума, также можно использовать регенерирующие агенты. Добавка производится в объемных концентрациях менее 0,1 %, что не влечет за собой изменения реологических характеристик исходного битума.

6.6 Вода

Если вода, используемая в процессе переработки битумных дорожных слоев на месте, не поступает из источников питьевой воды, она должна соответствовать условиям качества SM SR EN 1008.

7 Состав и физико-механические характеристики регенерированной смеси

7.1 Состав регенерированной смеси будет получен путем лабораторных исследований в соответствии с положениями настоящего стандарта.

7.2 Зерновой состав регенерированной смеси в соответствии с SM EN 933-2 и должна находиться в пределах, указанных в таблице 8 или таблице 9, в зависимости от обстоятельств. определяется.

Таблица 8 – Предписанный диапазон размеров зерен битумной эмульсии регенерированной смеси.

Размер ячейки сита, (мм)	Тип регенерируемого слоя	
	Нижние слои основания	Верхний слой основания
	Проходит, %, через квадратные ячейки сита	
31,5	100	95 -100
22,4	95 - 100	85 - 98
16	75 - 90	80 - 97
8	42 - 60	50 - 82
4	30 - 45	38 - 66
2	22 - 35	22 - 50
1	15 - 30	15 - 39
0,125	5 - 10	3 - 12
0,063	3 - 7	2 - 7

Таблица 9 – Предписанный диапазон размеров зерен регенерируемой смеси со вспененным битумом

Размер ячейки сита, (мм)	Тип регенерируемого слоя	
	Нижние слои основания	Верхний слой основания
	Проходит, %, через квадратные ячейки сита	
31,5	100	95 - 100
22,4	72 – 100	70 - 100
16	65 - 100	60 – 100
8	50 - 85	42 – 84
4	38 - 55	33 - 64
2	28 - 45	25 – 50
1	20 - 40	18 – 38
0,125	8 - 25	8 – 22
0,063	6 - 18	6- 11

7.3 Оптимальное содержание битумного вяжущего определяют опытным путем.

7.4 Рекомендуемые пределы для проведения предварительных исследований с целью получения оптимального содержания вяжущего, следующие:

- дозировка катионной битумной эмульсии медленного распада должна соответствовать обеспечению содержания остаточного битума 2,0÷4,0 % от общей массы регенерируемой смеси;
- битум вспененный в пропорции 2,5÷4,5% от общей массы регенерируемой смеси.

7.5 Минимальные значения дозирования битумного вяжущего в пункте 7.4 обязательны.

7.6 Оптимальное содержание гидравлического вяжущего устанавливают путем предварительных лабораторных исследований по следующим положениям:

- макс. 2% от массы сухой смеси, в случае регенерируемой смеси с битумной эмульсией;
- макс. 3% от общей массы сухой смеси, в случае регенерируемой смеси со вспененным битумом.

7.7 В технологии холодного ресайклинга гидравлическое вяжущее выполняет роль «активированного минерального порошка», который также может быть использован для коррекции кривой гранулометрического состава в мелком диапазоне.

7.8 Регенерированные смеси должны соответствовать требованиям, изложенным в таблицах 10, 11 и 12.

Таблица 10 - Прочность на непрямоe растяжение

Слой	Прочность на непрямоe растяжение (кПа), не менее
Верхний слой основания	
- техническая категория дороги III / улицы I категории	225
- техническая категория дороги IV-V / улицы II-IV категории	175
Нижние слои основания	
- техническая категория дороги I / улицы II категории	200
- техническая категория дороги IV-V / улицы II-IV категории	150
ПРИМЕЧАНИЕ - Для целей настоящего Кодекса используется техническая классификация автомобильных дорог из NCM D.02.01 и следующая классификация улиц:	
Классификация по NCM B.01.05	Техническая категория
Магистральные дороги	I
Магистральные улицы общегородского значения	II
Магистральные улицы районного значения	III
Улицы и дороги местного значения	IV

Таблица 11 - Чувствительность к воде

Слой	Чувствительность к воде (%), не менее
Основания (независимо от технической категории дороги/улицы)	40

Таблица 12 - Модуль упругости

Слой	Модуль упругости при 20°C, МПа, не менее
Верхний слой основания - техническая категория дороги III / улицы I - II категории - техническая категория дороги IV-V / улицы III-IV категории	2500 2000
Нижние слои основания - техническая категория дороги II / улицы I-II категории - техническая категория дороги III / улицы III-IV категории	1200 700

7.9 Для установления и проверки оптимального дозирования необходимы следующие тесты:

- определение зернового состава по SM EN 933-2;
- определение характеристик уплотнения по Проктору модифицированный согласно SM SR EN 13286-2;
- прочность на не прямое растяжение согласно SM EN 12697-23 через 14 дней после изготовления;
- чувствительность к воде по SM EN 12697-12 через 14 дней после изготовления;
- определение естественной плотности по SM EN 12697-6;
- определение жесткости по SM EN 12697-26+A1 через 14 дней после изготовления.

8 Установление оптимального состава регенерированной смеси

8.1 Целью проведения предварительных исследований является установление применимости технологии холодного ресайклинга на месте дефектных дорожных слоев.

8.2 В результате предварительных исследований будут установлены однородные участки, которые будут иметь одинаковую глубину фрезерования и одинаковый состав регенерируемого материала. Также будут оцениваться условия в полевых условиях для проверки доступа и нормальной работы перерабатывающих машин в зависимости от: ширины дороги, радиусов поворотов, уклонов, конструкций, составных элементов (мосты, водопропускные трубы, водостоки, коллекторы, островки направляющие, д.), чтобы обезопасить рабочую зону.

