

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 Ţ I I

D.02.01

C O N S T R U C Ţ I I H I D R O T E H N I C E , R U T I E R E Ş I S P E C I A L E

CP D.02.01:2023

Drumuri și poduri

Ghid privind construcția fundațiilor și îmbrăcăminților din beton de ciment cilindrat

EDIȚIE OFICIALĂ

MINISTERUL INFRASTRUCTURII ȘI DEZVOLTĂRII REGIONALE

CHIȘINĂU 2023

Drumuri și poduri

Ghid privind construcția fundațiilor și îmbrăcăminților din beton de ciment cilindrât

CZU

Cuvinte cheie: beton cilindrât, compoziția amestecului RCC, ristul la rece, rostul proaspăt

Preambul

- 1 ELABORAT de către Î. S. „Administrația de Stat a Drumurilor”:
- 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. 06 din 25.10.2023.
- 3 APROBAT ȘI PUS ÎN APLICARE prin ordinul Ministerului Infrastructurii și Dezvoltării Regionale nr. 174 din 05.12.2023 (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2023, nr. 465-467, art. 1161), cu aplicare din 07.12.2023.
- 4 Redacția II.

Preambul național

Prezentul cod practic în construcții reprezintă redacția a doua a normativului CP D.02.01-2012 „Ghid privind construcția fundațiilor și îmbrăcăminților din beton vibrocilindrat”.

Necesitatea redactării a fost justificată prin faptul că pe parcurs a unsprezece ani de la aprobarea normativului s-au produs schimbări esențiale în legislație și documente normative (Legea drumurilor, nr.509, Legea fondului rutier, nr. 720), trecerea la standarde europene (HG 913/2016). În baza redacției noi au fost folosite rezultatele practicii mondiale de utilizare a betonului cilindrât (Roller-compacted concrete – RCC) cum ar fi: „Guide to Roller-Compacted Concrete Pavements” (American Concrete Institute, 2015); „Roller Compacted Concrete - Background to the Development of Highways England's Design Guidance and Specification” (Safety, Engineering and Standards Highways England, 2017); Raportul de investigație „Compacted Concrete Pavement” (Missouri University of Science and Technology, Center for Infrastructure Engineering Studies, 2022); Guide to roller compacted concrete for pavements (ERMCO (European Ready Mixed Concrete Organization), 2013) și alte materiale relevante.

Codul practic în construcții CP D.02.01:2023 „Ghid privind construcția fundațiilor și îmbrăcăminților din beton cilindrât” cuprinde cerințe de proiectare și construcție a fundațiilor și a îmbrăcăminților din beton de ciment cilindrât, de proiectare a compoziției și de producere a amestecurilor RCC, precum și controlul calității materialelor componente și lucrărilor executate.

Acest Cod practic în construcții se aplică la executarea fundațiilor și îmbrăcăminților rutiere din beton cilindrât și este pus în practică de toți factorii implicați în procesul investițional: producători de materiale pentru construcții, proiectanți, executanți de lucrări, specialiști cu activitate în domeniul construcțiilor atestați/autorizați în condițiile legii, investitori, proprietari, administratori, laboratoare de încercări în construcții autorizate/acreditate, precum și organisme de verificare/control etc.

Prevederile prezentului Cod se aplică la proiectarea, construcția, modernizarea, reabilitarea, repararea și întreținerea tuturor categoriilor tehnice ale drumurilor/străzilor și a altor zone realizate cu RCC.

Cuprins

Introducere.....	V
1 Domeniu de aplicare	1
2 Referințe normative.....	1
3 Termeni și definiții	4
4 Dispoziții generale.....	5
5 Alcătuirea și dimensionarea structurii rutiere din RCC	10
6 Caracteristicile specifice ale straturilor din RCC.....	13
6.1 Rezistența la îngheț-dezgheț	13
6.2 Rezistența la abraziune.....	14
6.3 Caracteristici ale suprafeței.....	14
7 Materiale. Condiții tehnice.....	15
7.1 Generalități.....	15
7.2 Agregate.....	14
7.3 Lianți.....	18
7.4 Apa de amestecare.....	20
7.5 Aditivi.....	20
7.6 Adaosurile (inclusiv filerile minerale și pigmentii)	20
8 Proiectarea amestecurilor de RCC. Condiții tehnice	21
8.1 Dispoziții generale.....	21
8.2 Metode de proiectare a amestecurilor RCC.....	22
8.3 Compoziția amestecurilor RCC.....	23
8.4 Caracteristicile fizico-mecanice ale amestecurilor RCC	26
9 Prepararea, transportul și punerea în operă amestecului RCC.....	27
9.1 Prepararea amestecului RCC	27
9.2 Transportul la șantier	30
9.3 Pregătire stratului inferior (suport)	31
9.4 Experimentarea punerii în opera a RCC.....	32
9.5 Așternerea stratului din RCC	32
9.6 Compactarea.....	35
9.7 Executarea rosturilor longitudinale de contact (de lucru)	38
9.8 Executarea rosturilor transversale de construcție.....	41
9.9 Executarea rosturilor transversale de deformație.....	42
9.10 Întreținerea RCC	45
9.11 Rugozitatea și planietatea suprafeței.....	46
9.12 Deschiderea circulației rutiere.....	46
10 Sectorul de testare	47
11 Controlul lucrărilor de execuție	47
Anexa A (informativă) Specificații pentru o îmbrăcămintă rutieră din RCC.....	51
Anexa B (informativă) Grosimea straturilor constructive ale structurii rutiere cu îmbrăcămintă de beton asfaltic pe fundație din beton de ciment	60
Anexa C (informativă) Remedierea defectelor și degradărilor a îmbrăcămintelor din RCC.....	61
Anexa D (normativă) Controlul protejării suprafeței RCC.....	65
Traducerea autentică a documentului în limba rusă.....	66

Introducere

Betonul de ciment cilindrat cu role (Roller-compacted concrete – în continuare RCC) își ia numele de la metoda de construcție. Este un beton în sensul că principalii săi compuși sunt agregatele, apa și cimentul. Nu se comporta la fel ca betonul tradițional în ceea ce privește structura sau punerea în operă. Nu necesită armături sau cofraje pentru punere în operă. RCC este preparat și așternut într-un mod similar cu mixturile asfaltice, având în același timp o performanță în funcționare similară cu îmbrăcăminți rigide.

Componentele acestor betoane sunt aceleași ca pentru betoanele de ciment tradiționale, dar proporțiile amestecului diferă prin faptul că granulozitatea și cantitatea agregatelor trebuie să fie astfel încât RCC să poată prelua, imediat după punerea în operă, sarcinile. Cea mai mare diferență între amestecurile de RCC și amestecurile de beton tradiționale este că RCC are un procent mai mare de agregate fine, ceea ce permite ambalarea și consolidarea strânsă internă ale agregatelor.

RCC este un material de construcție economic care permite construirea rapidă a îmbrăcăminților pentru camioane cu viteză redusă. Cu toate acestea, în ultimii ani, utilizarea sa în scopuri comerciale și pentru drumurile și străzile locale a crescut.

În practica mondială îmbrăcămințile din RCC se utilizează după cum urmează:

1) în cazul prezenței sarcinilor grele:

- porturi și aeroporturi;
- obiective militare;
- dotări intermodale;

2) la obiective industriale și/sau comerciale:

- depozite și spații industriale;
- parcuri comerciale și industriale;
- terminale pentru camioane/marfă, depozitare de mărfuri în vrac și centre de distribuție;

3) la drumuri:

- drumuri de acces la spații industriale și parcuri;
- drumuri urbane și rurale;
- straturi de bază și îmbrăcăminți la drumuri publice naționale și locale;
- benzi de circulație temporară pentru a devia traficul, etc.

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

Ghid privind construcția fundațiilor și îmbrăcăminților din beton de ciment cilindrât

Методические рекомендации по строительству оснований и покрытий из укатываемого бетона

Guide for the construction of bases and coatings of rolling cement concrete

Data punerii în aplicare: 2023 – 12 - 07

1 Domeniul de aplicare

1.1 Prezentul Cod practic în construcții privind construcția fundațiilor și îmbrăcăminților din beton de ciment cilindrât (în continuare – Cod) stabilește condițiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească amestecurile de beton de ciment cilindrât (Roller-compacted concrete – în continuare RCC) în etapele de proiectare a acestora, controlul calității materialelor componente, prepararea, transportul, punerea în operă, precum și straturile rutiere executate din aceste amestecuri.

1.2 Prezentul Cod se adresează tuturor factorilor implicați în procesul investițional: producători de materiale pentru construcții, proiectanți, executanți de lucrări, specialiști cu activitate în domeniul construcțiilor atestați/autorizați în condițiile legii, investitori, proprietari, administratori, laboratoare de încercări în construcții autorizate/acreditate, precum și organisme de verificare/control etc.

1.3 Acest Cod se aplică la proiectarea, construcția, modernizarea, reabilitarea, repararea și întreținerea tuturor categoriilor tehnice ale drumurilor/străzilor și a altor zone realizate cu RCC.

2 Referințe normative

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

CP H.04.04:2018	Beton. Specificație, performanță și conformitate
SM EN 196-1:2016	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 1: Determinarea rezistențelor mecanice
SM SR EN 196-2:2016	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 2: Analiza chimică a cimentului
SM EN 196-3:2017	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 3: Determinarea timpului de priză și a stabilității
SM SR EN 197-1:2014	Ciment. Partea 1: Compoziție, specificații și criterii de conformitate ale cimenturilor uzuale
SM EN 206:2013+A2:2021	Beton. Specificație, performanță, producție și conformitate
SM SR EN 450-1:2016	Cenușă zburătoare pentru beton. Partea 1: Definiții, condiții și criterii de conformitate
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: Analiză granulometrică. Site pentru încercare, 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 EN 933-7:2013	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 7: Determinarea conținutului de elemente cochiliere. Procent de cochilii în aggregate
SM EN 933-8+A1:2015	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 8: Evaluarea părților fine. Determinarea echivalentului de nisip
SM EN 933-9:2022	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 9: Evaluarea părților fine. Încercare cu albastru de metilen
SM SR EN 934-1:2013	Aditivi pentru beton, mortar și pastă. Partea 1: Cerințe comune
SM SR EN 934-2+A1:2014	Aditivi pentru beton, mortar și pastă. Partea 2: Aditivi pentru beton. Definiții, condiții, conformitate, marcare și etichetare
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 1097-1:2014	Încercări pentru determinarea proprietăților mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 1: Determinarea rezistenței la uzură (micro-Deval)
SM EN 1097-2:2020	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 2: Metode pentru determinarea rezistenței la sfărâmare
SM EN 1097-5:2015	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 5: Determinarea conținutului de apă prin uscare în etuvă ventilate
SM SR EN 1367-1:2013	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice și de alterabilitate ale agregatelor. Partea 1: Determinarea rezistenței la îngheț și dezgheț
SM SR EN 1367-2:2011	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice și de alterabilitate ale agregatelor. Partea 2: Încercarea cu sulfat de magneziu
SM EN 1744-1+A1	Încercări pentru determinarea proprietăților chimice ale agregatelor. Partea 1: Analiză chimică
SM EN 1992-1-1:2011	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri
SM EN 1992-1-1:2011/AC:2015	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri

SM EN 1992-1-1:2011/NA:2018	Anexa națională. Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri
SM EN 12350-1:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 1: Eșantionare și aparate commune
SM EN 12350-2:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 2: Încercarea de tasare
SM EN 12350-3:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 3: Încercare Vebe
SM EN 12350-4:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 4: Grad de compactare
SM EN 12350-6:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 6: Densitate
SM EN 12350-7:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 7: Conținut de aer. Metode prin presiune
SM EN 12350-7:2019/AC:2022	Încercare pe beton proaspăt. Partea 7: Conținut de aer. Metode prin presiune
SM EN 12390-1:2021	Încercări pe beton întărit. Partea 1: Formă, dimensiuni și alte cerințe pentru epruvete și tipare
SM EN 12390-3:2019	Încercare pe beton întărit. Partea 3: Rezistența la compresiune a epruvetelor
SM EN 12390-5:2019	Încercare pe beton întărit Partea 5: Rezistența la încovoiere a epruvetelor
SM SR EN 12390-6:2011	Încercare pe beton întărit. Partea 6: Rezistența la întindere prin despicare a epruvetelor
SM CEN/TS 12390-9:2017	Încercare pe beton întărit. Partea 9: Rezistență la îngheț-dezghet cu ajutorul sărurilor de dezghetare. Exfoliere
SM EN 12504-1:2019	Încercări pe beton în structuri. Partea 1: Carote. Prelevare, examinare și încercări la compresiune
SM EN 12504-1:2019/AC:2021	Încercări pe beton în structuri. Partea 1: Carote. Prelevare, examinare și încercări la compresiune
SM SR EN 12620+A1:2010	Agregate pentru beton
SM EN 12878:2015	Pigmenți pentru colorarea materialelor de construcții pe bază de ciment și/sau var. Specificații și metode de încercare
SM EN 13055:2016	Agregate ușoare
SM SR EN 13242+A1:2010	Agregate din materiale nelegate sau legate hidraulic pentru utilizare în inginerie civilă și în construcții de drumuri
SM SR EN 13242+A1:2010/ C91:2022	Agregate din materiale nelegate sau legate hidraulic pentru utilizare în inginerie civilă și în construcții de drumuri
SM SR EN 13263-1+A1:2010	Silice ultrafină pentru beton. Partea 1: Definiții, condiții 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 SR EN 13286-2: 2011/ AC:2018	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 13286-4:2022	Amestecuri de agregate netratate și tratate cu lianți hidraulici. Partea 4: Metode de determinare în laborator a masei volumice de referință și a conținutului de apă. Ciocan vibrator
SM SR EN 13286-50:2011	Amestecuri de agregate tratate și netratate cu lianți hidraulici. Partea 50: Metoda de confecționare prin compactare cu un aparat. Proctor sau o masă vibratoare a epruvetelor din agregate tratate cu lianți hidraulici
SM SR EN 13286-51:2011	Amestecuri de agregate tratate și netratate cu lianți hidraulici. Partea 51: Metoda de confecționare prin compactare cu ciocan vibrator a epruvetelor din agregate tratate cu lianți hidraulici
SM EN 13808:2014	Bitum și lianți bituminoși. Cadrul specificațiilor pentru emulsiile bituminoase cationice
SM EN 13877-2:2013	Structuri rutiere de beton. Partea 2: Cerințe funcționale pentru structurile rutiere de beton
SM EN 14227-1:2015	Amestecuri tratate cu lianți hidraulici. Specificații. Partea 1: Amestecuri granulare tratate cu ciment
SM SR EN 15167-1:2010	Zgură granulată de furnal măcinată pentru utilizare în beton, mortar și pastă. Partea 1: Definiții, specificații și criteriile de conformitate

3 Termeni și definiții

În prezentul Cod se utilizează termenii stabiliți în SM SR 4032-1 completate cu definițiile corespunzătoare:

3.1

Agregate

Materiale minerale (nisip, pietriș, zgură, piatră concasată), care intră în compoziția amestecurilor de beton.

3.2

Amestec rigid din beton

Amestec de beton care se caracterizează printr-o lucrabilitate determinată cu vâscozimetrul standard în limita de 40-80 de secunde, conform SM EN 12350-3, valoare, ce se determină pe șantier la livrarea RCC.

3.3

Beton de ciment cilindrât (RCC)

Beton greu, obținut din amestec rigid de beton, care se compactează prin cilindrare (cu rulouri compactoare cu acțiune mecanică și dinamică).

3.4

Fundația structurii rutiere

Partea portantă rigidă a structurii rutiere, care asigură, împreună cu straturile superioare, redistribuirea și reducerea presiunii asupra straturilor inferioare ale fundației, sau asupra pământului din terasament.

3.5

Îmbrăcămintă rutieră

partea portantă superioară a structurii rutiere, expusă în mod direct la acțiunea sarcinii de transport, a factorilor atmosferici și care protejează straturile inferioare.

3.6**Rezistența la îngheț-dezghet**

capacitatea de a menține proprietățile fizico-mecanice la acțiunea multiplă a ciclurilor de îngheț-dezghet.

3.7**Rostul la rece**

rostul realizat în cazul când se întrerupe turnarea betonului, cu reluarea așternerii după finalizarea prizei amestecului de beton așternut anterior.

3.8**Rost longitudinal proaspăt**

rost longitudinal între benzile adiacente așternute până la finalizarea prizei (până la 90 de minute) amestecului de beton cu scopul asigurării coeziunii acestora. Rostul longitudinal proaspăt ulterior nu se taie.

4 Dispoziții generale

4.1 În practica mondială îmbrăcămințile din RCC se utilizează după cum urmează:

- 1) în cazul prezenței sarcinilor grele:
 - porturi și aeroporturi;
 - obiective militare;
 - dotări intermodale;
- 2) la obiective industriale și/sau comerciale:
 - depozite și spații industriale;
 - parcuri comerciale și industriale;
 - terminale pentru camioane/marfă, depozitare de mărfuri în vrac și centre de distribuție;
- 3) la drumuri:
 - drumuri de acces la spații industriale și parcuri;
 - drumuri urbane și rurale;
 - straturi de bază și îmbrăcăminți la drumuri publice naționale și locale;
 - benzi de circulație temporară pentru a devia traficul, etc.

4.2 Structurile rutiere din RCC combină diverse aspecte ale practicilor de construcție a structurilor rutiere din beton de ciment tradiționale cu unele metode de construcție tipice îmbrăcăminților asfaltice. Totodată, necătd la faptul că îmbrăcămințile din RCC sunt compactate ca și îmbrăcămințile asfaltice, materialele și proprietățile ale RCC sunt similare cu cele ale îmbrăcăminților din beton tradițional.

4.3 În comparație cu îmbrăcămințile asfaltice, precum și cu îmbrăcămințile din beton de ciment, RCC prezintă multiple avantaje:

- RCC poate fi proiectat pentru a avea rezistență ridicată la încovoiere, la compresiune și la forfecare, ce permite să suporte sarcini grele;
- datorit permeabilității scăzute RCC are o rezistență mai mare la acțiunile de îngheț – dezghet;
- RCC elimină apariția fâgașelor;
- RCC rezistă la uzură, chiar și sub sarcini grele și volum mare de trafic;
- amestecurile RCC pot utiliza atât agregate fine naturale cât și artificiale;
- în RCC pot fi utilizate agregate fine, care nu sunt adecvate pentru îmbrăcămințile asfaltice;
- în funcție de amestec și folosind finisoare de asfalt grele, RCC poate fi așternut în straturi cu grosime de până la 25 cm;
- datorită culorii deschise a suprafeței îmbrăcăminților RCC, cerințele de iluminare sunt reduse.

4.4 În comparație cu îmbrăcămințile din beton de ciment tradiționale, RCC prezintă și câteva avantaje suplimentare:

- construcția RCC este mai rapidă;
- conținutul mai scăzut de pastă în RCC asigură tasarea mai mică a betonului și reducerea formării fisurilor cauzate de eforturile legate de tasare;
- RCC necesită un conținut mai mic de ciment pentru a obține o rezistență mecanică similară;
- pentru prepararea mixturilor RCC pot fi utilizate agregate din beton reciclat, ceea ce este deosebit de

important în cazul în care acestea provin din structura rutieră înlocuită;

- stabilitatea ridicată a scheletului granulat, bine clasificat și compactat corespunzător RCC permite deplasarea traficului la vârste foarte fragede (după 72 ore). Această proprietate este foarte benefică pentru lucrări cum ar fi punerea în serviciu a straturilor îmbrăcăminte drumurilor de evacuare de urgență în caz de dezastre sau unele aplicații militare;
- costul inițial redus al îmbrăcămintelor din RCC împreună cu o durată de viață lungă și întreținere minimă, majorează eficacitatea acestora.

4.5 Pentru asigurarea aderenței suprafeței de rulare din RCC cel mai frecvent este acoperit cu un strat de uzură din beton asfaltic, cu o grosime de câțiva centimetri și rugozitatea necesară sau tratamente bituminoase inverse. O altă soluție care se folosește în unele țări pentru a obține rezistență mare la derapare este strierea mecanizată longitudinală sau transversală cu utilaje speciale care dispun de un set de discuri circulare, având coroana din diamante sau oțel.

4.6 La executarea lucrărilor de realizare a straturilor din RCC trebuie de ținut cont de următoarele:

- realizarea îmbrăcăminții din RCC fără strierea mecanizată (cu diamante) nu se recomandă pentru drumuri cu circulația la viteze mari;
- cantitatea de RCC care poate fi amestecată este de regulă mai mică decât pentru betonul tradițional, datorită rigidității amestecului;
- mai multe straturi orizontale și dale adiacente trebuie executate timp de o oră pentru a asigura o bună aderență (cu excepția îmbinării la rece);
- marginile îmbrăcăminții sunt mai greu de compactat pentru a atinge calitatea necesară;
- datorită conținutului de apă relativ scăzut, îmbrăcămintea din RCC pentru vreme caldă necesită o îngrijire suplimentară pentru a minimiza pierderea de apă prin evaporare;
- datorită conținutului mic de apă, cerințele față de compoziția amestecului pot fi mai dure pentru RCC decât pentru betonul tradițional.

4.7 RCC este un material cu liant hidraulic având rezistențele la compresiune și la întindere prin încovoiere similare cu cele a betonul tradițional (adică o rezistență la compresiune \geq C30/37).

4.8 RCC este un material cu tasare zero care trebuie compactat cu rolă pentru a obține densitatea necesară. RCC diferă de materialele tradiționale cu lianți hidraulici prin faptul că poate asigura traficul suprafața de uzură datorită obținerii rapide a rezistenței și este un material care nu se încadrează în domeniul de aplicare actual a standardului european SM EN 14227-1, sau a standardului european SM EN 206+A2, fără a utiliza specificația „Alte cerințe tehnice”.