8.3 Предварительные лабораторные определения для установления состава регенерированной смеси включают:

а) Отбор проб, фрезерованием для каждого однородного участка до проектной глубины фрезерования следующим образом:

- одна проба на каждые 3500 м² проезжей части, соответственно 1 проба/1 км полосы движения, или не менее одной пробы на полосу однородного участка, если она меньше 1 км;
- количество взятого материала для каждой пробы будет не менее 150 кг.

б) Установление перерабатываемой смеси для каждого однородного сектора и проверка физико-механических характеристик в лаборатории. Состав регенерируемой смеси должен обеспечивать физико-механические характеристики настоящего Кодекса, а также другие требования, установленные техническим проектом.

8.4 В ходе предварительных изысканий будет поставлена задача установить оптимальное техническое решение по рециклингу, состоящее из толщины слоя, сыпучего исходного материала и состава регенерированной смеси, с учетом реальной ситуации на земле, пласте или слоев покрова, а также местных условий, климата и топографии.

9 Регенерация эмульсией или вспененным битумом

9.1 Общие данные

9.1.1 Рециклинг на месте битумной эмульсией или вспененным битумом является наглядным примером альтернативы технологии холодного ресайклинга на месте цементом. Принципиально холодный ресайклинг с битумным вяжущим заключается в измельчении или дроблении имеющихся материалов на предусмотренной для регенерирования глубине с последующей, одновременно или на втором этапе, их гомогенизацией битумной эмульсией или вспененным битумом. Продолжается укладкой и уплотнением нового композитного материала, конечным результатом которого является получение нового дорожного покрытия с характеристиками, адаптированного к требованиям движения и климатическим условиям. В смесь можно добавлять известь или цемент в уменьшенной дозировке (максимум 2,0 %) для снижения пластичности (если регенерированный материал содержит глинистые или пылевидные фракции), соответственно для повышения значения модуля упругости и механической прочности слоя в первые дни после укладки.

9.1.2 Следует отметить, что материалы, полученные рециклингом битумного вяжущего и цемента (2 % и более), обладают свойствами, аналогичными полученным при регенерации цементом, даже если модуль упругости меньше.

9.1.3 Холодный ресайклинг битумной эмульсией или вспененным битумом может применяться для достижения следующих целей:

- стабилизация слоев основания из гранулированных материалов (по всей толщине или частично) вместе с материалами, полученными из старого и деградировавшего битумного покрытия, с целью получения нового слоя основания, способствующего увеличению несущей способности дорожной конструкции;
- восстановление существующих битумных слоев, поврежденных усталостью, с целью создания нового базового слоя;
- исключительная переработка слоя износа с целью устранения дефектов, возникших в результате чрезмерного старения битума;
- стабилизация существующих сыпучих материалов на месте для получения верхнего слоя фундамента или базового слоя.

9.1.4 Хотя имеющаяся техника может обеспечить фрезерование на глубину до 35 см, на практике холодный ресайклинг с битумными вяжущими применяют на значительно меньшие толщины, чтобы обеспечить надлежащую гомогенизацию компонентов и разумное время испарения воды (в случае использования битумной эмульсии). Таким образом, существующие битумные слои можно регенерировать в холодном состоянии битумной эмульсией толщиной 5...12 см и гранулированными материалами толщиной 10...15 см. При использовании вспененного битума могут быть регенерированы битумные слои максимальной толщиной 15 см и щебеночные слои, необработанные вяжущими, максимальной толщиной 30 см.

9.2 Смесь регенерированная битумной эмульсией

9.2.1 Для установления состава регенерируемой смеси и физико-механических характеристик, изготавливаемого дорожного слоя ОСНОВАНИЯ, необходимо предварительное лабораторное исследование. Минимальные требования, предъявляемые к лабораторным исследованиям, представлены в главе 7. Минимальные значения дозирования битумного вяжущего являются обязательными.

9.2.2 Регенерация дорожных слоев битумной эмульсией, гидравлическим вяжущим и добавочными заполнителями (если необходимо) осуществляется следующими материалами:

- материалами, полученными в результате измельчения деградировавших дорожных слоев, подлежащих регенерации;

- битумной эмульсией с медленным распадом (по таблице 7), соответствующей обеспечению содержания остаточного битума 2,0 - 4,0 % в массе регенерированного материала;
- 0 – 2 % гидравлического вяжущего в сухой смеси;
- входными агрегатами, если необходимо, для достижения кривой детализации;
- водой, для достижения оптимальной влажности уплотнения регенерируемой смеси, значение, установленное тестом Проктора модифицированного согласно SM SR EN 13286-2.

9.2.3 Диапазон гранулированного состава, рекомендуемый для регенерированной смеси с добавлением битумной эмульсии, представлен в таблице 8.

9.3 Смесь регенерированная вспененным битумом

9.3.1 Для установления состава регенерируемой смеси и физико-механических характеристик дорожного слоя основания, который следует исполнить, необходимо провести предварительное лабораторное исследование. Минимальные требования, предъявляемые к лабораторным исследованиям, представлены в главе 7. Обязательными являются соблюдение кривой зернистости, характерной для технологии вспенивания битума, обеспечение оптимальной влажности уплотнения и дозировки битума, установленных предварительным лабораторным исследованием.

9.3.2 Регенерацию дорожных слоев вспененным битумом производят с учетом гомогенизации и распределении следующих компонентов:

- материала, полученного в результате фрезерования разрушенных дорожных слоев;
- вспененного битума в пропорции 2,5-4,5% от общей массы смеси;
- гидравлического вяжущего в пропорции макс. 3,0% от общей массы смеси;
- дополнения заполнителем и мелкой фракции по мере необходимости;
- воды для получения оптимальной влажности при уплотнении регенерируемой смеси, значение, установленное тестом Проктора модифицированного согласно SM SR EN 13286-2.

9.3.3 Диапазон зернового состава, рекомендуемый для регенерированной смеси с добавлением вспененного битума, представлен в таблице 9.

10 Устройство регенерированных слоев

10.1 Глубина фрезерования дорожных слоев ограничивается конструкцией дорожной одежды и технологической мощностью ресайклера.

10.2 В зависимости от конструкции дорожной одежды и конкретной принятой технологии холодного ресайклинга, глубину фрезерования рекомендуется выбирать так, чтобы под регенерируемым слоем оставался несвязный материал, чтобы отвести избыток воды образовавшийся в процессе переработки.

10.3 Толщина регенерированного слоя после уплотнения составляет от 15 см до 25 см.

10.4 Уклоны в поперечном профиле и уклоны в продольном профиле поверхности регенерированного слоя будут, согласно техническому проекту работ.

11 Характеристики регенерированной смеси

11.1 Физико-механические характеристики регенерированной смеси определяют в лаборатории на этапе установления дозирования.

11.2 Состав и физико-механические характеристики регенерированной смеси должны соответствовать положениям настоящего Кодекса.

11.3 Проверка переноса на объект дозировок, установленных предварительным лабораторным исследованием, будет проводиться в начале работ на тестовом участке 200 м полосы движения.

12 Подготовительные работы

12.1 При проведении холодного ресайклинга на месте выполняются (при необходимости) следующие подготовительные работы:

- устранение препятствий для обеспечения рабочего габарита - уборка, подметание проезжей части и обочин;
- предварительное измельчение;
- добавление дополнительных агрегатов.

12.2 Дополнительные заполнители добавляют поверх существующего слоя в количествах, установленных предварительными лабораторными определениями. При добавлении нескольких видов заполнителей смешивание может производиться в централизованных установках, чтобы обеспечить однородность и дозировку, установленную лабораторным исследованием.

12.3 При отсутствии централизованных установок, для смешивания сортов их укладывают на поверхность, подлежащую регенерации слоями толщиной, соответствующей установленной дозировке, по смеси, определенной в лаборатории и перекладываемой расчетным путем на укладку. Добавление новых агрегатов будет механизировано и они будут распределены по всей ширине, на которой будет производиться регенерация.

13 Фрезерование и выравнивание до отметки регенерированного слоя

13.1 Фрезерование производится с помощью фрезерного барабана машины, типа ресайклер. Глубина фрезерования будет контролироваться для достижения отметок, установленных проектом.

13.2 Укладку, выравнивание и предварительное уплотнение смеси материалов до установленного профиля можно производить распределительными брусками-отделочниками или автогрейдером и вальцевым катком.

13.3 Добавление вяжущих и воды производится с помощью автоматического дозирующего и распылительного оборудования ресайклера.

13.4 Смешивание материала, полученного в результате размельчения, с добавляемыми заполнителями, вяжущими и водой производится непосредственно в самом процессе фрезерования, ресайклером.

13.5 Распределение регенерированной смеси производится шнеком, распложенным перед распределительной балкой (для машин, оборудованных смесителем)/системой выравнивания.

13.6 За ресайклером, после распределения регенерированной смеси, производится предварительное уплотнение балкой или катком.

14 Профилирование и уплотнение регенерированного слоя

14.1 Профилирование предварительно уплотненного слоя производится на специальных машинах. Учитывается тип вяжущего.

14.2 Уплотнение регенерированных слоев должно производиться при температуре окружающей среды:

- выше 10°C для регенерированных смесей с битумной эмульсией;
- выше 15°C для регенерированных смесей с вспененным битумом.

14.3 Операцию уплотнения производят вдоль дороги, от края к оси, после достижения регенерированным слоем уклона, согласно проекту. Катки должны работать без толчков, чтобы избежать волнистости уплотняемого слоя.

14.4 Выбор и калибровка уплотняющего звена и установление числа его проходов будут производиться испытаниями на пробном участке под руководством лаборатории, с целью получения степени уплотнения, согласно положениям пункта 15.2.2 настоящего Кодекса.

14.5 Проверка уплотнения на месте будет проводиться постоянно во время выполнения работ персоналом лаборатории, в соответствии с положениями пункта 15.2.3 настоящего Кодекса.

14.6 Звено уплотнения будет иметь такие размеры и мощности, чтобы обеспечить массу уплотнения около 1 т/1 см толщины уплотняемого слоя.

14.7 Эффективность уплотнения обеспечивается при толщине до 25 см регенерируемого слоя.

15 Контроль качества выполненных работ

15.1 Контроль качества компонентов регенерируемой смеси

15.1.1 Проверка влажности заполнителей, образующихся при фрезеровании дефектных дорожных слоев в соответствии с SM EN 1097-5, проводится ежедневно или при изменении погодных условий.

15.1.2 Проверка качества добавляемых заполнителей производится по характеристикам, указанным в пункте 6.1, для каждой поставляемой партии или максимально:

- 500 тонн заполнителей крупностью > 4 мм,
- 200 тонн заполнителя крупностью ≤ 4 мм.

15.1.3 Получение вспененного битума производится по приложению А, а проверка качества используемого битума - согласно п. 6.3.10, на каждую поставленную партию или не более чем на 200 т полученной партии.

15.1.4 Проверка качества битумной эмульсии производится по характеристикам, указанным в пункте 6.3.3 таблицы 7, для каждой поставляемой партии.

15.1.5 Для воды из других источников, чем от сети питьевого водоснабжения общего пользования, содержание органических и минеральных примесей (согласно SM SR EN 1008) будет проверяться при каждой смене источника.