4.9 Diferențele de bază între îmbrăcămintele din RCC și din beton de ciment tradițional sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1 – Compararea îmbrăcămintelor din beton de ciment tradițional și RCC

Materiale și metode de execuție generale	Tipul îmbrăcăminții	
	Din beton de ciment tradițional	Din RCC
Proporțiile materialelor în amestec	Agregatele grosiere și fine bine clasificate reprezintă de regulă 60 - 75 la sută din volumul amestecului. Un raport tipic apă- ciment (g/cm) este de 0,40 - 0,45, ceea ce permite ca o pastă de ciment să fie suficient de umedă pentru a acoperi complet particulele de agregat și a umple spațiile dintre particule (a se vedea Figura 1).	Agregatele dense grosiere și fine bine sortate constituie de regulă 75 - 85 la sută din volumul amestecurilor RCC. Amestecurile RCC sunt mai uscate decât cele din betonul tradițional datorită conținutului mai mare de agregate fine și conținutului redus de ciment și apă (a se vedea Figura 1).

(continuă)

Tabelul 1 (continuare)

Materiale și metode de execuție generale	Tipul îmbrăcăminții	
	Din beton de ciment tradițional	Din RCC
Lucrabilitate	Amestecul este plastic, fluid și relativ rigid (tasarea de aproximativ 5,1 cm), astfel încât poate fi distribuit de finisor de ciment cu păstrarea formei.	Amestecul are consistența agregatelor umede, cu granulozitatea densă. Amestecul RCC relativ uscat și rigid (cu tasarea zero) nu este suficient de fluid pentru a fi distribuit de finisor tradiționale de beton.
Realizarea îmbrăcăminții	Amestecul este plasat înaintea unui finisor cu cofraje glisante, care apoi o repartizează, o nivelează, o consolidează prin vibrații.	De regulă, amestecul RCC este distribuit cu un repartizator-finisor de asfalt autopropulsat, de mare capacitate, utilizând o grindă finisoare, pentru compactarea inițială a amestecului într-o dală cu grosime uniformă. Aceste tipuri de repartizator-finisor de asfalt sunt esențiale pentru o execuție calitativă, în special în cazul îmbrăcăminților groase. Cofrajele nu sunt necesare. Amestec din RCC este de regulă distribuit în strat cu grosime de la 15,2 cm până la 20,3 cm (minim 10,2 cm și maxim 25,4 cm).
Consolidare (în primul rând eliminarea aerului neantrenat)	Consolidarea are loc direct în masa betonului. Inițial, vibratoarele interne și vibratoarele de suprafață ale finisorului de beton fluidizează betonul plastic, eliberând aer. După repartizarea betonului și până la priza inițială, are loc o compactare suplimentară cauzată de prin sedimentarea particulelor solide (ciment și agregate) și ridicarea la suprafață a apei (infiltrație)	Consolidarea se realizează din exterior prin compactarea betonului cu role, de regulă în primele 60 de minute după amestecare (înainte de întărirea pastei) sau până la 2 ore prin introducerea în amestec a adausurilor prelungitoare de priză.
Finisare	Finisarea se realizează înainte de inițierea prizei. Betonul tradițional este de regulă texturat mecanic pentru a îmbunătăți frecarea.	Deși suprafața îmbrăcăminții din RCC are de regulă o textură rugoasă (similară cu cea din asfalt), utilizarea agregatelor fine și/sau a cimentului suplimentar poate crea o suprafață mai densă (mai aproape de betonul tradițional). RCC poate fi texturat prin strierea mecanizată cu diamant.
Hidratarea	Hidratarea adecvată a amestecului de beton este esențială pentru durabilitatea îmbrăcăminții de beton. Pentru hidratare corectă este foarte importantă tratarea și protejarea betonului.	Hidratarea adecvată a amestecului RCC este esențială pentru durabilitatea pe termen lung a îmbrăcăminții de beton. Pentru hidratare corectă este foarte importantă tratarea și protejarea betonului (în deosebi primele 7 zile).
Tratarea și protejarea	Este foarte important de inițiat tratarea și protejarea betonului cât mai curând posibil după repartizarea acestuia pentru a controla evaporarea apei de pe suprafața betonului, astfel încât apa să fie disponibilă pentru hidratarea cimentului, ceea ce conduce la formarea pastei puternic întărite care leagă particulele de agregat.	Tratarea și protejarea betonului trebuie să înceapă cât mai curând posibil după compactare. Trebuie controlată evaporarea apei de pe suprafața betonului, astfel încât aceasta să fie disponibilă pentru hidratarea cimentului, ceea ce conduce la formarea pastei puternic întărite care leagă particulele de agregat.

(continuă)

Tabelul 1 (sfârșit)

Materiale și metode de execuție generale	Tipul îmbrăcămînții	
	Din beton de ciment tradițional	Din RCC
Fisurare, transfer de sarcină și armare	La îmbrăcămînți rutiere tradiționale cu rosturi, localizarea fisurilor este controlată prin tăierea rosturilor, cu gujoane pentru transferul sarcinii (pentru îmbrăcămînți de 20,3 cm sau mai groase), iar ancorele de legătură longitudinale sunt folosite pentru a ajuta la interblocarea agregatelor. În îmbrăcămînți de beton armat, fisurile subțiri pot apărea în mod natural la distanțe mici una față de altă, iar armătura din oțel, împreună cu interblocarea agregatelor, ajută la transferul sarcinii.	În îmbrăcămînțile din RCC de regulă rosturile nu se tăie. În cazuri în care tăierea rosturilor nu se prevede, crăpăturile aleatorii, aflate la o distanță de 4,6 până la 9,1 (12) m între ele, sunt în mod normal etanșe, permițând transferul sarcinii prin interblocarea agregatelor. Tăierea rosturilor, prevăzută pentru a controla fisurile aleatorii, de regulă se aplică drumurilor cu trafic de autoturisme și camioane. În RCC se taie mai puține rosturi transversale decât în îmbrăcămînțile din beton tradiționale la distanțe mai mari (de la 4,6 până la 9,1 (12) m). Din cauza modului de consolidare a RCC, nu este posibilă pozarea gujoanelor sau ancorelor în rosturile îmbrăcămînții.

4.10 Amestecurile RCC au de regulă un volum mai mic de lianți, agregate grosiere și apă decât în amestecurile de beton tradiționale și un volum mai mare de agregate fine, care reduc golurile de aer din îmbrăcămînți rutiere (Figura 1). Agregatele fine din RCC sunt mai compacte decât în betonul tradițional (Figura 2). Structura compactă contribuie la frecare între particule/interblocarea agregatelor mare și asigură capacitatea portantă inițială a îmbrăcămînții.

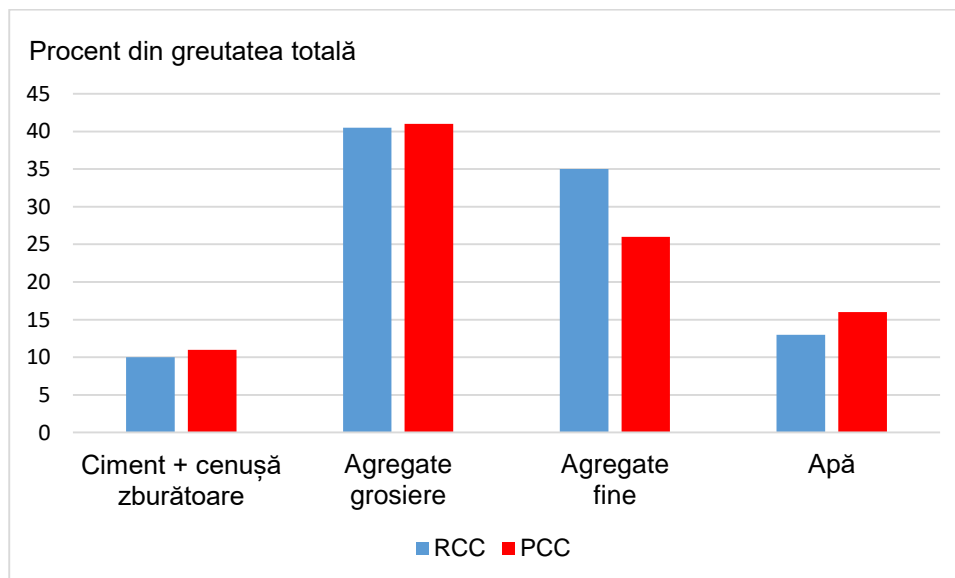


Figura 1 - Compararea materialelor din betonul tradițional și RCC

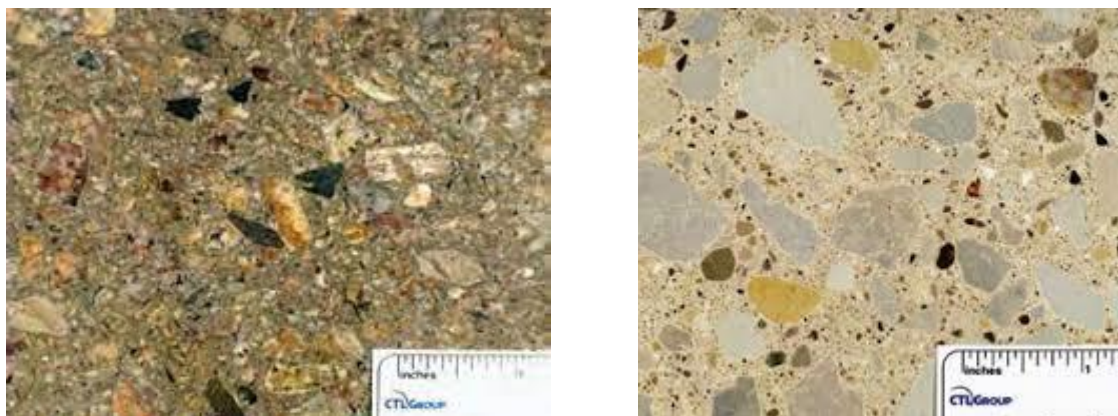


Figura 2 - Comparație între distribuția agregatelor în betonului de ciment tradițional (PCC, stânga) și RCC (dreapta)

4.11 Imediat după așternere, betonul tradițional este într-o stare plastică până când hidratarea începe să întărească pasta și să lege agregatele împreună. Îmbrăcămintea tradițională din beton de ciment nu are capacitate portantă suficientă pentru a susține traficul ocazional de vehicule ușoare până nu ajunge sau trece perioada de tăiere a rosturilor.

4.12 Spre deosebire, RCC are suficientă capacitate portantă pentru a suporta traficul ocazional de vehicule ușoare (cum ar fi un vehicul care intră sau iese de pe partea carosabilă) imediat după așternere. Această capacitate portantă se datorează procesului de compactare, care creează frecare între particulele (interblocarea agregatelor) și susține traficul ocazional de vehicule ușoare pe RCC fără a deteriora sau perturba materialul.

4.13 Cu toate acestea, traficul, în afară de vehicule ușoare ocazionale, nu este recomandat până când atât RCC, cât și betonul tradițional nu ating o rezistență la compresiune adecvată, de regulă de la 13,8 MPa până la 17,2 MPa.

4.14 O ilustrare conceptuală a capacității portante a îmbrăcăminților rutiere din beton tradițional și din RCC în primele etape după așternere este prezentată în Figura 3.

Spațiu lăsat intenționat

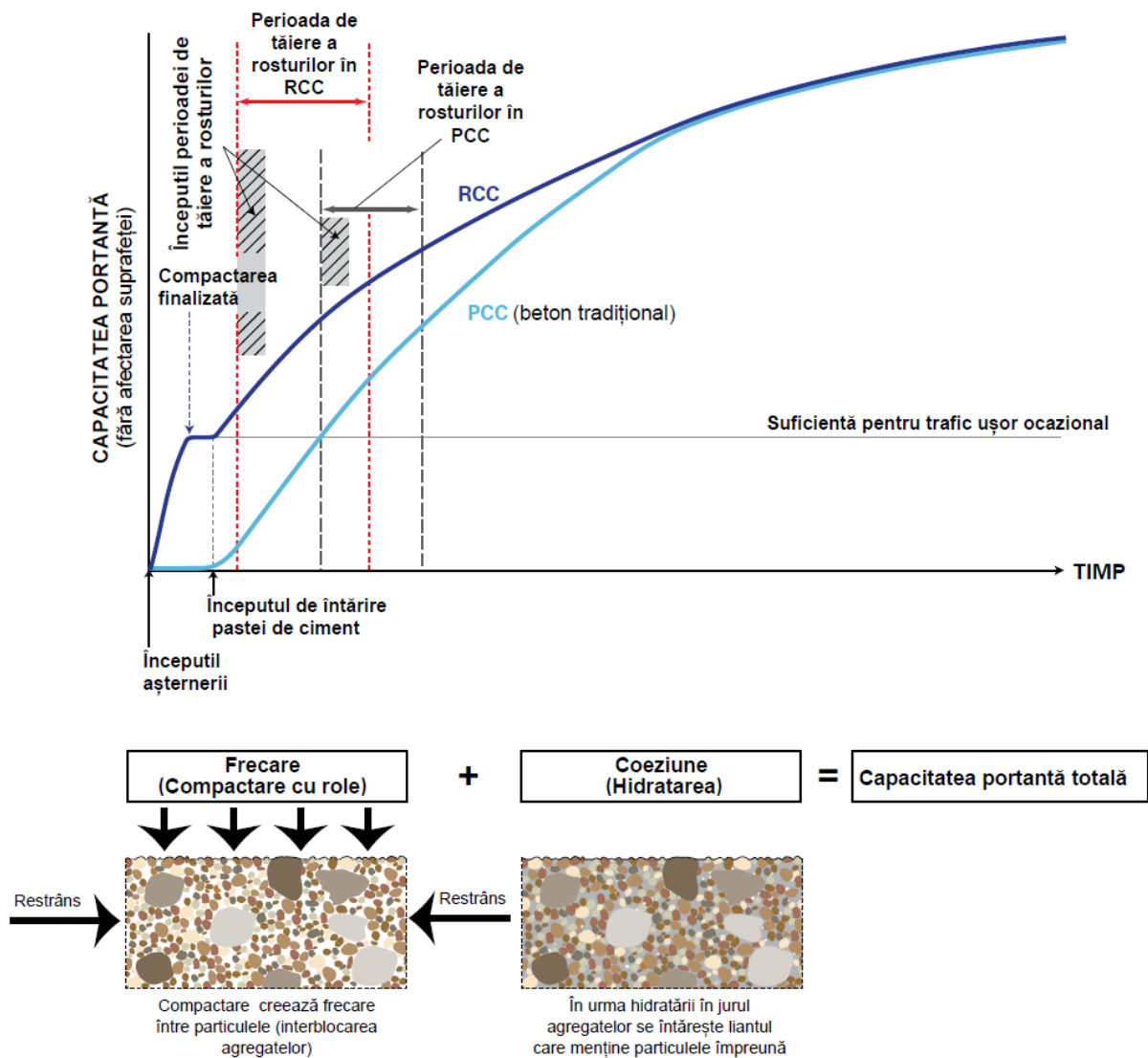


Figura 3 - Capacitatea portantă a betonului tradițional și RCC în primele zile

5 Alcătuirea și dimensionarea structurii rutiere din RCC

5.1 Preponderent structurile rutiere cu fundații din RCC vor fi proiectate la drumurile de categoriile I – III, cu îmbrăcămiși din RCC - la drumurile de categoriile III-V, iar cu o argumentare tehnico-economică poate fi utilizat și pentru categoriile I-II.

5.2 RCC, ca și în cazul structurilor rutiere din beton de ciment tradiționale, se încadrează în categoria structurilor rutiere rigide. Proiectarea structurii rutiere din RCC se reduce la determinarea grosimii dalei.

5.3 Structurile rutiere cu îmbrăcămiși bituminoase pe fundații din RCC se consideră îmbrăcămiși rutiere rigide sau după caz semirigide.

5.4 Datele inițiale pentru proiectarea structurilor rutiere sunt: capacitatea portantă, tipul și grosimea straturilor de bază, rezistența la întindere prin încovoiere a dalei din RCC, tipul și frecvența de încărcare (exprimate în milioane axe standard pe durata de viață proiectată).

5.5 Abordarea de proiectare implică ipoteza de rezistență a structurii rutiere la oboseală, adică aplicarea sarcinilor de anumite mărimi, la anumite grade de solicitare fără rupere.

5.6 Coeficientul de oboseală a betonului (k), prezintă raportul dintre tensiune de întindere la încovoiere și rezistența la încovoiere:

$$k = \frac{\sigma}{R} \quad (1)$$

unde:

σ - tensiunea critică de întindere la încovoiere, este tensiunea maximă de întindere la partea inferioară a dalei îmbrăcăminții din beton;

R - rezistența la încovoiere (sau modulul de rupere) este rezistența la încovoiere a betonului determinată prin testarea grinzii folosind încărcarea în mijloc.

5.7 La dimensionarea îmbrăcăminții din RCC, grosimea dalei sau rezistența betonului se mărește până când coeficientului de oboseală se reduce suficient pentru a asigura o performanță la oboseală adecvată.

5.8 Grosimea minimă a dalei din RCC este de 10 cm, iar cea maximă de 25,4 cm.

5.9 Grosimea straturilor superioare ale îmbrăcăminții rutiere din beton asfaltic va fi determinată prin calcul, în funcție de categoria drumului și grosimea fundației. Pentru a asigura rezistența la forfecare și posibilitatea de execuție a unei structuri din două straturi, grosimea totală a straturilor superioare ale îmbrăcăminții rutiere va fi de cel puțin 8 cm (Anexa B).

5.10 Rezistența betonului la întindere prin încovoiere, este de regulă derivată din clasa de rezistență a betonului la compresiune, stabilită în proiect. Tabelul 1 prezintă relația între rezistența la întindere prin încovoiere medie și clasa de rezistență la compresiune conform SM EN 1992-1-1.

Relația dată în tabelul 2 se bazează pe rezistența medie la compresiune, care constituie 8 N/mm² pentru proba sub forma de cilindru, sau 10 N/mm² de cub. În unele surse tehnice se utilizează o valoare mai mică (mai sigură) egală cu 7 N/mm² rezistență pentru proba - cub.

Tabelul 2 - Relația dintre clasa de rezistență la compresiune și rezistența medie la întindere prin încovoiere conform SM EN 1992-1-1.

Clasa de rezistență la compresiune	Rezistența medie la întindere prin încovoiere, MPa
C8/10	16
C12/15	20
C16/20	24
C20/25	28
C25/30	33
C30/37	38
C35/45	43
C40/50	48
C45/55	53
C50/60	58
C55/67	63
C60/75	68
Notă - Din motive funcționale se recomandă ca clasa minimă de rezistență pentru betonul folosit la drumuri să nu fie mai mică de C20/25 (CC20 conform SM EN 13877-2)	

5.11 În cazul în care la proiectarea îmbrăcăminților din RCC se utilizează programe de proiectare a structurilor rutiere tradiționale, se recomandă ca nivelul de fiabilitate tacit să fie majorat cu 5% pentru a obține rezultate comparabile cu cele ale programului specializat de proiectare a structurilor din RCC.

5.12 Cu excepția cazului în care fisurarea aleatorie este acceptabilă, locațiile rosturilor de contracție trebuie prezentate pe desene ca pentru proiectarea structurii rutiere rigide.

5.13 Platforma drumului, stratul de formă și bază pentru îmbrăcămințile din RCC trebuie să respecte aceleași cerințe ca și pentru îmbrăcămințile tradiționale din beton. Capacitatea portantă a platformei drumului, stratului de formă și/sau bazei trebuie să permită compactarea potrivită a fiecărui strat din RCC așternut. Umiditatea stratului de formă influențează stratul din RCC deoarece partea inferioară a îmbrăcăminții din RCC este supusă la cele mai mari tensiuni de încovoiere. Orice exces de apă din

straturi inferioare poate majora raportul a/c al RCC și, astfel, reduce rezistența mecanică. Prin urmare, zonele cu umiditate excesivă trebuie asanate și re-compactate sau executate cu înlocuirea materialului umed. Umiditatea din platforma drumului și stratul de formă trebuie corespunzător controlată.

5.14 Grosimea îmbrăcăminții din RCC a drumurilor cu intensitate mică, drumurilor locale și străzilor cu sau fără borduri, rigole sau acostamente din RCC poate fi adoptată conform Tabelului 3 și Tabelului 4. Spre exemplu: strada colectoare cu acostamente din RCC cu intensitatea de 500 vehicule/zi, modulul de reacție al pământului de fundare (coeficientul de pat) $k=27$ MPa/m, Modulul de rupere a betonului 4,5 MPa – grosimea stratului (conf. tabelului 3) 18 cm.