15.2 Контроль технологического процесса регенерации

15.2.1 В ходе регенерации дорожных слоев проверяют:

- влажность смеси измельченного материала и дополнительного материала и корректируют дозировку воды, при необходимости;
- соблюдение дозировки вяжущих (битумной эмульсии или вспененного битума), возможной подачи гидравлического вяжущего - активированного минерального порошка, через системы электронного дозирования.

ПРИМЕЧАНИЕ - В случае регенерации дорожных слоев с деградировавшей асфальтовой смесью, оценка дозирования битума производится путем оценки разницы между содержанием битума в регенерированном материале и содержанием битума в измельченном материале (с учетом возможного дополнительного материала).

15.2.2 Проверка уплотнения.

Степень уплотнения слоев основания из регенерированных природных заполнителей в зависимости от технической категории дороги должна быть:

- не менее 100 % в не менее чем в 95% из количества точек измерения и не менее 98% во всех точках измерения для дорог II и III технических категорий и улиц I и II категорий.

- не менее 98% в не менее чем в 95% из количества точек измерения и не менее 95% во всех точках измерения для дорог IV, V технических категорий, площадок, парковочных мест, укрепления парковочных полос, обрамления полос движения, обочин и улиц III- IV категории.

15.2.3 На протяжении выполнения работ проверку в полевых условиях проводят путем:

- а) проверки степени уплотнения, которое удостоверяет качество выполненных работ:
 - для нижних слоев основания степень уплотнения проверяют методом «конуса и песка» - приложение D, с рекомендуемой периодичностью одного испытания на площади не более 3500 м², но не менее одного испытания в рабочий день; проверяется способ уплотнения проверкой соблюдения количества проходов и режима работы, установленных в начале работ;
 - для верхнего слоя основания степень уплотнения проверяют взятием кернов, согласно SM EN 12697-27 не менее чем через 14 дней после укладки путем определения относительной плотности в лаборатории на отобранных кернах;
- б) проверки зернового состава регенерированной смеси на соответствие требуемой гранулометрической кривой, установленной при проведении рецептурных исследований холодной регенерации слоя, ежедневно;
- в) проверки глубины фрезерования ежедневно.

15.3 Контроль качества регенерированного слоя

15.3.1 Проверка поперечного профиля должна проводиться с помощью соответствующего сертифицированного оборудования. Проверка отметок продольного профиля должна производиться по оси дороги с помощью геодезического нивелира или рейкой на колесиках длиной 3 м по длине участка, выполненного по проекту.

15.3.2 При выполнении регенерированного слоя должны соблюдаться допуски, указанные в таблице 13.

Таблица 13 - Допуски

Слой	Нижние слои основания	Верхний слой основания
Характеристика		
Толщина	± 10 %;	± 10 %;
Степень уплотнения	2 % максимум в 10 % определений	2 % максимум в 10 % определений
Измерение неровностей	+ 3,0 см под рейкой 3 м	+ 2,0 см под рейкой 3 м
Отметка в продольном профиле	±2 см	±1 см

16 Приемка слоев холодной регенерации

16.1 Учет всех проверок, упомянутых в главе 15, являются частью документации по контролю качества устроенного слоя, документы, которые будут прилагаться к протоколу приемки регенерированного слоя.

16.2 Учитывая, что регенерированный слой является частью проекта, контроль будет осуществляться по установленным в техническом задании этапам, согласно [1].

Приложение А (обязательное)

Получение вспененного битума

A.1 Для производства вспененного битума используется дорожный битум, согласно SM SR EN 12591.

A.2 Вспенивание битума получают путем одновременной подачи в камеру под давлением горячего битума (170°C-180°C), воды комнатной температуры (вода без примесей) в соответствии с SM SR EN 1008 и, возможно, сжатого воздуха под давлением. При выпуске смеси из камеры через калиброванную инжекционную форсунку водно-битумная смесь под давлением превращается в пену. Вспененное состояние битума является переходным состоянием и обычно называется вспененным битумом. Распылением вспененного битума непосредственно на измельчаемый материал, в процессе измельчения или в смесителе, встроенном в ресайклер, обеспечивается гомогенизация смеси с получением массы битумной мастики, связывающей крупные заполнители.

A.3 Уплотнение полученной, таким образом, смеси проводят с учетом оптимальной влажности уплотнения, со значением ниже примерно на 2 процентных пункта значения оптимальной влажности уплотнения, определяемой тестом Проктора на гранулированной смеси, без добавления битума. (согласно стандарту SM SR EN 13286 -2). Точное значение устанавливается после подготовки образцов в лаборатории путем уплотнения на ротационном прессе (согласно SM EN 12697-31), ударном уплотнителе (согласно стандарту SM EN 12697-30) или с вибрационным катком (согласно EN 12697-32).

A.4 Установление характеристик пенообразования производится в лаборатории с помощью оборудования, воспроизводящего конфигурацию системы впрыска на ресайклере. Оборудование также будет использоваться для предварительного лабораторного исследования материала, взятого путем фрезерования, для изготовления образцов.

A.5 Дозирование воды в камеру впрыскивания находится в пределах 2 - 6 % (в зависимости от марки битума, рабочего давления). Режим давления может находиться в диапазоне от 3 до 10 бар, давление, которое также зависит от сжатого воздуха, подаваемого в камеру и диаметра выпускного сопла. Давление в инжекционной камере, кроме характеристик пенообразования, также может влиять температура вспененного битума, которая, в свою очередь, может влиять на температуру регенерированной смеси.

A.6 Параметры, характеризующие пенообразование, следующие:

- максимальная степень расширения (ER_m), как отношение между максимальным объемом, достигаемым во вспененном состоянии и объемом в не вспененном состоянии битума;
- половинный период полураспада ($t_{1/2}$), полученный с учетом интервала времени, при котором объем битумной пены уменьшается вдвое.

A.7 На пенообразование влияют различные факторы, а именно:

- температура битума - характеристики пены улучшаются при более высоких температурах;
- давление в камере впрыска - более низкое давление снижает величину расширения, но может увеличить половинчатый период;
- количество воды, нагнетаемой в камеру - в целом расширение увеличивается по мере увеличения количества воды, добавляемой для вспенивания, но уменьшается половинчатый период. Оптимум получается, когда впрыскивается максимальное количество воды и она полностью испаряется в процессе пенообразования.

A.8 Подходящий вспененный битум характеризуется максимальным расширением примерно в 10-20 раз и половинчатом периоде в пределах 8-15 секунд.

A.9 Процедура оптимизации пены следующая:

- 1 Установление рабочих параметров камеры впрыска (расходы, давления, температуры);
- 2 Установка времени распыления (обычно 5 с);

3 Измерение характеристик вспененного битума при процентном содержании воды на входе от 2 % до 6 % от массы битума (с шагом около 1 %, по содержанию технологической воды, для получения приемлемого среднего значения и исключения возможных значений с предельным отклонением от среднего). В этом смысле вводится около 500 г вспененного битума в металлическом ведре (около 20 л). Расширение измеряют градуированной линейкой, калиброванной по диаметру ведра и те 500 г вспененного битума. С помощью секундомера измеряют время, за которое объем пены уменьшается до половины ее максимального объема, в секундах. Также могут использоваться сложные системы для измерения характеристик пены, такие как телеметрия или компьютерный анализ изображений.

A.10 Параметры пенообразования, установленные в лаборатории, передаются на строительную площадку путем корректировки рециклера.

A.11 Битум в пенном состоянии (переходное состояние битума с низкой вязкостью) вводится для смешивания с заполнителями при температуре и влажности окружающей среды. При использовании более высокого давления в камере впрыска достигаются более низкие температуры вспененного битума, при этом процесс вспенивания является эндотермическим процессом, зависящим от скорости испарения. Таким образом, температура регенерированной смеси сразу после смешивания со вспененным битумом неявно коррелирует с параметрами впрыска, процесс который может быть благоприятным в случае работы при низких температурах окружающей среды (10 °C – 15 °C), если работается с более низкими давлениями.

A.12 Ориентировочно для обеспечения диспергирования вспененного битума также будет учитываться температура заполнителей из регенерируемой (измельченной) смеси, согласно таблице A.1.

Таблица A.1 - Корреляция температуры заполнителя с дисперсией битума

Дисперсия вспененного битума				
Проникновение битума	Степень расширения	Температура агрегатов		
		< 15°C	15- 25°C	> 25°C
< 75	> 8	очень низкая	низкая	средняя
75...100	8....12	средняя	хорошая	хорошая
> 150	> 12	хорошая	очень хорошая	очень хорошая

Приложение В (обязательное)

Лабораторное оборудование

В.1 В целях обеспечения контроля качества анализов и испытаний при выполнении работ по холодному ресайклингу на месте, комплект для ресайклинга будет сопровождаться передвижной/местной лабораторией, уполномоченной/аккредитованной в соответствии с действующим законодательством и нормативными актами.

В.2 Рекомендуется следующее минимальное оборудование лаборатории:

В.2.1 Подготовка проб:

- четверти с отверстием 25 мм	1 шт.
- дно четверти	3 шт.
- сито диаметром 450 мм: 20 мм, 16 мм и 4 мм	1 комплект
- герметичная тара 20 л	1 шт.
- механические весы 50 кг	1 шт.

В.2.2 Определение гранулометрии:

- сита диаметром 300 мм: 45 мм; 31,5 мм; 16 мм; 8 мм; 4мм; 2 мм; 1 мм; 0,5 мм; 0,25 мм; 0,2 мм; 0,125 мм; 0,075 мм; 0,063 мм.	
- крышка и сборный контейнер	1 шт.
- просеивающее оборудование	1 шт.
- электронные весы 12±1 кг	1 шт.
- сушильная печь 400 л	1 шт.
- контейнеры ф 300 мм	20 шт.

В.2.3 Определение характеристик уплотнения:

- Прибор Проктора модифицированный с лекалами ф 150 мм	1 шт.
- Компактор (масса 4,5 кг, перепад 457 мм и ф 50 мм)	1 шт.
- Весы 12±1 кг	1 шт.
- Чаша для смешивания прибл. 500х50х300 мм	1 шт.
- Палитра для смешивания	1 шт.
- Градуированный цилиндр 500 мл	1 шт.
- Боксы для определения влажности 500 мл	40 шт.
- Сушильная печь	1 шт.
- Устройство зачистки	1 шт.
- Дефлектометр легкий типа LWD (плита)	1 шт.

В.2.4 Проектирование состава смеси:

1) Лабораторное оборудование, способное производить вспененный битум с расходом 50-200 г/сек. Устройство должно быть оборудовано чашей с термостатом, вместимостью не менее 10 кг для битума 150-200°C, с обеспечением температуры с максимальным отклонением ±5°C, баком сжатого воздуха с баллоном и давлением 10 бар, с точностью ±25 кПа. Установка должна быть оборудована системой впрыска холодной воды в горячий битум с дозировкой 0 - 5% (от массы битума), обеспечивающей точность 0,2%. Установка должна быть спроектирована таким образом, чтобы пена вводилась непосредственно в смесительную емкость лабораторного миксера для приготовления не менее 30 кг асфальтобетонной смеси.

2) Лабораторный миксер:

- регулируемая скорость перемешивания в диапазоне 0-144 об/мин;
- возможность установки времени перемешивания;
- способность перемешивания регенерированной смеси гранулированного материала 30 кг.