Tabelul 3 - Grosimea îmbrăcăminții rutiere din RCC, în cm, cu borduri, rigole sau acostamente din RCC

Modulul de reacție al pământului de fundare $k = 13,5$ MPa/m					Modulul de reacție al pământului de fundare $k = 27$ MPa/m					Media zilnică anuală a autocamioanelor, vehicule/zi
Modulul de rupere, MPa					Modulul de rupere, MPa					
3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	
15,5	15,5	15,5	13	13	15,5	13	13	13	13	3
18	18	15,5	15,5	15,5	18	15,5	15,5	13	13	10
18	18	15,5	15,5	15,5	18	15,5	15,5	13	13	20
18	18	15,5	15,5	15,5	18	15,5	15,5	13	13	50
20	20	18	18	18	20	18	18	15,5	15,5	50
23	20	20	18	18	20	18	18	18	15,5	100
23	20	20	20	20	20	20	18	18	18	500
23	20	20	20	20	20	20	18	18	18	100
23	23	20	20	20	23	20	18	18	18	500
25,5	23	23	20	20	23	23	20	20	18	400
25,5	25,5	23	23	23	23	23	20	20	20	800
28	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	23	23	23	23	1500
23	20	20	18	18	20	20	18	18	15,5	300
23	23	20	20	20	20	20	18	18	18	700
25,5	23	23	20	20	23	23	20	20	18	400
25,5	25,5	23	23	23	23	23	20	20	20	800
Modulul de reacție al pământului de fundare $k = 54$ MPa/m					Modulul de reacție al pământului de fundare $k = 81$ MPa/m					Media zilnică anuală a autocamioanelor, vehicule/zi
Modulul de rupere, MPa					Modulul de rupere, MPa					
3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	
13	13	13	10	10	13	13	10	10	10	3
15,5	13	13	13	13	15,5	13	13	13	10	10
15,5	15,5	13	13	13	15,5	13	13	13	10	20
15,5	15,5	13	13	13	15,5	13	13	13	13	50
18	18	15,5	15,5	15,5	18	15,5	15,5	15,5	13	50
18	18	15,5	15,5	15,5	18	15,5	15,5	15,5	13	100
20	18	18	15,5	15,5	18	18	15,5	15,5	15,5	500
20	18	18	15,5	15,5	18	18	15,5	15,5	15,5	100
20	18	18	18	18	18	18	18	18	18	500
20	20	18	18	18	20	18	18	18	18	400
23	20	20	18	18	20	20	18	18	18	800
23	20	20	20	20	20	20	20	20	20	1500
18	18	18	15,5	15,5	18	18	15,5	15,5	15,5	300
20	18	18	18	18	18	18	15,5	15,5	15,5	700
20	20	18	18	18	20	18	18	18	18	400
23	20	20	18	18	20	20	18	18	18	800

Tabelul 4 - Grosimea îmbrăcăminții rutiere din RCC, în cm, fără borduri, rigole sau acostamente din RCC

Modulul de reacție al pământului de fundare k = 13,5 MPa/m					Modulul de reacție al pământului de fundare k = 27 MPa/m					Media zilnică anuală a autocamioanelor, vehicule/zi
Modulul de rupere, MPa					Modulul de rupere, MPa					
3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	
18	18	15.5	15.5	15.5	18	15.5	15.5	15.5	13	3
20	20	18	18	15.5	18	18	18	15.5	15.5	10
20	20	20	18	18	20	18	18	15.5	15.5	20
20	20	20	18	18	20	18	18	18	15.5	50
25.5	23	23	20	20	23	20	20	18	18	50
25.5	23	23	20	20	23	20	20	20	18	100
28	25.5	23	23	20	25.5	23	20	20	20	500
28	25.5	23	23	20	25.5	23	20	20	20	100
28	25.5	25.5	23	23	25.5	23	23	20	20	500
30.5	28	25.5	25.5	23	28	25.5	23	23	20	400
30.5	28	28	25.5	25.5	28	25.5	25.5	23	23	800
30.5	30.5	28	28	28	28	25.5	25.5	25.5	25.5	1500
25.5	25.5	23	23	20	23	23	20	20	18	300
28	25.5	23	23	23	25.5	23	23	20	20	700
30.5	28	25.5	25.5	23	28	25.5	23	23	20	400
30.5	30.5	28	25.5	25.5	28	25.5	25.5	23	23	800
Modulul de reacție al pământului de fundare k = 54 MPa/m					Modulul de reacție al pământului de fundare k = 81MPa/m					Media zilnică anuală a autocamioanelor, vehicule/zi
Modulul de rupere, MPa					Modulul de rupere, MPa					
3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	
15.5	15.5	13	13	13	15.5	13	13	13	13	3
18	15.5	15.5	15.5	13	15.5	15.5	15.5	13	13	10
18	18	15.5	15.5	15.5	18	15.5	15.5	15.5	13	20
18	18	15.5	15.5	15.5	18	15.5	15.5	15.5	13	50
20	20	18	18	15.5	20	18	18	15.5	15.5	50
20	20	18	18	18	20	18	18	15.5	15.5	100
23	20	20	18	18	20	20	18	18	18	500
23	20	20	18	18	20	20	18	18	18	100
23	20	20	20	20	23	20	20	18	18	500
25.5	23	23	20	20	23	23	20	20	18	400
25.5	23	23	20	20	23	23	20	20	20	800
25.5	23	23	23	23	25.5	23	23	23	23	1500
23	20	20	18	18	20	20	18	18	18	300
23	20	20	18	18	20	20	18	18	18	700
25.5	23	23	20	20	23	23	20	20	18	400
25.5	23	23	20	20	23	23	20	20	20	800

6 Caracteristicile specifice ale straturilor din RCC

6.1 Rezistența la îngheț-dezghet

6.1.1 RCC rar este antrenat cu aer și experiența a arătat că antrenarea aerului nu este necesară, chiar și în condițiile în care există posibilitatea deteriorării din îngheț-dezghet. În acest caz, agregatele trebuie să fie rezistente la îngheț-dezghet și de aceea specificația modelului (Anexa A) include această cerință. Trebuie să existe suficient material fin pentru crearea structurii închise și RCC trebuie compactat conform specificațiilor tehnice, astfel încât să fie atinsă rezistența programată.

6.1.2 RCC, ca și structura rutieră din blocuri de beton, obține o mare parte din rezistența sa la îngheț-dezghet prin prezența unor goluri de aer încorporate de dimensiuni similare cu golurile de aer antrenat.

6.1.3 Pentru structurile rutiere supuse ciclurilor de îngheț-dezghet, testarea la îngheț-dezghet este recomandată ca parte a testării inițiale a amestecului RCC. Cu toate acestea, criteriile aplicate la multe teste de rezistență la îngheț-dezghet sunt destul de stricte și este posibil să nu fie atinse de RCC (și alte betoane) care au funcționat bine în practică.

6.1.4 Rezistența la îngheț-dezgheț al RCC poate fi asigurată prin:

- utilizarea agregatelor solide, nedestructive, durabile;
- utilizarea agregatelor dense, cu o bună granulozitate;
- utilizarea unei cantități adecvate de ciment Portland și majorarea conținutului de pastă;
- compactare la cel puțin 98% din densitatea Proctor modificată;
- reducerea raportului A/C la mai puțin de 0,40;
- utilizarea pulberii de microsiline ca înlocuitor parțial al cimentului;
- utilizarea aditivilor de antrenare a aerului când este compatibil cu amestecul;
- întărire adecvată și în timp util.

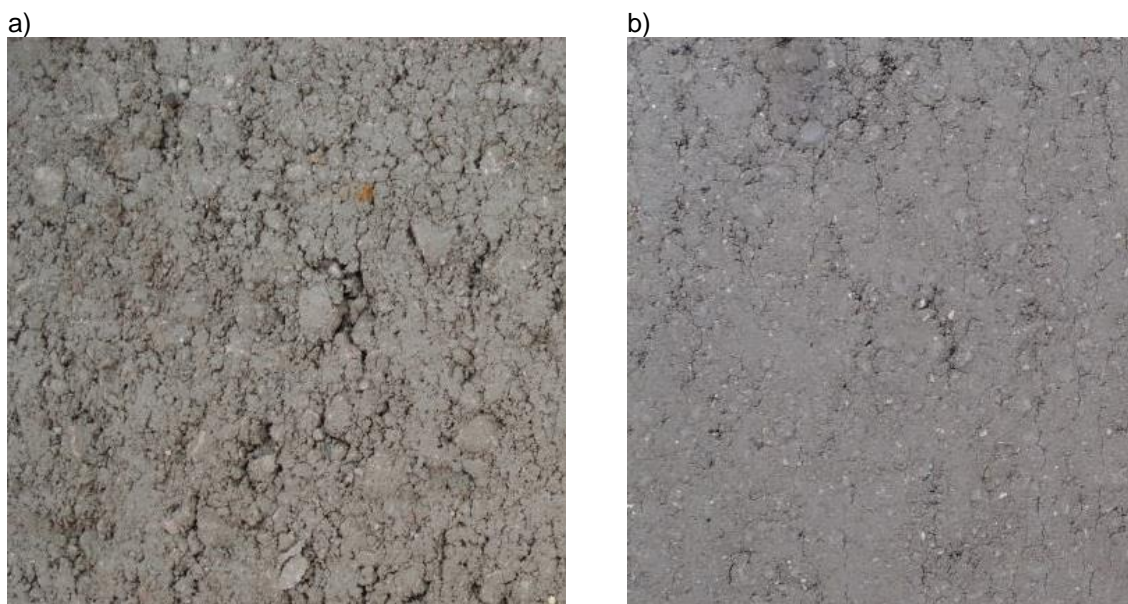
6.2 Rezistența la abraziune

6.2.1 RCC utilizat în îmbrăcămințile drumurilor trebuie să aibă rezistență mare la abraziune. Limita de pierdere prin fragmentare pentru agregatul grosier conform SM EN 1097-2 (Metoda de testare a agregatelor cu mașina de testare Los Angeles) este de 35%. Totodată, în cazul fragmentării intense, trebuie stabilită limita de pierdere prin fragmentare la 25% sau mai puțin. În cazul în care stratul din RCC se utilizează ca baza, nu există probleme cu fragmentarea din acțiunile vehiculelor, astfel încât limita de pierdere prin fragmentare poate fi stabilită la 40% (LA40).

6.2.2 Pentru a obține o rezistență ridicată la fragmentare, este adesea specificată o clasă ridicată de rezistență la compresiune. Dacă clasa de rezistență la compresiune necesară pentru rezistența la fragmentare este mai mare decât clasa de rezistență la compresiune folosită la dimensionarea inițială a structurii rutiere, se recomandă revizuirea dimensionării structurii rutiere în vederea reducerii grosimii îmbrăcăminții din RCC și ca urmare economii de costuri.

6.3 Caracteristici ale suprafeței

6.3.1 Aspectul și textura tipice a suprafeței stratului din RCC sunt prezentate în Figura 4.



a) - cu agregat grosier 22 mm, b) - cu agregat grosier 16 mm

Figura 4 - Aspectul și textura tipice a suprafeței stratului din RCC

6.3.2 Finisajul suprafeței depinde de proporția amestecului. La betoane uscate, precum RCC, nu este posibilă obținerea rugozității de suprafață a îmbrăcăminții rutiere prin periere, precum la betonul tradițional. Prin urmare, utilizarea RCC trebuie limitată numai pentru drumuri locale cu trafic de viteză scăzută, cu excepția cazului în care se efectuează un tratament ulterior de suprafață, cum ar fi șlefuirea cu utilaje speciale care dispun de un set de discuri circulare, având coroana din diamante sau oțel.

6.3.3 Planeitatea necesară a suprafeței este determinată de utilizare a acesteia, iar cerințele și metoda de testare trebuie specificată în contract.

7 Materiale. Condiții tehnice

7.1 Generalități

7.1.1 RCC conține aceleași materiale de bază ca și betonul tradițional - agregate grosiere și fine, lianți hidraulici (ciment, cenușă zburătoare, fum de silice etc.), apă și, atunci când este cazul, adaosuri, aditivi chimici - dar sunt utilizate în proporții diferite.

7.1.2 Costul materialelor utilizate în RCC este în general comparabil cu costul materialelor utilizate în betonul tradițional. De regulă conținutul de ciment în RCC este mai mic decât în betonul tradițional de rezistență similară. Conținutul mai mic de ciment poate duce la unele economii de costuri.

7.1.3 Selectarea corectă a materialelor componente este importantă pentru producția amestecurilor RCC de calitate.

7.2 Agregate

7.2.1 Agregatele minerale care se utilizează la fabricarea amestecurilor RCC cuprinse în prezentul Cod sunt conform cerințelor standardului SM SR EN 12620+A1. Agregatele minerale constituie până la 85% din volumul amestecului din RCC și asigură obținerea lucrabilității necesare, densității la compactare stabilite, rezistenței la compresiune și la încovoiere, proprietăților termice și durabilității.

7.2.2 Datorită metodei de punere în operă și compactare, RCC necesită o sortare a agregatelor similară mixturilor de beton asfaltic și amestecurilor de beton de ciment tradițional.

7.2.3 Pentru prepararea amestecurilor din RCC se utilizează:

- a) agregate de densitate normală și agregate grele în conformitate cu SM SR EN 12620+A1;
- b) agregate ușoare poroase în conformitate cu SM EN 13055;
- c) agregate recuperate în conformitate cu SM SR EN 12620+A1 sau în conformitate cu SM EN 13055.

7.2.4 În funcție de mărimea maximă a granulelor agregatului, betoanele cilindrate se împart în betoane:

- cu agregate fine – până la 4 mm;
- cu agregate grosiere – până la 22,4 (31,5) mm, din care:
 - 1) până la 16 mm, de regulă se folosesc pentru îmbrăcăminti;
 - 2) până la 22,4 (31,5) mm, de regulă se folosesc pentru stratul de bază.

Mărimea maximă a granulelor va fi limitată la 31,5 mm, reieșind din condiția asigurării stabilității compoziției granulometrice a pietrișului în amestecul de beton la compactarea prin cilindrare.

7.2.5 Trebuie cunoscută reacția alcalin-agregat pentru a utiliza aditivi care pot micșora conținutul total de alcaline în RCC în cazul în care, pe durata de viață, alcalinii suplimentari pot pătrunde în beton, de exemplu din sărurile antiderapante. Agregatele, de asemenea, trebuie să reziste la îngheț-dezghet. Cerințele față de agregate de beton expus mediului XF3 sau XF4 (definite în SM EN 206+A2) se aplică amestecurilor RCC.

7.2.6 Agregate grosiere

7.2.6.1 Pentru amestecurile RCC sunt recomandate agregatele grosiere care respectă cerințele standardului SM SR EN 12620+A1, cu mărimea maximală a granulelor de 22,4 (31,5) mm, pentru a preveni segregarea și a obține o suprafață etanșă.

7.2.6.2 Pot fi utilizate agregate grosiere mai mari decât 22,4 (31,5) mm și, în cazul în care compoziția granulometrică este corectă (cu cantitatea adecvată a particulelor finețe), poate fi asigurată suprafața de calitate bună. De regulă RCC cu agregate grosiere mari sunt utilizate pentru aplicații în straturi inferioare unde aspectul suprafeței nu este de mare importanță. RCC cu agregate grosiere mai mici de

22,4 mm, spre exemplu 16 mm, pot fi utilizate pentru a reduce segregarea, pentru a îmbunătăți aderența, pentru a oferi o suprafață închisă și pentru a îmbunătăți calitatea circulației. Cu toate acestea, în RCC cu agregate grosiere mai mici poate crește consumul de ciment și poate reduce potențialul de rezistență posibilă a îmbrăcăminții.

7.2.6.3 Pe lângă încercările de rutină de laborator a agregatelor grosiere, trebuie efectuat testul de uzură micro-Deval (SM EN 1097-1).

7.2.6.4 Caracteristicile fizico-mecanice ale agregatelor grosiere utilizate la fabricarea amestecurilor RCC trebuie să fie conform cerințelor prezentate în tabelului 5.

Tabelul 5 – Pietrișuri utilizate la fabricarea amestecurilor RCC

Nr. crt.	Caracteristica	Pietriș sortat	Pietriș concasat	Metoda de încercare	
1	Conținut de granule în afara clasei de granulozitate: - rest pe sita superioară (d_{max}), %, max. - trecere pe sita inferioară (d_{min}), %, max.	1-10 15 (G_c 90/15)	1-10 15 (G_c 90/15)	SM EN 933-1	
2	Conținut de elemente cochilifere, %, min.	10 (SC_{10})	10 (SC_{10})	SM EN 933-7	
3 ¹⁾	Coeficient de aplatizare, % max.	20 (FI_{20})	20 (FI_{20})	SM EN 933-3	
4 ¹⁾	Indice de formă, %, max.	20 (SI_{20})	20 (SI_{20})	SM EN 933-4	
5	Conținut de impurități: - corpuri străine	nu se admit	nu se admit	SM EN 933-7 și vizual	
6	Conținut în particule fine, sub 0,063 mm, %, max.	1,5 ($f_{1,5}$)	1,5 ($f_{1,5}$)	SM EN 933-1	
7	Rezistența la fragmentare, coeficient LA, %, max.	strat de uzură	-	20 (LA_{20})	SM EN 1097-2
		strat de bază	25(LA_{25})		
8	Rezistența la uzură (coeficient micro-Deval), %, max.	strat de uzură	-	15 (M_{DE} 15)	SM EN 1097-1
		strat de bază	20 (M_{DE} 20)	20 (M_{DE} 20)	
9 ²⁾	Sensibilitatea la îngheț-dezghet - pierderea de masă (F), %, max.	2 (F_2)	2 (F_2)	SM SR EN 1367-1	
10 ²⁾	Sensibilitatea la acțiunea sulfatului de magneziu (procent de pierdere de masă), max., %	18 (MS_{18})	18 (MS_{18})	SM SR EN 1367-2	

NOTE:
¹⁾ Forma agregatului grosier poate fi determinată prin metoda coeficientului de aplatizare sau a indicelui de formă.
²⁾ Rezistența la îngheț poate fi determinată prin sensibilitate la îngheț-dezghet sau prin rezistența la acțiunea sulfatului de magneziu – SM SR EN 1367-2.

7.2.6.5 Fiecare tip și sort de agregat trebuie depozitat separat în silozuri/padocuri prevăzute cu platforme betonate, având pante de scurgere a apei și pereți despărțitori, pentru evitarea amestecării agregatelor. Fiecare siloz va fi inscripționat cu tipul și sursa de material pe care îl conține.

7.2.6.6 Sitele de control utilizate pentru determinarea granulozității agregatelor naturale sunt conform SM EN 933-2, sitele utilizate trebuie să aparțină seriei de bază plus seria 1, conform SM SR EN 12620+A1, la care se adaugă sitele 0,063 mm și 0,125 mm.

7.2.6.7 Fiecare lot de materiale aprovizionat va fi însoțit, după caz, de:

- declarația de performanță, marcaj de conformitate CE și certificat de conformitate a controlului producției în fabrică, conform SM SR EN 12620+A1; sau
- declarația de performanță, marcaj de conformitate CE și rapoarte de încercare (emise de laboratoare autorizate/ acreditate) prin care să se certifice calitatea materialului.

7.2.6.8 În șantier se vor efectua verificări pentru caracteristicile prevăzute în tabelul 5, la fiecare lot de material aprovizionat sau pentru maximum 1.000 t pentru agregate cu dimensiunea mai mare de 4 mm.

7.2.7 Agregate fine

7.2.7.1 Agregatele fine trebuie să îndeplinească cerințele SM SR EN 13242+A1. În calitate de agregate fine sunt utilizate nisipuri natural și de concasare și filerul. O cantitate mai mare de agregate fine permite reducerea cantității cimentului și, corespunzător, a pastei, care, atunci când compoziția granulometrică este corectă și echilibrată cu agregat grosier, asigură un amestec compactabil și durabil.

7.2.7.2 Agregatele fine naturale sunt adesea abrazate și rotunjite rezultând o angularitate scăzută. Aceste agregate nu se potrivesc pentru mixturi asfaltice utilizate în straturile îmbrăcămînții rutiere cu volum mare de trafic. Totodată ele sunt adesea folosite în RCC pentru a forma un schelet puternic.

7.2.7.3 Astfel, agregate fine rotunjite, pot fi combinate cu agregate grosiere gradate corespunzător și cu un liant puternic de ciment. În rezultat se obține un strat care poate avea o grosime până la 25,4 cm și cu densitatea necesară.

7.2.7.4 Selectarea agregatelor fine este crucială deoarece determină necesarul de apă (și, prin urmare, consumul de ciment), compactibilitatea, netezimea suprafeței și durabilitatea RCC. Nisipul de râu este o sursă bună de nisip de beton; cu toate acestea, nisipul fabricat este, de asemenea, acceptat pe scară largă și utilizat în producția RCC. De asemenea, pentru a asigura consistența produsului, poate fi utilizată savura.

7.2.7.5 Trebuie evitate particole de pulbere și argilele în agregatele din RCC deoarece acestea pot majora tasarea și reduce rezistența. Se recomandă ca indicele de plasticitate (conținutul particulelor al materialului care trece prin sita 0,063 mm) să fie redus la cinci procente. Filer și nisip de concasare de regulă constituie de la 2 % până la 8 % trecând sita de 0,063 mm.

7.2.7.6 Caracteristicile fizico-mecanice ale nisipurilor utilizate la fabricarea amestecurilor RCC trebuie să fie conform cerințelor prezentate în tabele 6, 7 și 8.

Tabelul 6 - Nisip natural sau sort 0-4 mm natural utilizat la fabricarea amestecurilor RCC

Nr. crt.	Caracteristica	Condiții de calitate	Metoda de încercare
1	Conținut de granule în afara clasei de granulozitate: - rest pe sita superioară (d_{max}), %, max.	10	SM EN 933-1
2	Granulozitate	continuă	SM EN 933-1
3	Coeficient de neuniformitate, min.	8	*
4	Conținut de impurități: - corpuri străine; - conținut de humus (culoarea soluției de NaOH), max.	nu se admit galben	SM EN 933-7 și vizual
5	Echivalent de nisip pe sort 0-2 mm, %, min.	85	SM EN 933-8+A1
6	Conținut de particule fine sub 0,063 mm, %, max.	10 (f_{10})	SM EN 933-1
7	Calitatea particulelor fine (valoarea de albastru), max.	2	SM EN 933-9

* Coeficientul de neuniformitate se determină cu relația: $U_n = d_{60}/d_{10}$, unde:
 d_{60} = diametrul ochiului sitei prin care trec 60 % din masa probei analizate pentru verificarea granulozității;
 d_{10} = diametrul ochiului sitei prin care trec 10 % din masa probei analizate pentru verificarea granulozității.

Tabelul 7 - Nisip de concasaj sau sort 0-4 mm de concasaj, utilizat la fabricarea amestecurilor RCC

Nr. crt.	Caracteristica	Condiții de calitate	Metoda de încercare
1	Conținut de granule în afara clasei de granulozitate: - rest pe sita superioară (d_{max}), %, max.	10	SM EN 933-1
2	Granulozitate	continuă	SM EN 933-1
3	Conținut de impurități: - corpuri străine	nu se admit	vizual
4	Conținut de particule fine sub 0,063 mm, %, max.	10 (f_{10})	SM EN 933-1
5	Calitatea particulelor fine (valoarea de albastru), max.*	2	SM EN 933-9

* Determinarea valorii de albastru se va efectua numai în cazul nisipurilor sau sorturilor 0-4 a căror fracțiune 0-2 mm prezintă un conținut de granule fine mai mare sau egal cu 3%.