В.2.5 Подготовка проб:

- прибор Проктора модифицирован с лекалами ф 150 мм	1 шт.
- ударный компактор (молоток Маршалла)	1 шт.
- стационарный уплотняющий пресс	1 шт.
- виброуплотнитель	1 шт.
- компактор с плитой	1 шт.
- соответствующие схемы подготовки образцов различными методами уплотнения	
- подходящая опора, предназначенная для поддержки формы при уплотнении	1 шт.
- подходящий экстрактор для извлечения неповрежденных образцов из формы	1 шт.
- экструзионная опора	1 шт.
- шпатель с лезвием длиной около 150 мм	1 шт.
- штангенциркуль 250 мм.	1 шт.

В.2.6 Хранение проб:

- сушильная печь	1 шт.
- полиэтиленовые пакеты (мешки) 10 л	500 шт.
- весы электронные	1 шт.
- водяная баня с регулируемой температурой	1 шт.

В.2.7 Испытание на степень уплотнения «на месте» в соответствии с приложением D:

- песочный конус 5 л
- весы 10 кг
- мастерок
- лодка
- молоток
- сито 0,2 мм

В.2.8 Вспомогательное оборудование:

- термометр 0-250°C	3 шт.
- перчатки термостойкие	2 шт.
- щетки 100 мм	2 шт.
- смазка или силиконовое масло	100г
- раствор для мытья рук	500г
- электрическая плита	1 шт.
- Горелка Бунзена	1 шт.
- таймер	1 шт.
- линейка стальная 300 мм	1 шт.
- рулетка 3 м	1 шт.
- грубые щетки	2 шт.
- мастерок	1 шт.
- молоток 2 кг	1 шт.
- клубок веревки	1 шт.
- струна	0,5 кг.
- маркер	1 шт.
- ткань	2 кг

Приложение С (справочное)

Оборудование

С.1 Механический распределитель для добавления и распределения вводимых заполнителей

С.1.1 Работы по фрезерованию и рециклингу дорожных слоев осуществляют комплектом оборудования для регенерации, который должен обеспечивать как минимум:

- фрезерование с электронной системой контроля глубины фрезерования;
- транспорт вяжущих и воды вместимостью не менее 10 м³, теплоизолированный и оборудованный термометром для индикации температуры в нижней трети;
- дозировка и распыление битумного вяжущего и/или гидравлического вяжущего и воды;
- смешивание и гомогенизация смеси.

С.1.2 Операцию контролируемой укладки регенерированной смеси проводят распределителем-укладчиком или в обоснованных случаях машиной, оборудованной системой выравнивания, с контролем при выполнении уклона поперечного и продольного профиля.

С.2 Звено уплотнения

С.2.1 При уплотнении регенерированного слоя применяют соответствующие технологии, обеспечивающие технические характеристики и степень уплотнения, предусмотренные нормативными документами.

С.2.2 Выбор, калибровка и установление количества проходов звена уплотнителей будет проводиться путем испытаний на пробном участке под руководством лаборатории для получения степени уплотнения.

С.2.3 Используемое оборудование должно обеспечивать регенерированному и уплотняемому слою характеристики уплотнения, предусмотренные в пункте 15.2.3.

С.2.4 Звено уплотнения может состоять из:

- a) для операции предварительного уплотнения:
 - каток тяжелый - виброкаток для земляного полотна, оснащенный при необходимости кулачковым валом; скорость движения которого никогда не превысит 3 км/ч.
- b) для операции уплотнения-отделки:
 - каток с гладким вальцом-вибратором, работающий на малой амплитуде,
 - каток с пневматическими шинами, не менее 10 тонн.

Толщина уплотняемого слоя	Минимальная статическая масса катка (тонн)
от 150 мм до 200 мм	15 - 20
от 201 мм до 250 мм	20 - 25

Приложение D (обязательное)

Определение плотности дорожных слоев с помощью прибора с конусом и песком в полевых условиях

D.1 Объект и область применения

D.1.1 Настоящее приложение к Кодексу устанавливает метод определения на местности плотности (степени уплотнения) материала насыпей, дорожных слоев из несвязных грунтов и гранулированных материалов, имеющих максимальный размер частиц 50 мм, с использованием конусного устройства и песка.

D.1.2 Определение плотности производят на местности при выполнении работ для установления степени уплотнения насыпей, верхнего слоя земляного полотна, а также слоев основания, состоящих из:

- механически укрепленного грунта;
- природных заполнителей, стабилизированных гидравлическими вяжущими (в том числе пуццолановыми);
- балласта, оптимальной смеси;
- природных заполнителей (песка, щебня).

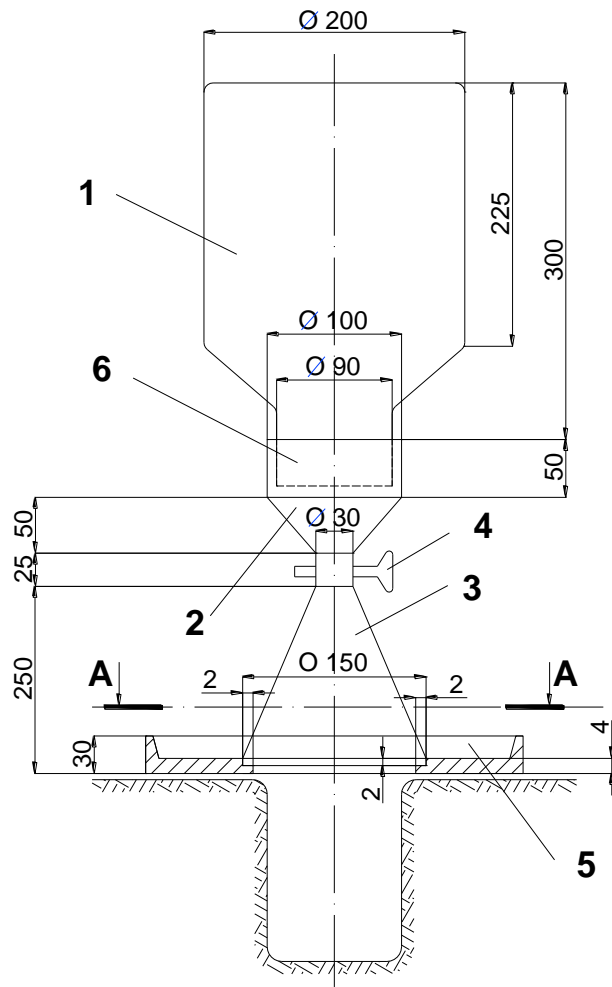
D.2 Принцип метода

Принцип метода заключается в определении плотности путем отношения массы материала, взятого из дорожных слоев, к его объему, определяемому с помощью отмеренного количества песка фракции 0,63 - 2.

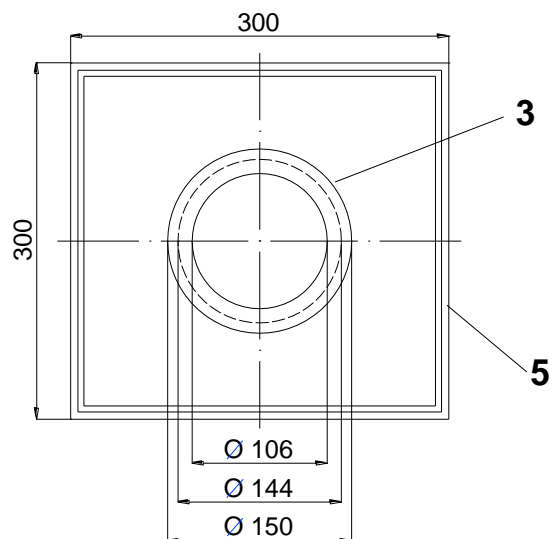
D.3 Оборудование

D.3.1 Оборудование и материалы состоят из:

- а) Конусного устройства, согласно рисунку А.1, состоящее из:
 - сосуда (1) вместимостью 3 - 5 дм³;
 - съемного элемента, состоящего из металлических конусов (2) и (3), сообщающихся друг с другом через металлический вентиль (4). Конус (2) соединяется резьбой с горловиной сосуда (1), а конус (3) обеспечивает опору прибора во время определения на металлическую пластину (5);
 - металлической пластины (5), предусмотренной с боковыми кромками, размерами согласно рисунку. В середине металлической пластины (5) выполнено отверстие диаметром 150 мм, в нижней кромке отверстия сделан вырез глубиной 2 мм, обеспечивающий плотную фиксацию большого конуса (3) на металлической пластине (5).
 - уплотнительного резинового кольца (6).
- б) Весов с номинальной нагрузкой не менее 1000 г и точностью ± 1 г.
- в) Технических весов I с нагрузкой 500 г и точностью $\pm 0,01$ г.
- г) Печи с постоянной температурой, регулируемой до $105 \pm 5^\circ\text{C}$.
- д) Молотка 1 кг, стамески, емкости, металлических штырей, щетки, ложки.



A - A



1 – сосуд; 2 и 3 - металлические конусы; 4 - металлический клапан; 5 - металлическая пластина;
6 - уплотнительное кольцо резиновое

Рисунок D.1 - Конусное устройство

D.4 Метод работы

D.4.1 Калибровка устройства

D.4.1.1 Подготовить примерно 10 кг промытого и высушенного песка, фракции 0,63-2.

D.4.1.2 Насыпную плотность (в очищенном состоянии) песка (ρ_{ga}) определяют в соответствии с SM SR EN 1097-3.

D.4.1.3 Массу песка (m_c), занимающего объем конуса (3), определяют следующим образом:

- наполнить емкость (1) собранного устройства с закрытым краном (4) примерно на 2/3 его высоты песком, приготовленным в соответствии с пунктом A.4.1.1;
- взвесить устройство без пластины и записать массу (m_i);
- на ровную горизонтальную поверхность постелить полиэтиленовую пленку или бумагу размером примерно 50х50 см и установить пластину (5) с конусным приспособлением так, чтобы край конуса (3) упирался в контур центрального отверстия пластины (6);
- полностью открыть клапан (4) и затем закрыть его после того, как песок в чаше (1) полностью заполнит конус (3);
- снять устройство с плиты и дать песку из конуса (3) стечь на пленку;
- взвесить устройство с оставшимся песком и записать массу (m_j). Разница между m_i и m_j представляет собой массу песка (m_c), оставшегося на пленке и занявшего объем, ограниченный поверхностью пленки и конусом (3).

D.4.2 Определение плотности слоев дороги

D.4.2.1 Количество определений и точек измерения плотности слоев дороги устанавливают в соответствии с условием минимума одного обследования на 200 м дороги (полосы) или 1500 м² дорожного покрытия и спецификациями проекта выполнения работы.

D.4.2.2 Горизонтальную поверхность слоя выравнивают и зачищают в точке определения и укладывают пластину (5), закрепляя штырями.

D.4.2.3 В промежутке плиты выкапывают примерно цилиндрическое отверстие диаметром 150 мм на всю толщину слоя, не нарушая стенок отверстия и взвешивают полученный материал, отмечая его массу (m_1).

D.4.2.4 Определяют содержание воды (влажности) (w) материала в приемке по SM EN ISO 17892-1.

D.4.2.5 Взвешивают конусное устройство с чашей (1), наполненной песком и записывают массу (m_2).