Tabelul 8 - Filer utilizat la fabricarea amestecurilor RCC

Nr. crt.	Caracteristica	Condiții de calitate	Metoda de încercare	
1	Conținut de carbonat de calciu	≥ 90 % categorie CC_{90}	SM SR EN 196-2	
2	Granulometrie	sita (mm)	SM EN 933-1 SM EN 933-2	
		treckeri (%)		
		2		100
		0,125		min. 85
	0,063	min. 70		
3	Conținut de apă	max. 1 %	SM EN 1097-5	
4	Particule fine nocive	valoarea vb_f g/kg categorie ≤ 10 vb_{f10}	SM EN 933-9	

7.2.7.7 Condițiile de depozitare pentru nisip și alte agregate fine sunt similare cu condițiile de depozitare a agregatelor grosiere specificate la punctul 7.2.6.5. Filerul se depozitează în silozuri cu încărcare pneumatică. Nu se admite folosirea filerului aglomerat.

7.2.7.8 Sitele de control utilizate pentru determinarea granulozității agregatelor fine sunt aceleași ca în punctul 7.2.6.6.

7.2.7.9 Fiecare lot de agregate fine aprovizionat va fi însoțit conform condițiilor specificate în punctul 7.2.6.7.

7.2.7.10 În șantier se vor efectua verificări pentru caracteristicile prevăzute în tabelele 6, 7 și 8, la fiecare lot de material aprovizionat sau pentru maximum 500 t pentru agregate cu dimensiunea ≤ 4 mm. Pentru filer se vor efectua verificări privind granulometria și conținutul de apă la fiecare maximum 100 t aprovizionate.

7.3 Lianți

7.3.1 În calitate de lianți pentru producerea RCC sunt folosite cimenturi conform SM SR EN 197-1. Uneori se utilizează aditivi conform SM EN 206+A2, dar nu în cadrul conceptului de valoare k , deoarece nu este specificat un raport maximum al A/C sau conținutul minim de ciment pentru RCC.

7.3.2 Ca și în cazul betonului tradițional, lianți utilizate în amestecurile RCC trebuie selectate pentru a asigura rezistența la sulfați, potențiala reactivitate la alcalii și rezistența la uzură. Tipul de ciment folosit are un efect semnificativ asupra vitezei de priză și întărire, și, prin urmare, afectează semnificativ rezistența la vârste fragede.

7.3.3 La prepararea betonului RCC se va utiliza unul din următoarele tipuri de ciment, care trebuie să corespundă condițiilor tehnice de calitate, conform prevederilor standardului SM SR EN 197-1:

CEM I 32,5R
CEM I 42,5R.

7.3.4 Este indicat ca șantierul să fie aprovizionat de la o singură fabrică de ciment.

7.3.5 Se interzice folosirea cimentului având temperatura mai mare de +50°C.

7.3.6 Durata de depozitare a cimentului nu va depăși 45 de zile de la data expedierii de către producător.

7.3.7 Cimentul rămas în depozit timp mai îndelungat nu va putea fi întrebuințat decât după verificarea stării de conservare și a rezistențelor mecanice la 2 zile.

Cimenturile care vor prezenta rezistențe mecanice inferioare limitelor prescrise clasei respective, vor fi declassate și utilizate numai corespunzător noii clase.

Cimentul care se consideră ca fiind alterat, se va evacua, fiind interzisă utilizarea acestuia la prepararea betoanelor.

7.3.8 Fiecare lot de material aprovizionat va fi însoțit de declarația de performanță sau de alte documente (marcaj de conformitate SM/CE și certificat de conformitate a controlului producției în fabrică).

7.3.9 La aprovizionare se vor efectua verificări ale caracteristicilor cimentului, conform punctului 7.3.1, la fiecare 100 t de liant aprovizionat.

7.3.10 Caracteristicile fizico-mecanice ale cimenturilor utilizate la fabricarea amestecurilor RCC trebuie să fie conform cerințelor prezentate în tabelul 9.

Tabelul 9 - Ciment utilizat la fabricarea amestecurilor RCC

Caracteristici fizice	CEM I 32,5R	CEM I 42,5R	Metoda de încercare
Timp inițial de priză, min.	≥ 75	≥ 60	SM EN 196-3
Stabilitate (expansiune), min.	≥ 10	≥ 10	SM EN 196-3
Rezistența mecanică la compresiune min. la:			
2 zile MPa	≥ 10	≥ 20	SM EN 196-1
28 zile MPa	≥ 32,5...≤52,5	≥ 42,5...≤62,5	
Pierdere la calcinare	≤ 5,0 %	≤ 5,0 %	SM SR EN 196-2
Reziduu insolubil	≤ 5,0 %	≤ 5,0 %	
Conținut de sulfati (sub formă de SO ₃)	≤ 3,5 %	≤ 4,0 %	
Conținut de cloruri	≤ 0,10 %	≤ 0,10 %	

7.3.11 Cimentul, de orice tip acceptabil, îndeplinește o funcție dublă: leagă amestecul în timpul întăririi și acționează ca un microfiler, formând o matrice densă. Cimentul trebuie să respecte SM SR EN 197-1. Există o serie de tipuri de ciment care pot fi utilizate cu conținutul minim de ciment specificat (Tabelul 10).

Tabel 10 - Variante de amestecuri de ciment și conținut minim de ciment

Ciment și combinații	Conținut minim de ciment sau combinație
(a) Ciment Portland CEM I conform SM SR EN 197-1	270 kg/m ³
(b) Ciment de sablare Portland CEM II/A-S și CEM II/B-S conform SM SR EN 197-1	270 kg/m ³
(c) Ciment Portland cu cenușă zburătoare CEM II/A-V și CEM II/B-V conform SM SR EN 197-1	
(d) Ciment puzzolanic CEM IV/A (V) conform SM SR EN 197-1 (a se vedea Nota 1)	
(e) O combinație de ciment Portland CEM I conform SM SR EN 197-1 cu un conținut de cenușă zburătoare care nu depășește 35% pentru utilizare ca liant în betonul structural conform SM SR EN 450-1 (a se vedea Nota 2).	270 kg/m ³
<p>Nota 1 - CEM II/A-V are un conținut maxim de cenușă zburătoare silicioasă de 20%. CEM II/B-V are un conținut maxim de cenușă zburătoare silicioasă de 35%. CEM IV/A (V) are un conținut maxim de cenușă zburătoare silicioasă de 35%.</p> <p>Nota 2 - Cenușa de silice conformă cu SM EN 14227-4 poate fi utilizată dacă îndeplinește cerințele de rezistență la compresiune prezentate în tabelul 11.</p>	

Tabelul 11 - Cerințe de rezistență la compresiune pentru combinații

Clasa de rezistență a combinației	Rezistența timpurie		Rezistența standard	
	2 zile N/mm ²	7 zile N/m ²	28 zile N/mm ²	
32,5 L	-	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5
32,5 N	-	≥ 16,0		
32,5 R	≥ 10	-		
42,5 L	-	≥ 20	≥ 42,5	≤ 62,5
42,5 N	≥ 10	-		
42,5 R	≥ 20	-		

7.4 Apa de amestecare

7.4.1 Aptitudinea generală de utilizare este stabilită pentru apa de amestecare în conformitate cu SM SR EN 1008.

7.4.2 Apa potabilă de rețea poate fi folosită fără testare, deoarece nu conține nimic, ce poate afecta negativ performanța amestecului. Apa din alte surse trebuie testată în conformitate cu SM SR EN 1008.

7.4.3 În timpul utilizării pe șantier, se va evita poluarea apei cu detergenți, materii organice, uleiuri, argile, etc.

7.5 Aditivi

7.5.1 Aptitudinea generală este stabilită pentru aditivi în conformitate cu SM SR EN 934-2+A1.

7.5.2 Aditivii care nu sunt descriși în SM SR EN 934-2+A1 (de exemplu, agenții de pompare) trebuie să respecte cerințele generale în conformitate cu SM SR EN 934-1 și dispozițiile în vigoare la locul de utilizare.

NOTA 1 - SM SR EN 934-1 prezintă cerințele generale în Tabelul 1, articolele 5 și 6.

NOTA 2 - Compatibilitatea aditivilor cu cimenturile utilizate trebuie verificată prin încercări preliminare.

7.5.3 Aditivii utilizați în beton tradițional pot fi utilizate în RCC cu precizarea dozajelor. RCC nu necesită în mod obișnuit aditivi, cu excepția întârzierilor de priză, dacă este transportat la distanță lungă pentru a prelungi lucrabilitatea amestecului.

7.5.4 Fiecare lot de aditivi, trebuie să fie însoțit de declarația de performanță, marcaj de conformitate CE și, după caz, certificatul de conformitate a controlului producției în fabrica sau rapoarte de încercare prin care sa se certifice calitatea materialului, eliberate de un laborator acreditat/autorizat.

7.5.5 Depozitarea și păstrarea aditivilor se va face în ambalajul original și în încăperi uscate (ferite de umiditate).

7.5.6 Capacitatea de stocare va fi pentru o cantitate necesară în minimum 3 zile de producție.

7.6 Adaosurile (inclusiv filerii minerali și pigmenții)

7.6.1 Aptitudinea generală de utilizare a adaosurilor minerale pulverulente (fileri minerali și pigmenți) este stabilită în CP H.04.04 și SM EN 206+A2.

7.6.2 Aptitudinea generală de utilizare ca adaosuri de tip I este stabilită pentru:

- a) filerii în conformitate cu SM SR EN 12620+A1 sau SM EN 13055;
- b) pigmenții în conformitate cu SM EN 12878; pentru RCC, numai pigmenții din categoria B sunt apți pentru utilizare.

7.6.3 Aptitudinea generală de utilizare ca adaosuri de tip II este stabilită pentru:

- a) cenușa zburătoare conform SM SR EN 450-1;

b) fum de silice (silice ultrafină) conform SM SR EN 13263-1+A1;

7.6.4 Adaosurile menționate pot fi folosite dacă combinația de liant obținută îndeplinește cerințele de rezistență la compresiune prezentate în tabelul 11.

8 Proiectarea amestecurilor de RCC. Condiții tehnice

8.1 Dispoziții generale

8.1.1 Proiectarea amestecului RCC trebuie realizată astfel încât să se obțină o lucrabilitate adecvată și calitatea necesară după întărire. Obținerea unei lucrabilități adecvate necesită rezistență la segregarea materialelor, precum și planeitatea necesară și compactarea suficientă de către repartizator-finoare. Totodată, după întărire, trebuie asigurată capacitatea portantă necesară, durabilitatea sporită și rezistența la uzură.

8.1.2 În comparație cu betonul tradițional, RCC are un conținut mai mic de apă și de pastă de ciment, un conținut mai mare de agregate fine și în mod normal nu are aer antrenat.

8.1.3 Cimentul și aditivii, dacă există, trebuie să atingă rezistența la compresiune necesară și să asigure acoperirea particulelor de agregat și crearea structurii închise. Prea multă pastă de ciment în RCC duce la formarea unui val în fața roții cilindrului.

8.1.4 Proporția corectă a materialelor este esențială pentru producerea de amestecuri RCC de calitate. Procesul de calcul a compoziției amestecului nu trebuie să utilizeze metoda prin încercare și eroare, ci mai degrabă o abordare științifică și sistematică care ia în considerare proprietățile inginerești dorite, cerințele de construcție și economie.

8.1.5 Factorii de bază care influențează proporția amestecului, prezentați în Figura 5, sunt necesari pentru asigurarea fiabilității RCC.

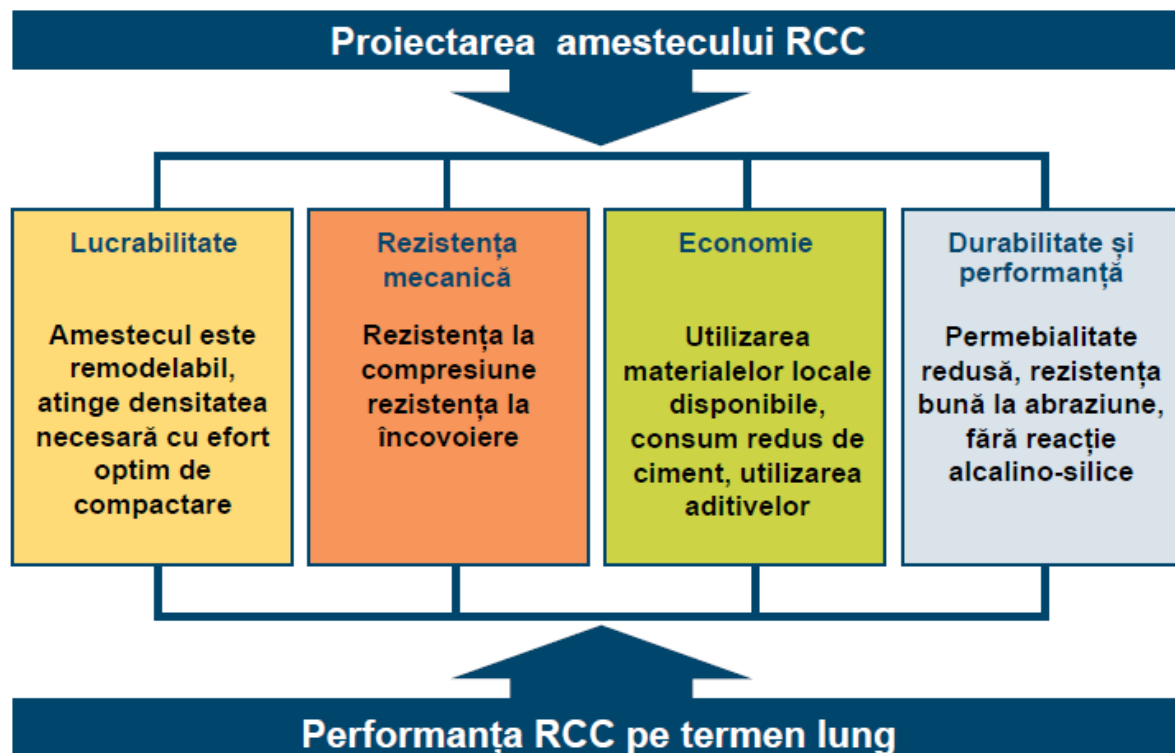


Figura 5 - Factori luați în considerare la calculul compoziției amestecului RCC

8.1.6 Există mai multe metode de calcul a compoziției amestecului RCC, utilizate cu succes în întreaga lume, prin urmare, este dificil să se identifice o singură metodă standard. Cu toate acestea, cele mai comune metode de proiectare a amestecului sunt variații ale următoarelor două abordări generale:

- 1) Abordarea compactării solului: o abordare de ciment-agregat, cu amestecul determinat de conținutul optim de umiditate și densitatea maximă uscată
- 2) Abordare de consistență sau de lucrabilitate: o abordare A/C, cu consistența menținută constantă și amestecul determinat de volumul absolut

8.1.7 Oricare din metodologii recunoscute de calculul compoziției amestecului, trebuie:

- să conțină un volum de pastă suficient pentru a acoperi agregatele și a umple golurile dintre ele;
- să asigure rezistența mecanică și elasticitatea necesare;
- să dețină de lucrabilitate care facilitează atingerea densității necesare;
- să asigure o durabilitate suficientă pentru a rezista în mediul dat;
- să conțină cimentul corespunzător rezistenței necesare;
- să conțină suficientă umiditate pentru a asigura o compactare adecvată și distribuție suficientă a pastei.
- să respecte un echilibru între agregate grosiere și fine pentru a obține o densitate optimă oferind în același timp o suprafață finală netedă și etanșă;
- să conțină o combinație de materiale care va asigura cel mai mic cost, asigurând caracteristicile necesare.

8.2 Metode de proiectare a amestecurilor RCC

8.2.1 Metoda 1 - *Calculul compoziției amestecului RCC pentru a se înscrie în limitele specificate de consistență*

Această metodă necesită ca fiecare component specific al betonului să fie optimizat pentru a realiza proprietățile RCC proaspăt și întărit. Pentru stabilirea volumului minim de mortar, se prepară o serie de amestecuri de probă variind raportul apă/ciment și nisip/ciment, măsurând densitatea fiecărui amestec. Pentru fiecare din raporturi apă / ciment, un raport specific nisip / ciment va prezenta densitatea optimă a amestecului. Raportul apă / ciment este selectat pentru a corespunde rezistenței de proiectare necesare. Odată ce raporturile apă / ciment și nisip / ciment au fost determinate, proporțiile de agregate grosiere și fine sunt ajustate pentru a obține consistența necesară.

8.2.2 Metoda 2 – *Evaluarea dozajelor RCC bazată pe modelul suspensiei solide*

Această metodă este utilizată pentru a determina dozajele fiecăruia dintre componentele solide uscate, care optimizează densitatea de împachetare uscată a unui amestec de RCC. Folosind această densitate optimă de împachetare, se poate calcula cantitatea de apă necesară pentru a umple complet spațiile libere dintre particulele uscate.

Principalul avantaj al modelului suspensiei solide este faptul că acesta poate fi utilizat pentru a recalcula rapid proporțiile optime ale amestecului de RCC, fără a fi necesară pregătirea unui număr mare de probe pentru încercări de laborator.

8.2.3 Metoda 3 – *Evaluarea dozajelor RCC bazată pe metoda volumului optim de pastă*

Această metodă se bazează pe presupunerea că un amestec optim de RCC trebuie să aibă suficientă pastă pentru a umple complet toate golurile rămase atunci când scheletul granular a atins densitatea maximă în timpul compactării. Dacă se utilizează mai puțină pastă, golurile rămase după compactare pot reduce proprietățile mecanice și pot crește permeabilitatea.

8.2.4 Metoda 4 - *Proporționarea RCC bazată pe metoda de compactare a pământului*

Metoda de compactare a pământului este cea mai utilizată metodă de proiectare a amestecului RCC. Această metodă de proporție implică stabilirea unei relații între densitatea și conținutul de apă al unui amestec RCC pentru a obține densitatea maximă prin compactarea probelor într-un interval de umiditate. Modul de efectuare a încercărilor pentru această metodă sunt date în SM EN 13286-4.

8.2.4.1 Metoda de compactare a pământului constă în următoarele etape:

- 1 Alegerea componenței granulometrice a agregatelor;
- 2 Selectarea unui conținut de ciment mediu;
- 3 Construirea diagramei umiditate-densitate;
- 4 Confectionarea probelor pentru măsurarea rezistenței la compresiune;
- 5 Încercarea probelor și selectarea conținutului de ciment necesar;
- 6 Calcularea proporțiilor amestecului.

8.3 Compoziția amestecurilor RCC

8.3.1 Materiale utilizate la fabricarea amestecurilor RCC sunt cele prezentate la Capitolul 7.

8.3.2 Granulozitatea agregatelor

8.3.2.1 Granulozitatea agregatelor combinate trebuie optimizată prin apropiere de o gradare de densitate maximă pentru asigurarea rezistenței la segregare și lucrabilității. Zonele granulometrice ale amestecurilor de agregate RCC sunt prezentate în tabelul 12. Opțiunile se referă la amestecurile 0/16 și 0/22,4, care se potrivesc pentru straturi groase dense, reducând, în același timp, riscul de segregare, care, de regulă, este asociată cu dimensiuni de agregate mari. Limitele granulometrice, ca supliment la criteriile agregatelor sunt prezentate în SM SR EN 13242+A1.

Tabelul 12 - Zonele granulometrice ale amestecuri de agregate RCC

Mărimea ochiului sitei conform SM EN 933-2, mm	Procentul de trecere după masă			
	0/16		0/22,4	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
31,5	100	100	100	100
22,4	100	100	90	100
16	86	100	78	94
8	72	95	62	86
4	52	74	38	59
2	41	61	28	48
1	30	50	19	39
0,500	20	37	15	31
0,250	11	26	9	23
0,125	6	15	6	15
0,063	2	10	2	10

8.3.2.2 Pentru determinarea granulozității agregatelor poate fi folosită diagrama din Figura 6.

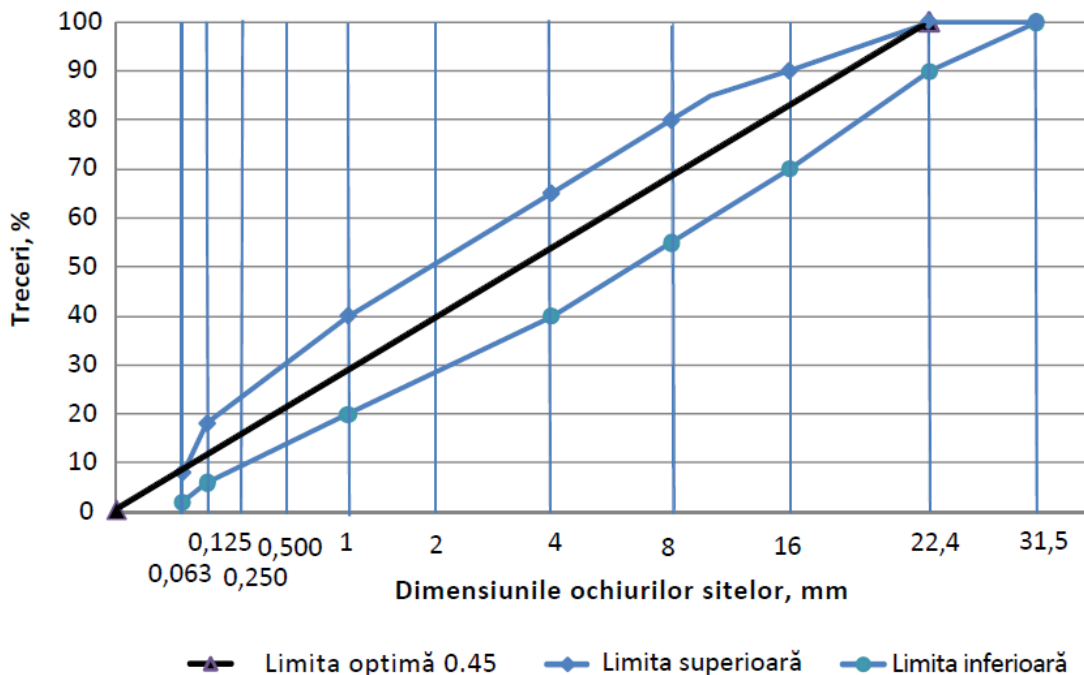


Figura 6 - Zona de granulozitate a agregatului

8.3.2.3 Figura 6 prezintă zona de granulozitate recomandată al RCC și curba de dimensiune „ideală” de 0,45 pentru o dimensiune maximă de 22,4 mm. Curba de gradație „ideală” (limita optimă de 0,45) este linia care se află în mijlocul zonei delimitate de curbele de granulozitate superioară și inferioară recomandate.

8.3.3 Conținutul de liant

8.3.3.1 Conținutul optim de liant se stabilește prin studii preliminare de laborator de către un laborator de specialitate acreditat/autorizat.

8.3.3.2 Pentru straturi de uzură, se va începe cu conținut de 11 % - 13 % pentru ciment fără adaosuri.

8.3.3.3 Conținutul cimentului se exprimă ca procent din totalul agregatelor uscate, calculat folosind următoarea formulă:

$$C_c = \frac{M_c}{M_c + M_a} \times 100 \quad (2)$$

unde:

C_c – conținutul cimentului, %;

M_c – masa cimentului, kg;

M_a – masa agregatelor uscate, kg.

8.3.4 Raportul apă-ciment

8.3.4.1 Raportul apă-ciment în betoane cilindrate pentru fundații nu se normează. Consumul aproximativ de apă pentru amestecurile RCC pe 1 m³ trebuie adoptat, kg (litri):

- 120-145 - pentru agregate cu absorbție de apă de la 0,1% la 2%;

- 145-165 - pentru agregate cu absorbție de apă de la 2% la 8%.

8.3.4.2 În scopul precizării consumului de apă se selectează diferite conținuturi de umiditate pentru un procent fix de ciment, și se construiește o diagramă umiditate-densitate similară cu cea prezentată în Figura 7. Pentru majoritatea agregatelor, conținutul optim de umiditate se află în intervalul de la 5 la 8 procente. Se recomandă ca umiditate să varieze în acest interval (Figura 7), sau într-un interval selectat pe baza experienței anterioare cu agregatele testate. Umiditatea se calculează folosind următoarea formulă:

$$W = \frac{\rho_{apa}}{\rho_c + \rho_a} \times 100 \quad (3)$$

unde:

W – umiditatea, %;

ρ_{apa} – densitatea apei, kg/m³;

ρ_c – densitatea cimentului, kg/m³;

ρ_a – densitatea agregatelor în stare uscată, kg/m³.

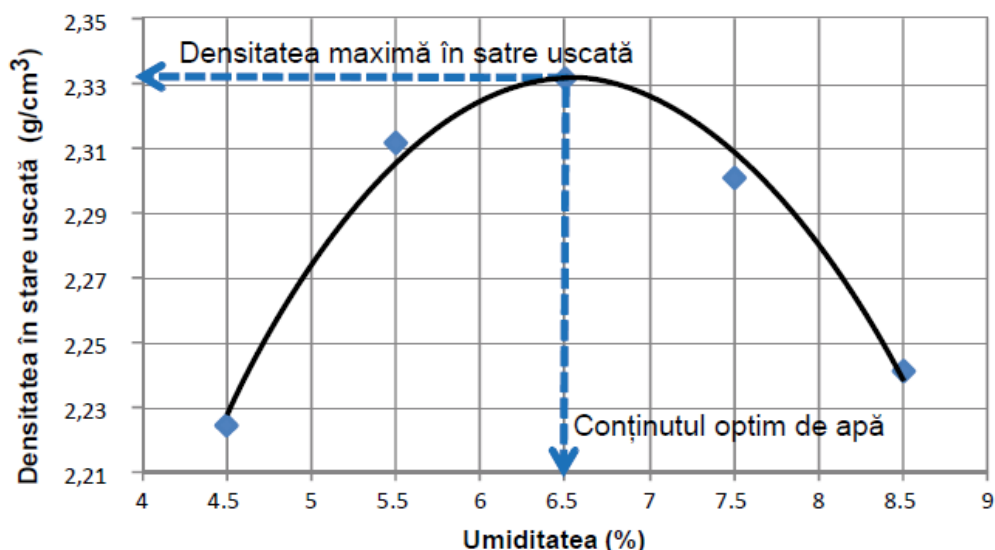


Figura 7 - Diagramă umiditate-densitate, model

8.3.4.3 Pentru fiecare procent de conținut de ciment (cel puțin trei, de exemplu, 10%, 12% și 14%), poate fi utilizată o metodă de testare Proctor modificată (SM SR EN 13286-2) pentru a determina densitatea maximă în stare uscată și umiditatea optimă. În cazul în care se utilizează agregate mai slabe, trebuie utilizat testul standard Proctor (SM SR EN 13286-2) pentru a preveni fragmentarea agregatelor în timpul testării. Metoda de testare standard pentru determinarea consistenței și densității betonului compactat cu role folosind o masă vibrantă, conform SM SR EN 13286-50, este o altă metodă care poate fi utilizată pentru a determina raportul dintre umiditatea și densitatea RCC.

8.3.5 Confecționarea probelor pentru măsurarea rezistenței la compresiune

8.3.5.1 Pentru fiecare conținut de ciment, se confecționează epruvetele (SM EN 12390-1), pentru măsurarea rezistenței la compresiune, folosind ciocanul vibrator prezentat în Figura 8 (SM SR EN 13286-51) sau metoda mesei vibrante prezentată în Figura 9 (SM SR EN 13286-50). Toate epruvetele trebuie confecționate la conținutul optim de umiditate corespunzătoare conținutului de ciment din amestec.



Figura 8 – Confecționarea epruvetei cilindrice din amestec RCC cu ciocan vibrator



Figura 9 - Confecționarea epruvetei cilindrice din amestec RCC prin metoda mesei vibrante

8.3.6 Încercarea probelor și selectarea conținutului de ciment necesar

Probele sunt testate pentru a determina rezistența la compresiune pentru conținutul de ciment selectat. În baza datelor obținute se construiește o curbă care reprezintă relația dintre rezistența la compresiune și conținutul de ciment, analogic cu cea prezentată în Figura 10. După această curbă, poate fi selectat un conținut de ciment corespunzător rezistenței necesare.

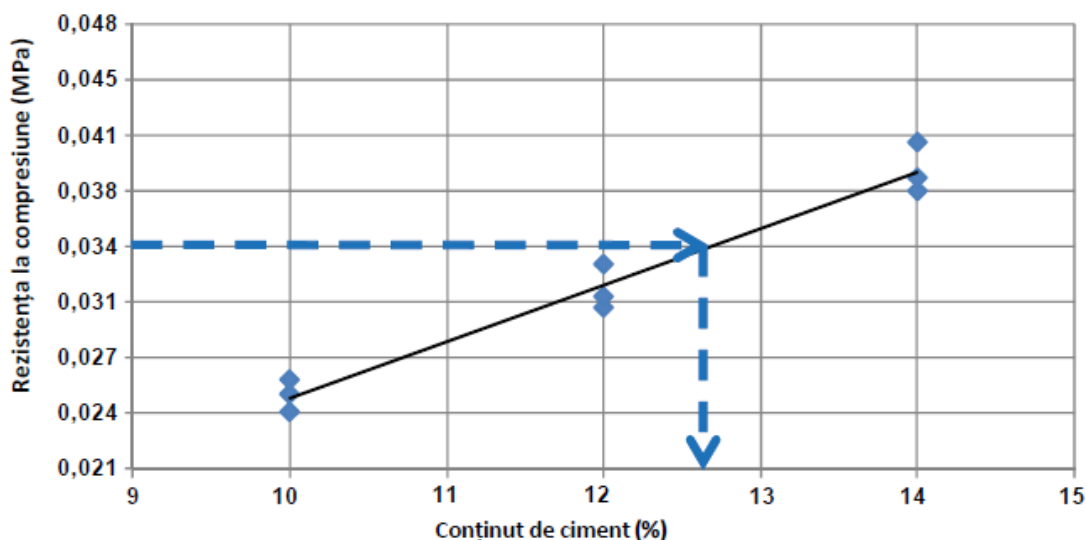


Figura 10 - Graficul relației dintre rezistența și conținutul de ciment

8.3.7 Calcularea proporțiilor amestecului

8.3.7.1 Dacă conținutul de ciment necesar este semnificativ diferit de conținutul de ciment utilizat în timpul testelor, poate fi necesar un alt test de umiditate-densitate pentru a determina conținutul optim de apă pentru conținutul de ciment necesar. Este util să se estimeze conținutul optim de apă prin interpolare dacă procentul de conținut optim de apă nu s-a schimbat mult în intervalul de ciment utilizat în timpul testelor.

8.3.7.2 După determinarea finală a conținutului de ciment și conținutului optim de apă, pot fi calculate proporțiile finale de amestec pentru proiect. Pentru a determina greutatea și volumul corespunzător, trebuie utilizată starea suprafeței uscate saturate a agregatelor.

8.4 Caracteristicile fizico-mecanice ale amestecurilor RCC

8.4.1 Caracteristicile fizico-mecanice ale amestecurilor RCC se vor determina pe corpuri de probă confecționate din amestecuri RCC preparate în laborator pentru stabilirea dozajelor și pe probe prelevate de la malaxor sau de la așternere pe parcursul execuției, precum și din straturile îmbrăcăminților gata executate.

8.4.2 Prelevarea prin eșantionare a probelor de amestecuri RCC pe parcursul execuției lucrărilor, precum și din stratul gata executat se va efectua conform SM EN 12350-1.

8.4.3 Caracteristicile fizico-mecanice ale amestecurilor RCC trebuie să se încadreze între limitele din tabelul 13.

Tabelul 13 - Caracteristici fizico-mecanice ale amestecurilor RCC

Nr. crt.	Denumirea	Valoarea	Metoda de încercare
1.	Consistența (lucrabilitatea): - tasare, mm	0	SM SR EN 12350-2
	- gradului de compactare	1,11 ... 1,25	SM SR EN 12350-4
	- consistența Vebe, sec	15 - 30	SM SR EN 12350-3
2.	Densitatea aparentă, kg/m ³	> 2400	SM SR EN 12350-6
3.	Conținutul de aer oclus, % volum	3,5 ± 0,5	SM SR EN 12350-7
4.	Conținut de ioni de clor, % din masa cimentului	0,40	SM EN 1744-1+A1
5.	Rezistența la compresiune, 3 zile, MPa	10-40	SM EN 12390-3
6.	Rezistența la compresiune, 28 zile, MPa	30-60	
7.	Rezistență la încovoiere, 3 zile, MPa	3-5	SM EN 12390-5
8.	Rezistență la încovoiere, 28 zile, MPa	4-6,5	

9 Prepararea, transportul și punerea în operă amestecurilor RCC

9.1 Prepararea amestecurilor RCC

9.1.1 RCC poate fi produs în orice uzină de beton gata amestecat. Cele mai preferabile sunt centrale fixe cu amestecarea într-un malaxor central și descărcarea directă în vehicule fără dispozitive de malaxare. Întrucât volumele de RCC pot fi mari, instalația ar trebui să aibă suficientă capacitate de producere și furnizare cu viteza necesară. O bună practică este existența centralei de rezervă.

9.1.2 Amestecarea RCC se efectuează de betoniere cu funcționarea discontinuă și continuă. Betoniere cu funcționarea discontinuă constau din cuvă înclinată sau orizontală fixă și autobetoniere (camioane de amestec gata pentru lot uscat). Betoniere cu funcționarea discontinuă sunt utilizate de regulă în proiecte mai mici și produc RCC câte un singur lot. După fiecare ciclu de amestecare, betonieră trebuie golită complet și reîncărcată cu materiale pentru următorul lot.

9.1.3 Betoniere cu funcționarea continuă cuprind cuve cu ax orizontal. Betonierele cu funcționarea continuă sunt utilizate de regulă pentru proiecte mai mari și produc RCC cu viteza constantă. Materialele sunt introduse continuu la un capăt pe măsură ce RCC proaspăt amestecat iese pe celălalt capăt.

9.1.4 Timpul de amestecare depinde de materialele și de raporturile acestora. Este important să se efectueze teste standard de uniformitate a betonului în partea din față și din spate a lotului pentru a asigura uniformitatea totală înainte de a decide cu privire la dimensiunea lotului sau timpul de amestecare pentru un anumit amestec de agregate.

9.1.5 Betonieră cu tobă înclinată

9.1.5.1 De regulă, capacitatea betonierii cu funcționarea continuă este redusă la aproximativ 50 - 90 % pentru producția RCC, din cauza solicitărilor mecanice ridicate asupra echipamentului și a riscului de segregare a agregatelor. Agregatele sunt de obicei depozitate în silozuri deasupra buncărului-doзатор, iar cimentul este alimentat în siloz de un melc.

9.1.5.2 Centralele pentru prepararea betoanelor cu funcționarea continuă tipice sunt prezentate în Figura 11. Cantitatea specificată de agregate și ciment este cântărită pentru fiecare lot în parte. Se adaugă apă prin pulverizator (pulverizatoare) montat (montate) deasupra betonierii, iar componentele RCC sunt apoi amestecați pentru o perioadă de timp specificată.



Figura 11 – Betonieră cu tambur înclinat

9.1.6 Autobetonierele

9.1.6.1 Operațiunile de amestecare cu autobetoniere a loturilor de amestec uscat constituie o altă modalitate de producere amestecurilor RCC. Deși viteza de producere în autobetonierele este mai mică decât în betoniere cu funcționarea continuă sau cu tambur înclinat, autobasculantele sunt disponibile pe scară largă și sunt utilizate pentru a produce RCC.

9.1.6.2 Capacitatea de amestecare a autobetonierelor care transportă RCC este redusă la aproximativ 50 – 60 % din capacitatea de producere a autobetonierelor care transportă beton tradițional. Volumul normal de amestecare este de la 3,8 m³ până la 4,6 m³ la 7,7 m³ de încărcare. Timpul de amestecare este de aproximativ 1,3 min/m³, iar descărcarea într-o autobasculantă durează aproximativ 1,3 min/m³.

9.1.6.3 Depozitarea și cântărirea agregatelor, cimentului, apei și aditivilor sunt aceleași ca pentru betoniere de funcționarea discontinuă fixă. Autobetonierele trebuie inspectate pentru a se asigura că nu există depuneri în exces sau deteriorări substanțiale a cadrului care pot împiedica amestecarea corectă. O rampă sau o zonă ridicată facilitează descărcarea într-o autobasculantă, așa cum se prezintă în Figura 12.



Figura 12 – Încărcarea camioanelor din autobetoniere

9.1.7 Instalații cu flux continuu

9.1.7.1 Într-o instalație cu flux continuu, materialele sunt alimentate continuu la aceeași viteză cu care se descarcă RCC. Aceste instalații sunt folosite la proiecte RCC mai mari. De obicei acestea sunt neînclinabile și au camere de amestecare cu planete elicoidale care se rotesc în mijlocul tamburului. Timpul de amestecare este controlat de panta tamburului, care de regulă constituie 15 grade.

9.1.7.2 Pentru instalațiile cu flux continuu, trebuie de ținut cont că un anumit volum de material (între 0,8 m³ până la 3,8 m³ sau mai mult) ar putea fi irosit în rezultatul opririi și repornirii. Multe instalații cu flux continuu pot fi oprite oricând. La repornire, RCC inițial produs după o oprire îndelungată poate să nu se conformeze cerințelor proiectului. Cantitatea de material pierdut după o repornire trebuie evaluată de la caz la caz.

9.1.8 Fabrica mobilă de beton

9.1.8.1 Fabrica mobilă de beton este un tip de instalație cu funcționarea continuă. Aceasta cuprinde unul sau două alimentatoare de agregate, un siloz de ciment cu un alimentator, o bandă de alimentare principală, un sistem de alimentare cu apă, un malaxor, o bandă de descărcare și o pâlnie la capătul benzii de descărcare. Dacă sunt necesari adaosuri suplimentari, un siloz separat poate fi plasat lângă instalație asigurat cu un sistem de alimentare conectat la betonieră.

9.1.8.2 În Figura 13 este prezentată o fabrica mobilă de beton tip. Agregatele sunt dozate pe banda principală și transportate la betonieră, unde se adaugă apa și ciment. Materialele sunt adăugate pe baza vitezei de alimentare calculate în tone/h. Materialele intră în betonieră la un capăt și sunt transportate la celălalt capăt pe o bandă care se deplasează prin betonieră cu palete rotative. Timpul total de amestecare variază în general între aproximativ 10 și 30 de secunde. Timpii de amestecare nu poate fi ajustați pentru majoritatea betonierilor cu funcționarea continuă.



Figura 13 - Fabrica mobilă de beton (stânga) și vedere de aproape a camerei de amestecare (dreapta)

9.1.8.3 Pentru proiecte mari, pot fi utilizate betoniere cu ax orizontal (Figura 14), deoarece pot produce cantități mari de material și oferă o calitate excelentă de amestecare.



Figura 14 - Mixer cu ax orizontal (stânga) și vedere de aproape a camerei de amestecare (dreapta)

9.1.8.4 Un test subiectiv simplu pentru fiecare încărcare de RCC este „testul bulgărilor de zăpadă”. Acesta este un mod util de a identifica încărcăturile prea uscate sau prea umede. Folosind mănuși impermeabile, se face un „bulgăr” din beton. Dacă primești o minge stabilă fără mortar fin pe mănuși, RCC este „aproape bun”. Dacă nu este posibilă formarea unui „bulgăr” sau este doar material uscat, RCC este prea uscat. Dacă nu este posibilă formarea unui „bulgăr” sau este un material umed instabil, RCC este prea umed.

9.2 Transportul la șantier

9.2.1 RCC, de regulă, se transportă pe șantier cu vehicule fără dispozitiv de malaxare, de ex. autobasculante sau camioane. Autobasculante sau camioanele ar trebui să fie ferite de condițiile atmosferice nefavorabile (ploaie, vânt, soare).

9.2.2 Numărul necesar de autobasculante pentru transportul betonului se stabilește astfel încât să se asigure punerea în operă în mod continuu a cantității de beton preparat. Numărul real de autobasculante depășește numărul teoretic cu 10 %.

9.2.3 Trebuie întreprinse măsuri pentru a preveni segregarea RCC la încărcarea camioanelor și transportul amestecului. RCC urmează a fi încărcat în camion uniform pe lungime a cutiei camionului:

o treime în față, o treime în centru și o treime în spate (Figura 15). De asemenea, trebuie de prevenit segregarea atunci când CCR se descărcă în benă repartizatorului-finisor de asfalt.



Figura 15 – Încărcarea camioanelor cu amestec RCC

9.2.4 Lucrabilitatea RCC se reduce în timp. Pentru o așternere adecvată a betonului, este necesar ca durata de transport - de la instalația de producere până la descărcarea în buncărul repartizator-finisorului de asfalt - să fie minimă. Timpul de transportare al amestecului de RCC nu trebuie să depășească 60 de minute.

9.2.5 Durata de transport poate fi mărită până la 90 min., folosind întârziatori de priză, atât timp cât evaporarea este controlată. Totodată durata de transport trebuie redusă în cazul când temperatura ambiantă este de 27 °C sau mai mare.

9.2.6 Timpul de la eliberarea amestecului până la compactarea sa finală nu trebuie să depășească 120 de minute.

9.2.7 În cazul transportării amestecului pe vreme uscată, aceasta trebuie protejată de pierderea de umiditate, iar pe vreme umedă - de aglomerarea cu apă.

9.3 Pregătire stratului inferior (suport)

9.3.1 Amestecul RCC va fi așternut pe stratul inferior (suport) a structurii rutiere bine compactat, nivelat și curățat minuțios.

9.3.2 Nu se admite executarea fundației din beton cilindrat pe straturile inferioare ale structurii rutiere suprasaturate cu apă sau înghețate.

9.3.3 Stratul suport trebuie să fie uniform compactat până la minim 95 % din densitatea maximă uscată, în conformitate cu cerințele documentelor normative. Stratul suport pentru îmbrăcămiși rutiere din RCC trebuie să fie suficient de rigid pentru a permite compactarea îmbrăcămintei. În cadrul pregătirii stratului suport, orice sol sau material necorespunzător va fi îndepărtat și înlocuit cu material acceptabil.

9.3.4 Planeitatea adecvată a stratului suport este o cerință pentru îmbrăcămișile, care au toleranțe la planeitate relativ restrânse.

9.3.5 Stratul suport trebuie să aibă la suprafața sa aceleași pante în profil transversal și aceleași declivități în profil longitudinal ca cele ale suprafeței îmbrăcămintei din RCC .

9.3.6 Denivelările admisibile ale suprafeței straturilor de fundație în sens longitudinal, sub dreptarul de 3 m lungime și a unei pene, vor fi de + 2 cm, în cazul straturilor de fundații din balast, piatră spartă și din materiale granulare stabilizate mecanic și de + 1,5 cm, din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici.

9.3.7 Denivelările admisibile ale suprafeței stratului de fundație în sens transversal, sub lata de 3 m, vor fi cu + 0,5 cm diferite de cele admise pentru îmbrăcămintea din beton de ciment.

9.3.8 Denivelările admisibile în profil transversal și longitudinal al suprafeței îmbrăcăminții rutiere existente (bituminoase sau din beton de ciment) care se ranfursează, vor fi cele prevăzute în normativele și standardele în vigoare.

9.3.9 Deoarece RCC este extrem de sensibil la excesul de umiditate din stratul suport, zonele cu umiditate excesivă trebuie uscate, recomactate sau excavate și înlocuite cu material adecvat.