D.4.2.6 Закрепляют конусное устройство на пластине и полностью открывают клапан (4), который закрывается после заполнения песком, как приемка, так и конуса (3).

D.4.2.7 Взвешивают устройство с песком, оставшимся в сосуде (1), и записывают массу (m_3).

D.4.2.8 Песок из карьера можно использовать повторно только после его повторной подготовки в условиях, указанных в пункте A.4.1.1.

D.5 Расчет

D.5.1 Объем приемка V рассчитывают по соотношению:

$$V = \frac{m_2 - (m_3 + m_c)}{\rho_{ga}}, \quad (dm^3)$$

в котором:

m_2 - масса прибора с песком сорта 0,63 - 2 до испытания, кг;

m_3 - масса устройства с песком после проведения испытания, в килограммах;

m_c - масса песка сорта 0,63 - 2 из конуса (3), определяемая по пункту А.4.1.3, в килограммах;
 ρ_{ga} - насыпная плотность в рыхлом состоянии песка, определяемая по пункту А.4.1.2, в килограммах на кубический дециметр.

D.5.2 Плотность в сухом состоянии ρ_d материала в слое определяют по соотношению:

$$\rho_d = \frac{m_1}{V(1 + \frac{w}{100})}, \quad (kg/dm^3)$$

в котором:

m_1 - масса материала, полученного в результате рытья котлована, кг;
 w - влажность материала, определяемая по п. А.4.2.1;
 V - объем котлована, рассчитанный по п. 5.1, в дециметрах кубических.

D.5.3 Степень уплотнения определяют путем отношения плотности ρ_a к максимальной плотности в сухом состоянии, установленной для соответствующего материала согласно SM SR EN 13286-2 и сравнивают со степенью уплотнения, указанной в проекте выполнения.

D.6 Отчет об испытаниях

В протокол испытаний должны быть внесены как минимум следующие данные:

- дата выполнения теста;
- дорожный сектор;
- дорожный слой;
- результаты, полученные при калибровке прибора (ρ_{ga} и m_c);
- результаты определения плотности слоев.

Библиография

[1] Постановление Правительства № 285/1996 об утверждении Положения о приемке строительных работ и установленного оборудования, с последующими изменениями (Monitorul Oficial Republicii Moldova, 1996, Nr. 42-44, ст. 349).

Содержание

Предисловие	29
1 Область применения	30
2 Нормативные ссылки.....	30
3 Термины и определения	32
4 Общие положения.....	34
5 Классификация технологий холодного ресайклинга	35
6 Композиционные материалы. Требования.....	37
6.1 Общие требования	37
6.2 Заполнители.....	37
6.3 Битумные вяжущие.....	39
6.4 Активированный минеральный порошок.....	41
6.5 Поверхностно активные добавки (ПАВ).....	41
6.6 Вода	41
7 Состав и физико-механические характеристики регенерированной смеси.....	41
8 Установление оптимального состава регенерированной смеси.....	43
9 Регенерация эмульсией или вспененным битумом	44
9.1 Общие данные	44
9.2 Смесь регенерированная битумной эмульсией.....	44
9.3 Смесь регенерированная вспененным битумом	45
10 Устройство регенерированных слоев	45
11 Характеристики регенерированной смеси	45
12 Подготовительные работы.....	46
13 Фрезерование и выравнивание до отметки регенерированного слоя.....	46
14 Профилирование и уплотнение регенерированного слоя.....	46
15 Контроль качества выполненных работ	47
15.1 Контроль качества компонентов регенерируемой смеси.....	47
15.2 Контроль технологического процесса регенерации	47
15.3 Контроль качества регенерированного слоя.....	48
16 Приемка слоев холодной регенерации.....	48
Приложение А (обязательное) Получение вспененного битума	49
Приложение В (обязательное) Лабораторное оборудование.....	51
Приложение С (справочное) Оборудование.....	53
Приложение D (обязательное) Определение плотности дорожных слоев с помощью прибора с конусом и песком в полевых условиях	54
Библиография.....	58

Конец перевода

Membrii Comitetului tehnic pentru normare tehnică și standardizare în construcții CT-C D(01-04)
„Construcții hidrotehnice, rutiere și speciale” care au acceptat proiectul documentului normativ:

Președinte	Anii Ruslan
Secretar	Eremia Ion
Reprezentant al MIDR	Rogovei Radu
Membri	Bricicaru Ilie
	Proaspăt Eduard
	Burağa Andrei
	Bejan Sergiu
	Railea Alexandr
	Pașa Iurie
	Brăguța Eugen
	Cadociniov Anatolie

Utilizatorii documentului normativ sunt responsabili de aplicarea corectă a acestuia.

Este important ca utilizatorii documentelor normative să se asigure că sunt în posesia ultimei ediții și a tuturor amendamentelor.

Informațiile referitoare la documentele normative (data aplicării, modificării, anulării etc.) sunt publicate în "Monitorul Oficial al Republicii Moldova", Catalogul documentelor normative în construcții, în publicații periodice ale organului central de specialitate al administrației publice în domeniul construcțiilor, pe Portalul Național "e-Documente normative în construcții" (www.ednc.gov.md), precum și în alte publicații periodice specializate (numai după publicare în Monitorul Oficial al Republicii Moldova, cu prezentarea referințelor la acesta).

Amendamente după publicare:

Indicativul amendamentului	Publicat	Punctele modificate

Ediție oficială

**COD PRACTIC ÎN CONSTRUCȚII
CP D.02.12:2024**

**”Recomandări metodice pentru reabilitarea îmbrăcăminților rutiere
și fundațiilor prin metode de reciclare la rece”**

Responsabil de ediție G. Curilina

Tiraj ex. Comanda nr

**Tipărit IP OATUCL
str. Independenței 6/1
www.oatucl.md**