9.3.10 La momentul așternerii RCC stratul suport trebuie să fie uniform umezit, pentru a evita sustragerea umidității din RCC.

9.3.11 Pentru a minimiza riscul de deteriorare din cauza înghețului la o vârstă fragedă, RCC nu trebuie plasat când temperatura ambientală este mai mică de 5 °C.

9.3.12 Pentru a preveni pierderile de umiditate al amestecului RCC și a asigura o compactare calitativă, înainte de așternere, stratul suport se umezește:

- 0,25 l/m² – la temperatura aerului de până la plus 25 °C;
- 0,4 l/m² – la temperatura aerului de plus 25 °C și peste.

9.3.13 Stratul suport va fi verificat și aprobat înainte de așternerea RCC, pe o zonă corespunzătoare unei zile de lucru.

9.4 Experimentarea punerii în opera a RCC

9.4.1 Înainte de începerea lucrărilor, Antreprenorul va realiza obligatoriu un tronson experimental de minim 30 m lungime și de minim două lățimi al repartizator-finisorului de asfalt pentru a verifica pe șantier, în condiții de execuție curente, realizarea caracteristicilor cerute betonului pus în operă în conformitate cu prevederile proiectului precum și pentru a regla utilajele și dispozitivele de punere în operă a RCC și eventual corectarea compoziției RCC în limitele stabilite prin studiul preliminar. În special trebuie efectuate următoarele:

- verificarea stării stratului suport (compactare, densitate, umiditate);
- eșantionarea și testarea tuturor materialelor pentru conformitatea cu specificațiile și standardele aplicabile;
- verificarea capacității centralei de producere unui amestec omogen de RCC în volume de producție necesare;
- verificarea amestecului la corespundere cerințelor de proiect;
- verificarea conformității depozitării, manipulării și transportului RCC;
- confirmarea schemei de compactare sau numărului de treceri de compactoare necesar pentru a atinge densitatea specificată;
- verificarea amplasării și sincronizării așternerii benzilor adiacente și evaluarea calității rosturilor (rosturi proaspete sau reci);
- evaluarea metodei de eșantionare pentru pregătirea epruvetelor cilindrice în timpul construcției;
- efectuarea modificărilor finale al amestecului RCC, dacă este cazul;
- evaluarea calității și uniformității suprafeței;
- eșantionarea pentru efectuarea încercărilor conform specificațiilor proiectului;
- reglarea utilajului de răspândire și vibrație pentru obținerea grosimii necesare și o suprafață perfectă;
- stabilirea operațiunilor de finisare a suprafețelor, de striere și, după caz, de răspândire a produsului de protecție ca și a metodelor de execuție a rosturilor și a timpului de tăiere.

9.4.2 Partea din tronsonul executat considerată ca cea mai bine realizată va servi ca tronson de referință pentru restul lucrării.

9.4.3 Caracteristicile obținute pe acest tronson de referință se vor consemna în scris, pentru a servi la urmărirea calității lucrărilor ce se vor executa în continuare.

9.5 Așternerea stratului din RCC

9.5.1 Repartizarea și așternerea amestecului de beton poate fi efectuată de diverse mașini – repartizator-finisoare de beton, excavatoare, autogredere, buldozere, încărcătoare de o anumită

dimensiune tip și cu dispozitive corespunzătoare în funcție de tipul obiectivului (drum, trotuar, platforma, etc.), volumul lucrărilor, termenul limită de execuție etc.

9.5.2 RCC de regulă se așterne cu un repartizator-finisor de asfalt. Repartizator-finisoare de asfalt tradiționale compactează RCC fie prin tamponare, fie prin vibrație. Repartizator-finisoare de asfalt combinate compactează RCC printr-o combinație de tamponare și vibrații. Deoarece repartizator-finisoare de asfalt tradiționale ating aproximativ 80% până la 85% din densitatea de proiectare și cele combinate - > 90% din densitatea de proiectare, rularea suplimentară este esențială. Sunt necesare repartizator-finisoare de asfalt combinate pentru a așterne straturi groase de RCC, dar, atunci când acestea nu sunt disponibile, se folosesc Repartizator-finisoare de asfalt tradiționale pentru a așterne RCC în două straturi cu grosime de la 100 mm până la 150 mm în loc de un strat gros.

9.5.3 Repartizator-finisor de asfalt trebuie să aibă suficientă capacitate de așternere a RCC care de cel puțin 1,5 ori depășește capacitatea nominală de producție a centralei.

9.5.4 Pentru a preveni segregarea în timpul așternerii, buncărul repartizator-finisorului de asfalt nu trebuie niciodată golit complet, părțile laterale ale buncărului nu trebuie să fie niciodată ridicate, iar RCC trebuie să acopere întotdeauna arborele melcului de alimentare.

9.5.5 Operațiunile de așternere a RCC trebuie să îndeplinească cerințele de uniformitate a suprafeței și grosime a stratului. Repartizator-finisorului de asfalt este, de regulă, echipat cu dispozitive automate de control al nivelului, cum ar fi un schi sau un dispozitiv electronic de control al nivelului cu fir. Firul de ghidaj poate fi folosit pentru a nivela sau îmbunătăți netezimea pavajului atunci când este instalat pe ambele părți ale primei benzi și pe marginea exterioară pentru benzile următoare, folosind marginea rezultată ca ghid pe cealaltă parte.

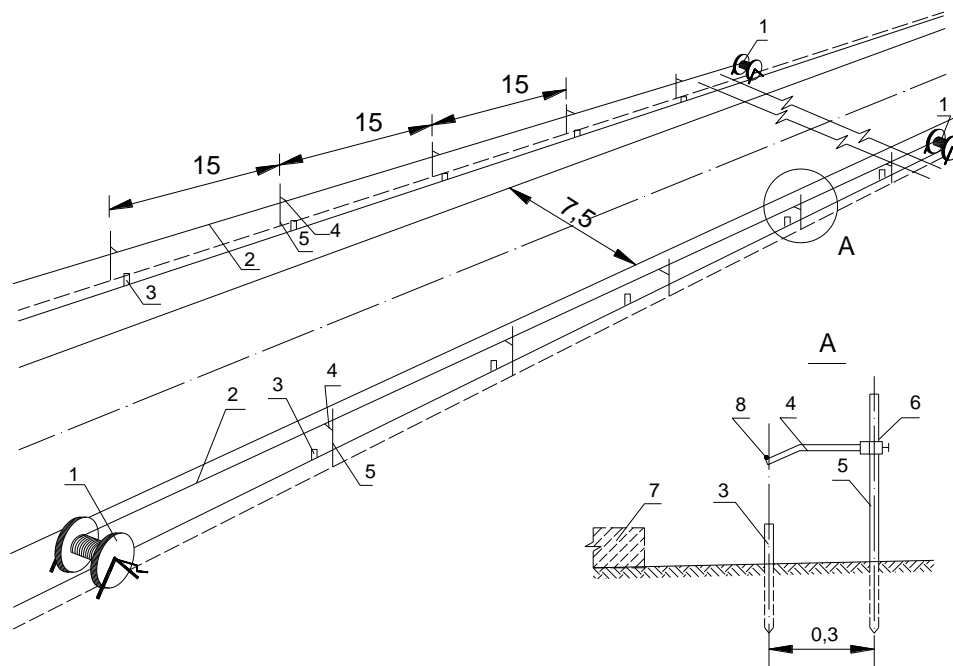
9.5.5.1 La așternerea amestecului RCC, utilizând echipamente cu sistem de urmărire a cotelor de nivel, pe toată lungimea frontului de lucru se instalează stâlpi cu un fir de ghidaj întins (Figura 16).

9.5.5.2 Stâlpii cu fire de ghidaj pentru așternerea amestecului de beton cilindrat se instalează din ambele părți ale benzii.

9.5.5.3 La instalarea firului de ghidaj se execută următoarele operațiuni:

- divizarea secțiunilor de montare a firului de ghidaj astfel încât aceasta să se afle în afara gabaritelor echipamentelor în funcțiune;
- instalarea stâlpilor cu bare transversale și firele la o distanță de cel mult 15 m între ele în aliniamente și de 4 - 6 m în curbe;
- fixarea trolului extensibil cu ancore la începutul și la capătul fiecărei secțiuni;
- întinderea firului de ghidaj și instalarea acestuia în canalul barei;
- pozarea firului în corespundere cu cotele de proiect ale suprafeței îmbrăcămintei;
- verificarea cotelor de nivel ale instalării firului de ghidaj, utilizând nivelmetrul;
- remedierea defecțiunilor constatate în instalarea firului de ghidaj.

9.5.5.4 Înainte de montare a firului de ghidaj trebuie restabilită axa drumului cu divizarea stratului în execuție al fundației din RCC în benzi longitudinale.



1 – tamburul de întindere și troliul; 2 – coarda de ghidaj; 3 – țărășul de nivelare; 4 – bara transversală; 5 – stâlpul de metal; 6 – clemă cu șurub; 7 – fundația în execuție; 8 – tăietură pentru sfoară.

Figura 16 - Schița sectorului de instalare a firului de ghidaj

9.5.5.5 Folosind cotele de proiect de așternere a stratului îmbrăcăminții, se calculează cotele îmbrăcăminții la toate punctele intermediare de instalare a stâlpilor. Luând în calcul profilul transversal, se determină cotele muchiilor benzii în execuție și cotele poziționării firului în funcție de panta transversală și distanța de la fir până la muchia benzii stratului inferior.

9.5.5.6 Pentru instalarea stâlpilor, la începutul și la sfârșitul sectorului se trasează o secțiune transversal pe care, la distanța adoptată de la axa longitudinală a benzii, se instalează stâlpii de început și de sfârșit, cu consolă și bară transversală. Apoi în secțiune, folosind teodolitul, se instalează stâlpii intermediari.

9.5.5.7 Bara transversală trebuie amplasată la o înălțime de 0,3 m - 0,6 m față de suprafața stratului de fundație.

9.5.5.8 Folosind nivelmetrul, bara transversală se instalează la cota calculată pentru acest punct, și se fixează cu o presă de mână.

9.5.5.9 La o distanță de 10 m de la stâlp, la începutul sectorului pe suprafața stratului inferior se fixează un troliu pentru întinderea firului de ghidare, la aceeași distanță de stâlpul final la capătul sectorului se instalează o ancoră în stratul fundației. Între troliu și stâlpul inițial, ancora și stâlpul final se instalează doi stâlpi intermediari cu console și bare, instalate în descreștere spre troliu și ancoră pentru a înlătura sarcina de pe stâlpul de lucru inițial și final, barele transversale. De pe tamburul troliului se desfășoară firul și se fixează pe ancoră. Cu troliul se întinde firul de ghidaj (un cablu de metal cu diametrul cuprins între 2 mm și 3 mm), amplasat pe suprafața stratului suport, controlând efortul de întindere a coardei de ghidaj.

9.5.5.10 Firul de ghidare întins se introduce în canalul (tăietura) barei transversale. Se interzice întinderea firului introdus în canalele barelor transversale.

9.5.5.11 După instalarea firului de ghidaj întins în canalul barei transversale, se efectuează nivelarea firului în plan după teodolit și verificarea conformității pozițiilor de altitudine ale barelor transversale de pe stâlpi cu datele de proiect.

9.5.5.12 Devierea cotelor de altitudine ale firului de ghidaj de la cele din proiect nu va depăși ± 3 mm.

9.5.5.13 După încheierea lucrărilor de executare a stratului din RCC, firele se demontează.

9.5.6 Menținerea deplasării continue înainte a repartizator-finisorului de asfalt contribuie la prevenirea formării denivelărilor pe suprafața finală a îmbrăcăminții rutiere. Deplasarea continuă înainte este realizată prin echilibrarea vitezei repartizator-finisorului cu o rată constantă de livrare.

9.5.7 În cazul în care așternerea unui strat cu grosimea stabilită în proiect nu este posibilă se execută două straturi de grosime egală. Stratul superior trebuie așternut în 60 de minute de la așternerea stratului inferior (totodată acest interval depinde de amestec și de condițiile de mediu) pentru a permite o aderență adecvată între straturi.

9.5.8 În cazul în care stratul superior se așterne la mai mult de 60 de minute după așternerea stratului inferior, straturile sunt considerate lipite parțial, ceea ce duce la o pierdere a capacității structurale. În acest caz, suprafața orizontală a stratului inferior trebuie curățată cu jeturi de aer sau apă pentru a îndepărta resturile și praful înainte de așternerea stratului superior. Aderența completă între straturi poate fi obținută prin aplicarea unui strat subțire de mortar cu tasarea ridicată sau drișuire chiar înainte de amplasarea stratului superior.

9.5.9 RCC trebuie așternut și compactat în timp ce este încă proaspăt și lucrabil, de regulă în 60 de minute de la livrare. Această limitare de timp pentru compactarea betonului se aplică și timpului dintre așternerea benzilor adiacente, deoarece zona de joncțiune este de regulă ultima porțiune a benzii care trebuie compactată. Timpul cu lucrabilitatea asigurată al RCC se respectă prin optimizarea lățimii benzii și, mai important, lungimii acesteia. Utilizarea a cel puțin două repartizator-finisoare de asfalt în formație eșalonată face posibilă reducerea intervalului de timp dintre așternere a două benzi adiacente. În astfel de cazuri, cantitatea RCC trebuie să fie suficientă pentru funcționarea ambelor repartizator-finisoare de asfalt.

9.5.10 Toate suprafețele expuse ale îmbrăcăminților din RCC trebuie menținute umede până la întărirea finală. Pentru menținerea umidității sunt folosite metode eficiente și eficace cum ar fi pulverizarea cu ceață și aplicarea întârziatorilor de evaporare fără a spăla particule fine și pasta de pe suprafață. Pentru îmbrăcămințile multistrat, marginile fiecărui strat, precum și suprafața îmbrăcăminții, trebuie menținute umede până la așternerea celui de al doilea strat de RCC sau până când se aplică agentul de întărire. Agenții de întărire care acționează ca despărțitori de legături nu trebuie folosiți între straturi.

9.5.11 Borduri, rigole laterale și rigole cu muchii încastrate pot fi instalate atât înainte cât și după așternerea RCC. În cazul în care acestea sunt instalate înainte de așternerea RCC-ului, ele asigură limita și ajută la compactarea marginii îmbrăcăminții. În cazul în care acestea sunt instalate după ce RCC este așternut, înălțimea lor poate fi ușor potrivită suprafeței îmbrăcăminții din RCC.

9.5.12 Toate operațiunile tehnologice de așternere a RCC sunt prezentate în Figura 17.

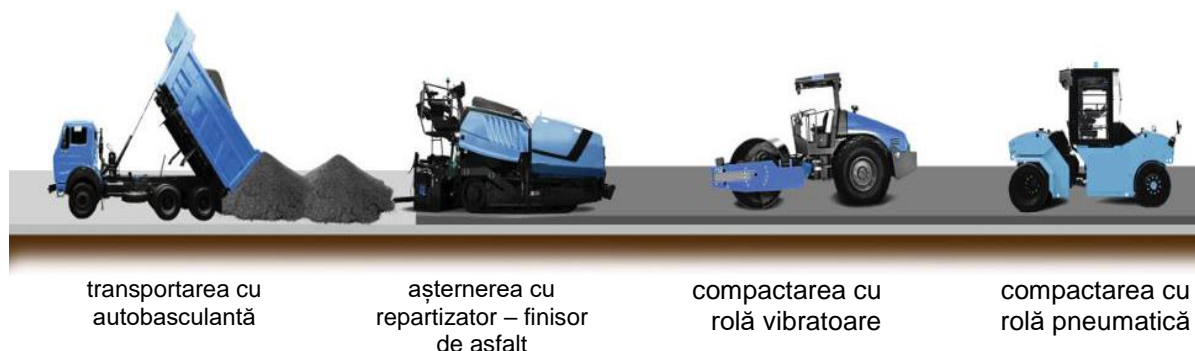


Figura 17 - Operațiunile tehnologice de așternere a RCC

9.5.13 Acostamentele se execută după ce betonul părții carosabile atinge o rezistență nu mai mică decât cea proiectată.

9.6 Compactarea

9.6.1 Etapa de compactare este importantă datorită influenței sale asupra densității, rezistenței, permeabilității și planeității îmbrăcăminții din RCC. De regulă, RCC este compactat cu o rolă vibratoare cu tambur dublu de 10 tone imediat după așezare. Rolele pneumatice, de asemenea, sunt folosite cu succes, în special pentru trecerea finală, pentru a îndepărta fisurile și rupturile de suprafață și pentru a oferi o suprafață netedă, etanșă (Figura 18). Rolele vibratoare combinate echipate cu un tambur de oțel și patru anvelope montate în spate combină avantajele ambelor tipuri de role.



Figura 18 – Compactarea RCC cu un cilindru și rolă pneumatică

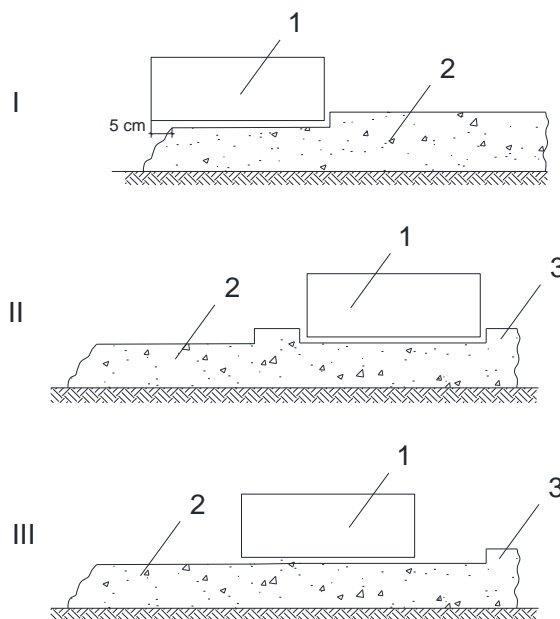
9.6.2 RCC trebuie compactat cât mai curând posibil după așternere, în special pe vreme caldă. De regulă, compactarea trebuie finalizată în 15 minute de la așternere și 45 de minute de la amestecarea inițială. În cazul în care RCC se compactează la vârsta care depășește 30-45 de minute la o temperatură a amestecului peste 21°C, rezistența acestuia poate fi redusă.

9.6.3 Mecanismele de compactare a amestecului de beton trebuie selectate cu condiția că amestecul să poată fi compactat preponderent într-un singur strat.

9.6.4 Compactarea amestecului de beton rigid se efectuează cu un atelier de compactare.

9.6.5 Componenta atelierului și regimul de lucru al acestora se determină printr-o compactare de probă, cu condiția asigurării vitezei de deplasare a fluxului, a densității solicitate și ținând cont de restricțiile de timp menționate la punctul 9.6.2.

9.6.6 Compactarea trebuie executată de la acostamente spre axa drumului, precum este arătat în Figura 19. Valțurile rulourilor trebuie să fie curate pe tot parcursul procesului de compactare a amestecului.



1 – rulou; 2 – amestecul din RCC, distribuit pe toată lățimea benzii; 3 – partea necompactată

Figura 19 - Compactarea primei benzi așternute

9.6.7 Până la atingerea densității cerute, compactarea se efectuează după schema următoare:

a) compactarea inițială

- primele 2 – 4 treceri se execută cu compactorul cu doi cilindri cu masa cuprinsă între 6 și 7 tone sau 8 treceri de un compactor cu un cilindru vibrator în regim static (fără vibrație);

b) compactarea secundară se realizează după compactarea inițială, cu același cilindru vibrator folosit în timpul compactării inițiale, dar cu vibrație pentru a obține gradul de compactare dorit.

- la prima trecere pe toată lățimea benzii, valțul director al compactorului trebuie să fie situat înainte în sensul mișcării, iar în cele următoare – din urmă, fiecare următoare trecere trebuie să acopere urma precedentă cu 10 % din lățimea valțului director;

- după încheierea compactării fără vibrație trebuie executată compactarea fundației din beton cu un compactor cu doi cilindri cu masa de 6 - 7 tone în 4 – 6 treceri cu vibrație, totodată primele 2 – 3 treceri trebuie efectuate cu o frecvență a vibrației de 30 Hz și o amplitudine maximă, iar cele următoare – cu o frecvență a vibrației de 45 - 50 Hz și o amplitudine minimă;

c) compactarea finală

- se execută cu un compactor pneumatic cu masa de 8 - 20 tone după aceeași schemă de deplasare, în 6 – 8 treceri pe aceeași urmă cu vibrație, totodată primele 3 – 4 treceri vor fi efectuate cu o frecvență a vibrației de 30 - 35 Hz, iar cele următoare – cu o frecvență a vibrației de 45 - 50 Hz.

9.6.8 La utilizarea compactorului cu pneuri cu masa cuprinsă între 20 și 24 tone pentru compactarea finală trebuie executate 8 – 10 treceri pe aceeași urmă.

9.6.9 Compactarea cu compactor vibrator cu ruloiri netede cu masa de 9 - 10 tone se efectuează după schema următoare: primele 3 – 4 treceri – fără vibrație, următoarele 8 – 10 treceri – cu vibrație, totodată primele treceri se execută cu ruloul vibrator activ la o frecvență de 30 - 35 Hz, iar cele următoare – cu o frecvență a vibrației de 45 - 50 Hz.

9.6.10 Viteza de lucru la compactare va fi: a compactoarelor cu masa de 6 - 7 tone fără vibrație – de la 2 până la 4 km/h, cu aceeași masă, dar cu vibrație – de la 1,5 până la 2 km/h; a compactoarelor cu masa de 12 - 16 tone cu vibrație – de la 2 până la 3 km/h; a compactoarelor cu pneuri – de la 5 până la 8 km/h; a compactoarelor cu masa de 9 - 10 tone fără vibrație – de la 2 până la 3 km/h, cu aceeași masă, dar cu vibrație – de la 1,5 până la 2 km/h.

9.6.11 În procesul de compactare, nu se permite oprirea compactorului cu vibratoarele active. Vibratoarele se deconectează la o distanță de 2,0 m până la oprirea compactorului. În caz contrar, la

suprafața stratului se formează denivelări. Mașinistul compactorului trebuie să regleze viteza de deplasare a compactorului, precum și amplitudinea și frecvența de vibrație a rulourilor.

9.6.12 Lungimea optimă a lotului de compactare a stratului fundației trebuie să constituie de la 20 până la 30 m, pentru că între prepararea și compactarea amestecului de beton trebuie să treacă maxim 2 ore.

9.6.13 În timpul compactării amestecului de beton rigid, compactoarele trebuie să fie în mișcare continuă și uniformă. Se interzice oprirea compactoarelor pe un strat necompactat sau schimbarea bruscă a sensului de deplasare.

9.6.14 Conectarea-deconectarea vibrației și reversul trebuie efectuate în afara benzii care se compactează, în timpul mișcării compactorului. În cazuri excepționale, dacă este necesară oprirea compactorului pe stratul care se compactează, trebuie oprită în prealabil vibrația la distanța de 2,0 m înainte de oprirea completă a compactorului.

9.6.15 Rulourile compactorului trebuie curățate și umeziți în afara stratului care se compactează.

9.6.16 Deplasarea compactorului de pe o bandă care se compactează pe alta trebuie executată doar pe sectorul compactat anterior.

9.6.17 Amestecul de beton se compactează până la densitatea, caracterizată prin coeficientul de compactare $K_{comp.} = 0,98$ din cea obținută la elaborarea rețetei. Un criteriu orientativ în finalizarea compactării este lipsa urmei pe suprafața stratului la trecerea cilindrului compactor greu.

9.6.18 Concluzia finală privind gradul de compactare obținut se va efectua conform rezultatelor încercărilor de laborator.

9.7 Executarea rosturilor longitudinale de contact (de lucru)

9.7.1 Rosturile longitudinale sunt formate între benzi adiacente în direcția de așternere. Rostul de contact (de lucru) nou se formează între benzi de așternere succesive atunci când intervalul de timp dintre așternerea și compactarea benzilor este suficient de scurt pentru a permite compactarea comună a benzilor pentru a forma o îmbinare monolitică (Figura 20). În absența aditivilor de întârziere, acest interval de timp, de regulă, constituie 60 de minute, în funcție de amestec și de condițiile de mediu.

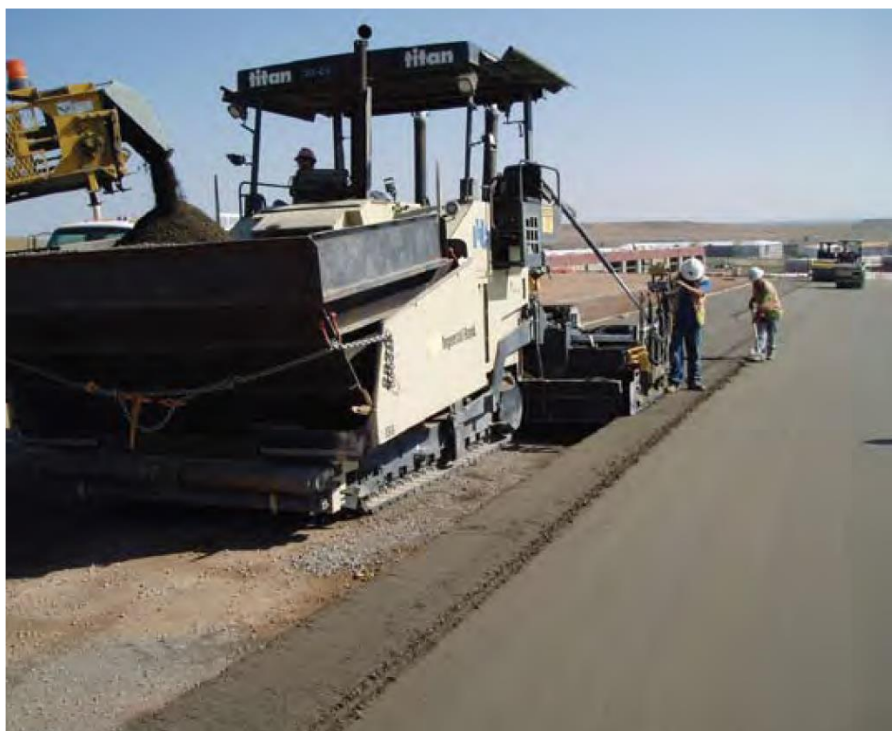
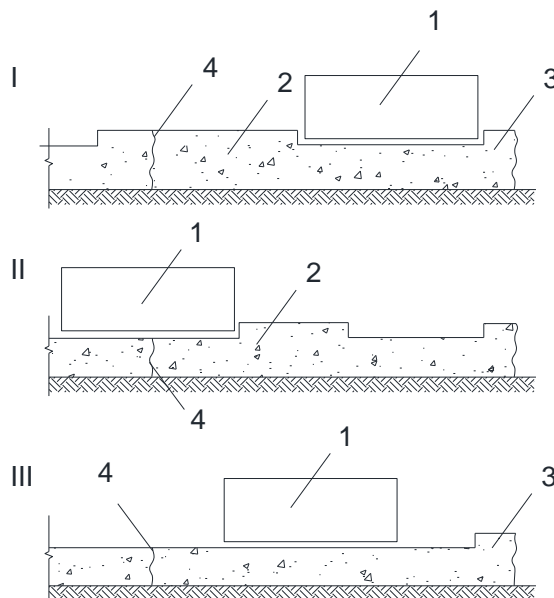


Figura 20 – Rostul longitudinal nou format

9.7.2 Rosturile longitudinale proaspete

9.7.2.1 Rosturile longitudinale proaspete se realizează lăsând necompactate de la 30 până la 45 cm de la marginea benzii așternute, din partea următoarei benzi, care urmează să fie așternută (Figura 21).



1 – rulou; 2 – RCC proaspăt așternut; 3 – marginea longitudinală necompactată de la 30 până la 45 cm; 4 – rostul „proaspăt” longitudinal; I – III – etapele de compactare a betonului proaspăt așternut.

Figura 21 - Realizarea unui rost longitudinal proaspăt

9.7.2.2 Marginea necompactată este utilizată pentru a seta grosimea așternerii stratului adiacent. Rostul se compactează prin centrarea tamburului compactorului peste îmbinare și compactarea simultană a marginilor benzilor adiacente. Compactarea unui rost proaspăt poate necesita mai multe treceri decât compactarea mijlocului benzii pentru a obține o densitate stabilă. Restul benzii este apoi compactat cu două treceri în modul static. Trecerile ulterioare a compactorului sunt executate cu vibrație.

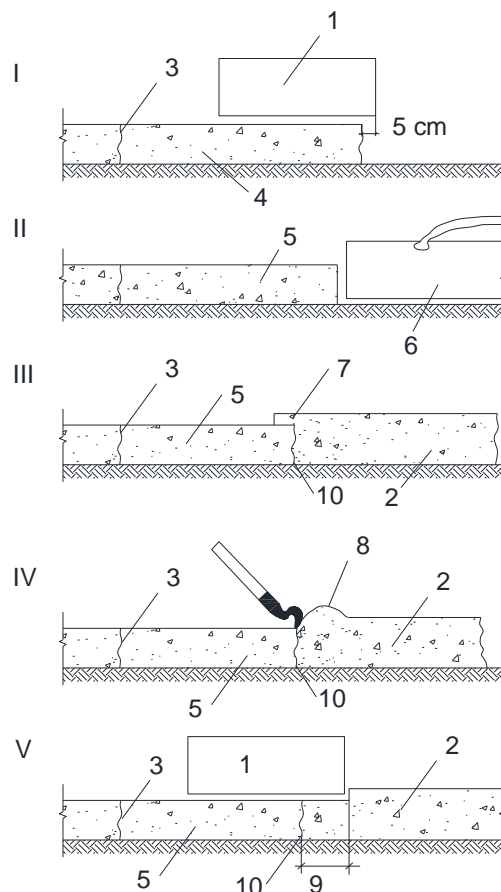
9.7.3 Rosturi de construcție longitudinale la rece

9.7.3.1 La așternerea următoarei benzii la mai mult de o oră după așternerea benzii adiacente, se realizează rosturi de construcție longitudinale la rece. În cele mai multe cazuri, executarea acestora este planificată din timp, iar banda este compactată pe toată lățimea acesteia. Rosturile la rece se formează de regulă prin tăierea marginii exterioare a benzii așternute, cu o mașină de tăiat betonul, și așternerea următorului strat aproape de marginea verticală curată rezultată (Figura 22).



Figura 22 - Rostul longitudinal de construcție la rece finisat

9.7.3.2 După cum este prezentat în Figura 23, compactarea începe de la marginea exterioară a benzii, în rezultat grosimea compactată devine cu 2,5 cm până la 5 cm mai mică decât RCC necompactat. La finalizarea operațiunilor de compactare, marginea se tăie cu un ferăstrău pe toată grosimea benzii și la o distanță de cel puțin 15 cm de margine. Înainte de așternerea unei benzi RCC noi, suprafața verticală trebuie curățată cu un jet de aer sau apă. Dacă suprafața este curățată cu aer, suprafața trebuie umezită înainte de așternerea RCC pentru a preveni absorbția apei din noul RCC.



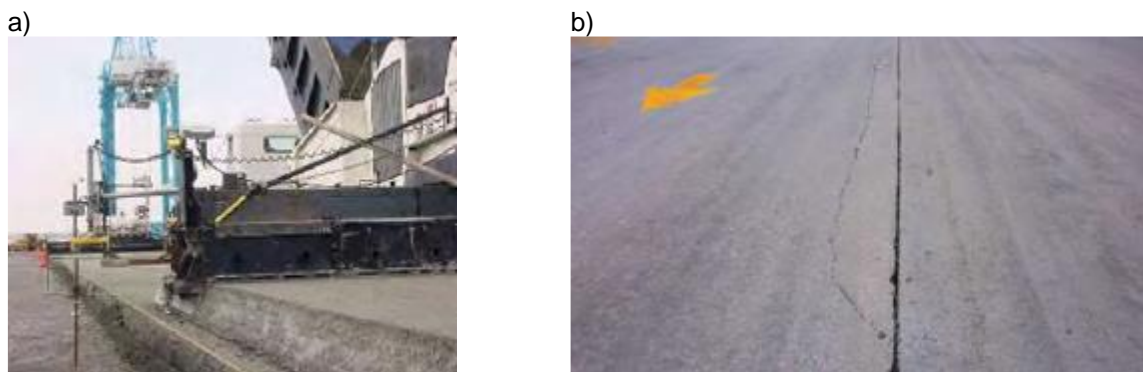
1 – rulou; 2 – stratul din RCC proaspăt așternut; 3 – rostul proaspăt longitudinal; 4 – beton compactat anterior; 5 – beton întărit; 6 – cuțitul grederului; 7 – rostul la rece acoperit (cu ~7 cm) cu RCC proaspăt; 8 – deplasarea betonului proaspăt așternut în afara limitelor rostului la rece; 9 – compactarea RCC proaspăt așternut peste rostul la rece; 10 – rost la rece;
I – V – etapele de realizare a rostului la rece.

Figura 23 - Realizarea rosturilor longitudinale la rece

9.7.3.3 La repartizarea amestecului de beton pe a doua bandă, în zona adiacentă, amestecul de beton acoperă banda de beton întărit pe o lățime cuprinsă între 7,5 și 8,0 cm (a se vedea Figura 23, etapa III). Pe această bandă amestecul se deplasează manual spre betonul proaspăt așternut, formând un val (a se vedea Figura 23, etapa IV), și apoi cu ruloul compactor (cu vibratorul deconectat) rostul se compactează în 2 – 3 treceri, cuprinzând banda de beton proaspăt așternut cu lățimea de 30 cm (a se vedea Figura 23, etapa V).

9.7.3.4 Materialul proaspăt aplicat pe o suprafață existentă întărită până la compactare nu trebuie lăsat niciodată, deoarece este probabil ca acest material se va coji la o vârstă înaintată.

9.7.3.5 O alternativă tăierii marginii este instalarea unui sabot pe repartizator-finisor de asfalt (Figura 24, a)). Sabotul servește ca un cofraj glisant și este de obicei fixat la un unghi de 15 până la 30 de grade față de axa verticală, ținând marginea pe loc. Compactarea se efectuează pe toată lățimea benzii așternute, inclusiv de-a lungul marginii. Această practică economisește timp și costuri de tăiere. Cu toate acestea, în acest caz, fisurile reflectate pot apărea în stratul superior al benzii adiacente (Figura 24, b)), datorită aderenței parțiale între straturile inferior și superior.



a) - sabotul pentru așternere utilizat la construcția celui de-al doilea strat; b) - fisura longitudinală de la rostul primului strat, reflectată prin banda de circulație adiacentă

Figura 24 - Dispozitivul unei cusături longitudinale la rece fără tăiere și defectele sale

9.7.3.6 Pentru a preveni ruperi și crăpături aliatoare se tăie rosturi longitudinale. Adâncimea de tăiere trebuie să fie de 1/4 din grosimea stratului rutier. De regulă, datorită vitezei și confortului, sunt folosite fierăstraiele pe beton subțiri pentru tăierea ultra devreme. Tăierea poate fi începută la 1-4 ore după compactarea finală. Adâncimea de tăiere pentru tăierea ultra devreme variază de la 2,5 la 3,2 cm, indiferent de grosimea stratului rutier.

9.8 Executarea rosturilor transversale de construcție

9.8.1 Rosturile de construcție sau de lucru (Figura 25) se execută la capetele benzii așternute perpendicular pe direcția de așternere, la sfârșitul schimbului de lucru. Rosturile de construcție transversale proaspete de regulă lipsesc în îmbrăcămințile din RCC, deoarece construcția se oprește după ce a fost așternută o anumită lungime a benzii.

9.8.2 Rosturile de construcție transversale se execută cu ajutorul unor construcții suport din metal pe toată lățimea și înălțimea stratului așternut. Se admite executarea rostului de lucru, aplicând un cofraj din scânduri-suport de lemn.

9.8.3 Construcțiile de metal sau scândurile - suport vor fi fixate cu pivoți de stratul inferior pentru a exclude deplasarea acestora. De-a lungul rostului de lucru amestecul suplimentar se compactează manual cu maiul cu finisarea suprafeței, cu adaos de amestec pe bandă cu lățimea de până la 0,5 m. La începutul următorului schimb, scândura trebuie înlăturată, iar amestecul trebuie așternut prin îmbinare cap la cap cu cel pus anterior.

9.8.4 De regulă, rosturile de lucru trebuie să coincidă cu rosturile de contracție, prevăzute în proiect.

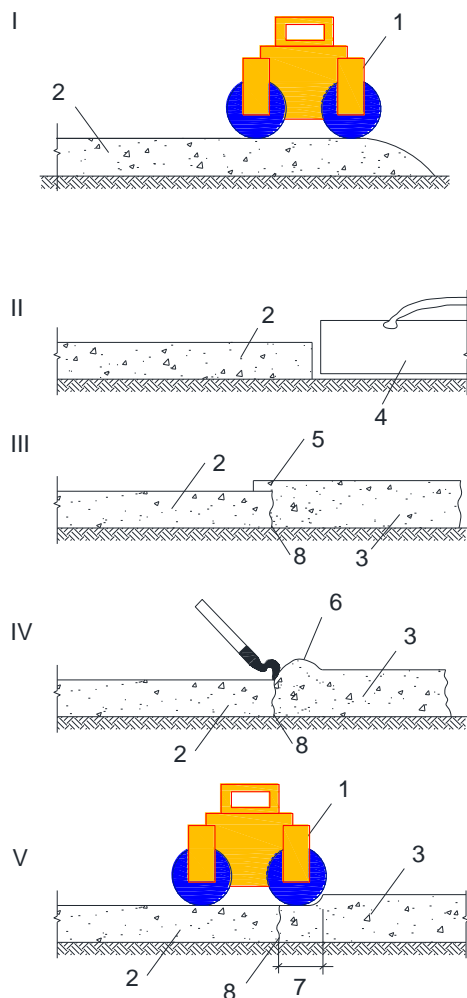
9.8.5 La sfârșitul schimbului, se admite efectuarea unei rampe cu tăierea ulterioară a betonului cu tăietorul de rosturi și realizarea unui rost de lucru pe toată grosimea și lățimea de proiect a secțiunii.

9.8.6 Majoritatea rosturilor de construcție transversale sunt rosturi la rece (Figura 25, a), formate prin tăierea rampelor de capăt ale betonului complet compactat cu un ferăstrău pentru beton de calitate adecvată. Marginea trebuie să fie curată și verticală, fără crăpături.

9.8.7 La reluarea așternerii, noul RCC este pozat în dreptul rostului de construcție transversal și cu ușoară presărare peste acesta pentru a permite o „rostogolire” rezonabilă în timpul compactării. În cazul în care materialul suprapus este lăsat deasupra muchiei rostului de construcție a benzii mai vechi, întărite, la vârste înaintate se pot produce ruperea și crăparea nedorite. Prin urmare, materialul care se suprapune trebuie îndepărtat întotdeauna înainte de compactarea îmbinării.

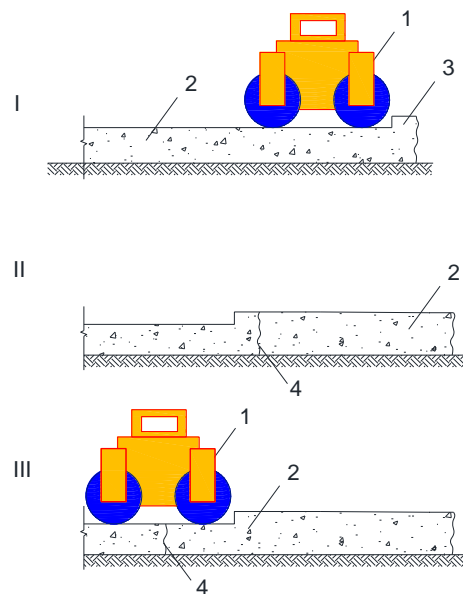
9.8.8 Rosturile de construcție transversale pot fi proaspete și se execută cum este prezentat în Figura 25, b).

a) realizarea rostului transversal la rece



1 – compactorul; 2 – stratul supus compactării din RCC proaspăt așternut; 3 - stratul din RCC proaspăt așternut; 4 – cuțitul grederului; 5 – rostul la rece acoperit (cu ~7 cm) cu RCC proaspăt; 6 – deplasarea betonului proaspăt așternut în afara limitelor rostului la rece; 7 – compactarea RCC proaspăt așternut peste rostul la rece; 8 - rostul la rece

b) realizarea rostului proaspăt



1 – compactorul; 2 – stratul supus compactării din RCC proaspăt așternut; 3 - marginea transversală necompactată de la 30 până la 45 cm; 4 – rostul proaspăt transversal

Figura 25 - Executarea rosturilor transversale de construcție

9.9 Executarea rosturilor transversale de deformație

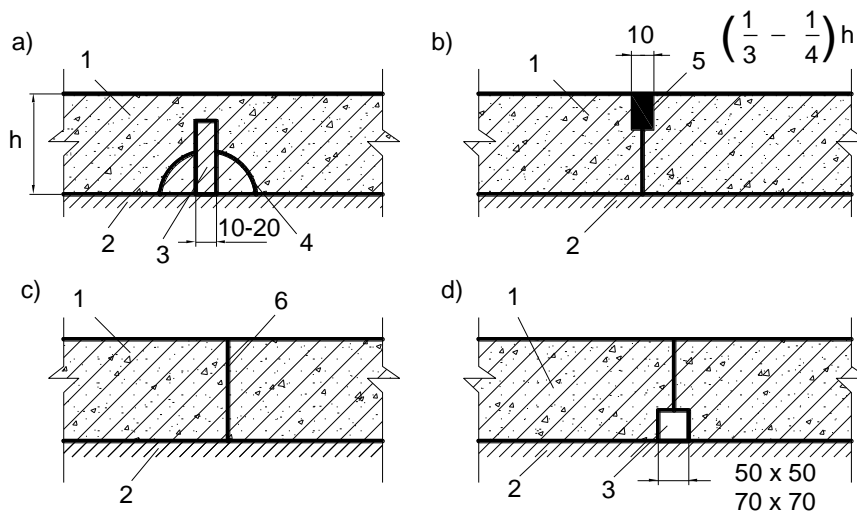
9.9.1 Execuția rosturilor de contracție în fundații și îmbrăcămînți rutiere pentru prevenirea fisurilor aleatorii nu este obligatorie datorită faptului că contracția și, prin urmare, lățimea deschiderii fisurilor este minimă. Fisurile apar de obicei la o distanță de la 6,1 până la 18,3 m, în funcție de proprietățile RCC și de grosimea îmbrăcămînții. Reieșind din aceste considerente în cazul straturilor RCC cu costuri reduse pe drumuri cu însemnătate mică, tăierea rosturilor transversale poate fi omisă.

9.9.2 La execuția rosturilor de deformație, poziția acestora trebuie indicată pe desenele proiectului.

9.9.3 Rosturile transversale de contracție pot fi executate conform următoarelor opțiuni:

a) cu montarea unei garnituri de lemn în procesul de betonare (Figura 26, a, d);

b) cu tăierea în beton compactat (Figura 26, b).



a, d - rostul de contracție, executate în procesul de betonare; b – rostul de contracție cu tăiere în beton întărit; c - rost de construcție; 1 - fundația din RCC; 2 - stratul inferior al fundației; 3 - garnitură din lemn; 4 - scoabe de fixare; 5 - rost tăiat în beton întărit sau organizat în beton proaspăt și umplut cu etanșant; 6 - ungere cu bitum

Figura 26 - Modele de rosturi transversale

9.9.4 La executarea rosturilor de contracție cu montarea unei garnituri de lemn în timpul betonării, înainte de distribuirea amestecului de RCC pe stratul tehnologic, cu ajutorul scoabelor de fixare, se montează o garnitură de lemn cu grosimea de 10-20 mm și lățimea egală cu $\frac{2}{3}$ din grosimea stratului așternut (Figura 26, a). În timpul exploatarea drumului, de asupra la garnitură se formează o fisură sub forma unui rost fals.

9.9.5 Rosturile de contracție cu tăiere se realizează imediat după compactarea finală, cu ajutorul mașini pentru tăiat rosturi. Nu se recomandă tăierea rosturilor la câteva ore după compactare, deoarece în acest timp stratul din RCC acumulează tensiuni suficiente pentru formarea fisurilor, iar tăierea rosturilor prea târziu nu va evita apariția acestor fisuri, a se vedea Figura 27.



Figura 27 - Exemplu de formare a fisurii în preajma unui rost de contracție tăiat prea târziu

9.9.6 Se recomandă executarea rosturilor de contracție în RCC după următoarele tehnologie:

1. După așternerea amestecului cu repartizator-finisor de beton asfaltic, acesta se compactează ușor.

O frânghie, cu o grosime aproximativ egală cu grosimea unei pânze de mașina manuală pentru tăiat beton, este trasă și așezată acolo unde este necesară tăierea rostului, după ce o compactează (Figura 28).



Figura 28- Frânghia este compactată în poziția în care urmează să se formeze rostul de contracție.

2. Frânghia pozată este folosită pentru ghidarea lucrătorului, care imediat, folosind un fierăstrău fără răcire cu apă, taie rostul la o adâncime de aproximativ o treime din grosimea stratului RCC (Figura 29).



Figura 29 - Tăierea manuală a rostului de contracție

3. Rostul tăiat se umple manual cu emulsie bituminoasă C40B4 conform SM EN 13808, figura 30. Acest tip de emulsie bituminoasă este utilizat deoarece vâscozitatea acestuia permite turnarea manuală.



Figura 30 - Umplerea manuală a rostului cu emulsie bituminoasă

4. Compactarea finală la densitatea necesară, Figura 31. Această compactare finală are ca rezultat o reducere a lățimii rostului și fără emulsia bituminoasă, care îndeplinește funcția de separare, rostul putea fi complet închis.



Figura 31 - Compactarea finală până la obținerea densității necesare.

Există echipamente brevetate pentru execuția automată unui proces similar.

9.9.7 Rosturile transversale de regulă sunt tăiate la distanțe de 6 m - 8 m. Tăierea trebuie începută imediat după ce betonul devine suficient de dur pentru a rezista la ruperi cauzate de tăiere.

9.10 Întreținerea RCC

9.10.1 Întreținerea betonului proaspăt așternut trebuie efectuată imediat după finalizarea compactării și continuată până la atingerea rezistenței de proiect sau până la executarea îmbrăcăminții.

9.10.2 Pentru întreținere trebuie utilizat un material peliculogen diluat cu apă, care trebuie aplicat pe suprafață în două straturi cu o normă de consum cuprinsă între 200 și 250 g/m² pentru fiecare strat. Al doilea strat trebuie aplicat după formarea peliculei primului strat (în limitele de 30 - 60 de minute).

9.10.3 Materialul peliculogen va fi aplicat uniform, fără omisiuni, pe toată suprafața, incluzând fețele laterale (Figura 32).



Figura 32 - Aplicarea materialului peliculogen

9.10.4 La tăierea rosturilor pe locurile în care pelicula s-a deteriorat, materialul peliculogen trebuie aplicat repetat.

9.10.5 Cel mai eficient este acoperirea fundației din beton de ciment cilindrat cu straturi de beton asfaltic imediat după compactarea și finisarea suprafeței betonului de ciment cilindrat, cu o pauză între așternerea straturilor de cel mult patru ore, fără a admite uscarea betonului. În acest caz, întreținerea betonului nu se efectuează.

9.10.6 Dacă potrivit condițiilor de executare a lucrărilor acoperirea fundației din beton de ciment cilindrat imediat după așternerea acesteia este imposibilă, atunci se admite executarea straturilor superioare ale îmbrăcăminții rutiere atunci când betonul atinge o rezistență de cel puțin 70 % din cea proiectată.

9.11 Rugozitatea și planeitatea suprafeței

9.11.1 Suprafața finisată a RCC este de obicei departe de a fi plană datorită utilizării roleurilor de oțel pentru compactarea betonului. Planeitatea suprafeței este verificată cu o riglă sau un profilometru. Toleranțele pe o riglă de trei sau patru metri sunt de obicei în intervalul de la 6,4 mm până la 9,5 mm. Planeitatea trebuie verificată cât mai aproape posibil de ruloul de finisare și orice modificare excesivă ale suprafeței trebuie corectată cu acesta. O atenție deosebită trebuie acordată planeității în zona rosturilor proaspete și reci, deoarece aceasta este o zonă critică pentru planeitatea suprafeței.

9.11.2 În cazul în care planeitatea după întărirea RCC nu îndeplinește toleranțele specificate, suprafața structurii rutiere trebuie șlefuită.

9.11.3 Una dintre operațiunile finale în procesul tehnologic al executării structurii rutiere din beton de ciment este texturarea, care asigură suprafeței betonului o textură adecvată. Acest lucru permite obținerea unui coeficient de aderență mai mare al roților la șosea, prin creșterea rugozității, îmbunătățirea confortului de conducere și reducerea nivelului de zgomot din cauza frecării anvelopelor.

9.11.4 Macrorugozitatea RCC este suficientă pentru drumurile cu viteză redusă. Pe drumurile cu viteză de circulație mare (de peste 50 km/h), macrorugozitatea trebuie amenajată special.

9.11.5 Macrorugozitatea RCC poate fi amenajată în următoarele moduri:

a) pe stratul proaspăt:

- dezvelirea parțială a agregatelor;
- texturarea suprafeței cu țesătură de iută (pânză),
- folosind perii speciale din otel;
- metoda de ștanțare;
- cu ajutorul unui covor de cauciuc („gazon artificial”) etc.

b) pe stratul întărit:

- șlefuire cu diamant (striere);
- aplicarea tratamentului bituminos dublu invers;
- aplicarea straturilor din mixturi asfaltice, etc.

9.11.6 Alegerea metodei de amenajare a rugozității îmbrăcăminții este efectuată de către Beneficiar la propunerea Antreprenorului, pe baza rezultatelor încercărilor de laborator și ale calculului economice, cu excepția cazului în care contractul prevede altfel.

9.12 Deschiderea circulației rutiere

9.12.1 Principalul avantaj al RCC în comparație cu îmbrăcăminți din beton de ciment tradițional este capacitatea de a deschide traficul la o vârstă relativ fragedă, când rezistența la compresiune atinge o rezistență cilindrică de aproximativ 20 MPa.

9.12.2 Viteza de întărire a unui RCC în mare parte depinde de o serie de factori:

- proprietățile mecanice ale RCC;
- rezistența RCC;
- condiții de mediu.

9.12.3 Din experiență se cunoaște că o rezistență de 20 MPa se atinge în aproximativ 2 zile pe vreme caldă și în aproximativ 4 zile pe vreme rece.

9.12.4 Circulația utilizatorilor pe un strat din beton de ciment cilindrat, executată fără pauză tehnologică, se permite după ce betonul cilindrat atinge rezistența specificată în punctul 9.12.1, însă această condiție nu se aplică utilajelor rutiere.

9.12.5 Până la executarea acostamentului se interzice ieșirea de pe RCC și intrarea pe acesta dinspre fețele laterale fără execuția unei rampe.

10 Sectorul de testare

10.1 Cu cel puțin 30 de zile înainte de începerea așternerii RCC, trebuie executat un sector de testare folosind amestecul propus. Amplasarea sectorului de testare se indică pe desenele proiectului sau conform acordului. Sectorul de testare va permite antreprenorului să dezvolte și să demonstreze metodele propuse de amestecare, transport, așternere, compactare, finisare pentru asigurarea planeității și rugozității suprafeței, întărirea și realizarea rosturilor de construcție.

10.2 Sectorul de testare trebuie să fie construit pe un strat suport compact folosind aceleași echipamente, materiale și metode de construcție care vor fi utilizate în lucrările ulterioare.

10.3 La realizarea unui sector de testare se verifică procesele și metodele tehnologice propuse, care permit stabilirea, cel puțin, a următoarelor:

- viteza și timpul de livrare a RCC;
- umiditate la așternerea unui amestec RCC omogen, suficientă pentru a-l compacta la densitatea necesară;
- posibilitatea așternerii RCC cu repartizator-finisor asphaltic;
- schema de compactare și numărul de treceri pentru atingerea densității cerute;
- termene de finalizare a procesului;
- rugozitatea acceptabilă a suprafeței;
- metoda de formare a rosturilor de compresie;
- metoda de formare a rosturilor longitudinale;
- metoda de îngrijire a suprafeței.

10.4 Ca urmare a observațiilor și încercărilor efectuate pe sectorul de testare, procesele și metodele tehnologice propuse pot fi modificate în cazul în care nu îndeplinesc cerințele stabilite. Toate observațiile și încercările acestei metode efectuate pe sectorul de testare trebuie înregistrate, iar procesele și metodele preliminare trebuie schimbate, în conformitate cu rezultatele obținute.

10.5 Eșantionarea și testarea unei zone de probă a pavajului RCC ar trebui să fie finalizate înainte de începerea lucrărilor majore de instalare a pavajului RCC.

10.6 Pe sectorul de testare trebuie executate rosturi la rece atât longitudinale, cât și transversale, precum și rosturi proaspete. Lățimea sectorului de testare trebuie să cuprindă cel puțin două lățimii a repartizator-finisorului de asphalt (3,5 până la 4 m), fiecare cu o lungime de minim 15,0 m, precum 1,5 din benzi fiind așternute în prima zi și restul în ziua următoare. O atenție deosebită trebuie acordată executării rosturilor proaspete și la rece.

10.7 Pe sectorul de testare se precizează schema de compactare și numărul de treceri efectuând teste de laborator pentru a determina densitatea. Testele se efectuează pe ambele diagonale ale sectorului de testare cu o serie de măsurători de densitate, începând/terminând la 300 mm de fiecare colț, pentru a evalua uniformitatea compactării și a obține o densitate în stare proaspătă de 98%.

10.8 La terminarea sectorului de testare, suprafața este verificată privind planeitate și discontinuitate, și poate fi prelevată o probă pentru a verifica densității și legăturii între straturi.

10.9 Specificația proiectului trebuie să includă date referitoare la încercările care au fost efectuate pe sectorul de probă. Tipul de încercare, numărul de încercări și locația eșantioanelor de încercare trebuie descrise în detaliu.

11 Controlul lucrărilor de execuție

11.1 Controlul calității lucrărilor de execuție a îmbrăcăminților și fundațiilor din RCC este același ca pentru betonul tradițional, cu câteva excepții.

11.2 Controlul și testarea înainte de construcție trebuie să includă verificarea calității materialelor; inspecția stației de amestecare; calibrarea stației; inspecția echipamentelor; calibrarea echipamentelor de testare; executarea, inspectarea și încercările efectuate pe sectorul de testare. Laboratoarele de încercări trebuie să fie autorizate/acreditate și să aibă experiență sau pregătire în procedurile specifice RCC și utilizate pentru proiectul RCC.

11.2.1 Testarea materialelor. Procedurile de prelevare și de determinare a conformității componentelor RCC precum liantul, apa de amestec, agregatele și aditivii sunt similare cu cele pentru betonul tradițional. Componentele materialelor trebuie selectate și instalate înainte de plasare. În plus, toate componentele RCC trebuie să respecte standardele sau specificațiile de proiect aplicabile.

11.2.2 Dozajele amestecului. După testarea materialelor, sunt efectuate studii de combinare pentru a se asigura că pot fi îndeplinite cerințele de proiect pentru rezistență, durabilitate și alte proprietăți.

11.2.3 Stațiile de amestecare. Înainte de începerea lucrărilor de așternere, stația de amestecare este verificată cu atenție pentru a se asigura că respectă specificațiile contractului.

11.2.4 Echipamente. Alegerea mixerului și a altor echipamente asociate trebuie făcută de către antreprenor/furnizor pe baza caracteristicilor de performanță ale produsului omogen, mărimea proiectului, disponibilitatea echipamentului, considerente economice și distanță. Adaptarea tehnologiei de producție RCC la condițiile locale și la materialele locale poate duce la costuri mai mici și la îmbunătățirea calității amestecului.

11.2.5 Calibrarea echipamentelor de testare. Toate echipamentele de testare trebuie calibrate conform standardelor stabilite.

11.2.6 Principalele tipuri, volum și metodele de control înainte de construcție privind materialele utilizate sunt prezentate în Tabelul 14.

Tabelul 14 – Parametri de control

Index	Valoarea indicatorului	Volumul încercărilor	Metoda de control
dimensiune maximă a agregatelor	22 mm	Pentru fiecare lot, nu mai rar decât o dată pe săptămână	SM EN 933-1
Umiditatea agregatelor	Reală	Nu mai rar decât o dată pe schimb și după precipitații	SM EN 1097-5
Lucrabilitate (duritatea) amestecului de beton	40 – 80 sec. peste 30 min după finalizarea malaxării amestecului	Pentru fiecare lot, nu mai rar decât o dată pe schimb	SM EN 12350-3
Rezistența la compresiune și întindere din încovoiere a betonului la 3, 7 și 28 de zile și/sau 90 de zile	Reală și mai mare decât cea de calcul la vârsta din proiect	Nu mai puțin de o serie pe zi (3 cilindri) pentru fiecare vârstă, cu utilizarea coeficientului $K=1,325$	SM EN 12390-3 SM EN 12390-5
Gelivitate	De peste 50 cicluri	O dată pe trimestru	SM CEN/TS 12390-9

11.3 În timpul construcției, trebuie efectuată monitorizarea și testarea regulată atât a materialelor, cât și a altor indicatori.

11.3.1 În timpul construcției, stația de amestecare este inspectată în mod regulat și, în caz de necesitate, calibrată pentru a se asigura că produce un amestec RCC în limitele toleranțelor indicate în specificația (caietul de sarcini) contractului.

11.3.2 Încercările pentru determinarea granulozității agregatelor, încercările de determinare a umidității totale, încercările de determinare a densității în stare umedă, densitatea și umiditate în situ, determinarea planeității suprafeței, confecționarea și încercarea epruvetelor sub formă de grinzi sau cilindri, precum și calibrarea instalației sunt efectuate cu periodicitatea indicată în specificația (caietul de sarcini) contractului.

11.3.3 În caz de necesitate, zilnic trebuie determinată umiditatea agregatelor fine și grosiere și efectuate ajustările corespunzătoare la cantitatea de apă din amestec.

11.3.4 Analiza granulometrică prin cernere a agregatelor combinate trebuie efectuată în mod normal în fiecare zi la începutul unui schimb. Probele trebuie prelevate de pe banda transportoare înainte ca cimentul și cenușa zburătoare să fie adăugate la agregatele combinate.

11.3.5 Conținutul de apă în RCC trebuie verificat, după necesitate, la intervale frecvente în timpul producției RCC.

11.3.6 Înainte de așternere a RCC se verifică densitatea stratului suport.

11.3.7 În timpul executării lucrărilor repartizator-finisor de asfalt este monitorizat permanent pentru a se asigura că el este reglat corect și că viteza acestuia este astfel încât suprafața RCC așternut este netedă și continuă, că stratul așternut are grosimea necesară și, după compactare corespunde clasei de compactare și planeității necesare.

11.3.8 Planitatea suprafeței este verificată cu o liră sau un profilometru. Decalajele acceptabile sub o liră de 3 m sau de 4 m sunt de regulă de la 6,5 până la 9,5 mm. Planeitatea trebuie verificată cât mai aproape posibil de rola de finisare și orice denivelări excesive ale suprafeței trebuie corectate cu acesta. O atenție deosebită trebuie acordată planeității în locurile amplasării rosturilor proaspete și reci.

11.3.9 Textura finală a suprafeței îmbrăcăminții din RCC de regulă se aseamănă cu macrotextură a suprafeței îmbrăcăminții de asfalt. Textura finală a suprafeței trebuie să fie în mod substanțial lipsită de defecte specificate în Anexa C.

11.3.10 Așternerea este monitorizată permanent pentru a se asigura că tot amestec RCC este așternut și compactat în timpul stabilit (de regulă de la 45 până la 60 de minute) și într-un mod în care apa de întărire din așternerea anterioară nu afectează așternerea și compactarea a RCC proaspăt.

11.3.11 După compactarea cu vibrație inițială, se încheie o inspecție preliminară și încercările privind stabilirea densității, planeității și texturii suprafeței, iar defecțiunile sunt observate și corectate înainte de compactarea finală. După corectarea defecțiunilor, compactarea continuă până când se obține densitatea necesară.

11.3.12 Rosturile se verifică permanent, pentru a se asigura că toate rosturile finalizate au aceeași textură, densitate și planeitate ca și alte sectoare ale îmbrăcăminții drumului. O atenție deosebită trebuie acordată pentru a se asigura că toate rosturile, la rece sau proaspete, sunt executate și colmate conform specificațiilor din proiect.

11.3.13 Cerințele care trebuie îndeplinite și verificate în timpul construcției fundațiilor (bazelor) și îmbrăcăminților din beton RCC sunt prezentate în Tabelul 15.

Tabelul 15 – Controlul în timpul execuției lucrărilor de construcție

Nr. crt.	Caracteristicile care se verifică	Valoarea cerințelor normative	Frecvența minimă	Metode de determinare conform
1	Durata de aflare a amestecului în mijlocul de transport, cel mult, la temperatura aerului, °C: - de la 20 până la 30 - sub 20	30 min 60 min	Fiecare mașină	Măsurarea timpului
2	Lucrabilitatea amestecului de beton, cel mult	40 – 80 s	Cel puțin o dată pe schimb și suplimentar la măsurarea lucrabilității	SM EN 12350-3
3	Densitatea amestecului RCC	În conformitate cu compoziția betonului	Cel puțin o dată pe schimb și suplimentar la modificarea indicatorilor	SM EN 12350-6
4	Rezistența betonului după mostrele de control (la compresiune și la întindere prin încovoiere), care se întăresc în condiții normale	Nu mai mică decât clasa de beton din proiect	Pe fiecare schimb	SM EN 12390-3 SM EN 12390-5
5	Rezistența la îngheț-dezghet (gelivitate) a betonului după mostrele de control, care se întăresc în condițiile de întărire a construcției	Nu mai mică decât clasa de beton din proiect	Cel puțin o dată în 6 luni	SM CEN/TS 12390-9

(continuă)

Tabelul 15 (sfârșit)

Nr. crt.	Caracteristicile care se verifică	Valoarea cerințelor normative	Frecvența minimă	Metode de determinare conform
6	Distanța dintre stâlpii pentru coarda de ghidaj, cel mult: pe linie dreaptă în curbe	15 m 4 – 6 m	La instalarea sforii	Măsurarea cu banda de măsurare
7	Devierea cotelor reale de la cele proiectate, cel mult, pentru: coarda de ghidaj cofrajul de inventar ușurat	± 5 mm ± 5 mm	Pe fiecare stâlp Pe fiecare îmbinare	Nivelment
8	Consumul de materiale pelicologene	Potrivit recomandărilor de utilizare	O dată pe schimb	Prin calcul după consum pentru suprafața dată
9	Uniformitatea aplicării materialului pelicologen	Culoarea suprafeței trebuie să fie uniformă	O dată pe schimb	Vizual
10	Calitatea peliculei de protecție formate pe suprafața îmbrăcăminții din RCC	Pe sectorul de îmbrăcămințe cu dimensiunea de 20x20 cm cu soluția de acid clorhidric 10 % sau soluție de fenolftaleină 1 %	De două ori pe schimb	Conform anexei B

11.4 Monitorizare și încercări trebuie continuate și după finalizarea lucrărilor generale.

11.4.1 Suprafața îmbrăcăminții drumului nu trebuie să prezinte abateri care depășesc cele admisibile indicate în caietul de sarcini (specificație) al proiectului, să fie netedă și plană, fără defecte. Rosturile de lucru și cele executate la rece nu trebuie să prezinte deteriorări.

11.4.2 Pentru proiectele în care se prevede tăierea rosturilor, operațiunile inițiale de tăiere sunt controlate pentru a garanta că rosturile tăiate sunt drepte și fără așchiere, despicare, rupere sau fisurare a betonului.

11.4.3 Pentru a determina grosimea stratului, rezistența la încovoiere și rezistența la compresiune, trebuie efectuate prelevări de probe, forarea carotelor sau tăierea îmbrăcăminții. La prelevarea probelor și carotelor, este necesară urmărirea corectitudinii determinării locului prelevării, ordinii de execuție și numărului de probe prelevate, precum și refacerea locurilor de prelevare. Data și locul prelevării se înregistrează pentru fiecare probă prelevată. Vârsta RCC, la prelevarea probelor și carotelor, trebuie de regulă să constituie: 7, 14, 28 și 90 de zile.

Anexa A (informativă)

Specificații tip pentru o îmbrăcăminte rutieră din RCC

Prezentele Specificații sunt destinate să servească drept baza pentru elaborarea Caietelor de Sarcini utilizate în procedurile de achiziții publice la construcția îmbrăcăminte rutiere RCC. Totodată trebuie luate în considerare unele cerințe specifice proiectului concret, de exemplu clasa de rezistență la compresiune a RCC, de aceea clauzele expuse în prezentul model de Specificație și completitudinea lor, vor fi verificate în conformitate cu specificațiile proiectului înaintea aprobării acestora.

A.1 Dispoziții generale

A.1.1 Descriere. Betonul compactat cu role (RCC) constă din agregate, portland ciment, alți lianți hidraulici suplimentare (cenușa zburătoare, zgura și fum de silice) și apa. RCC va fi dozat, amestecat, așternut, compactat și îngrijit în conformitate cu aceste specificații cu respectarea grosimilor și secțiunilor transversale tipice prezentate în Planuri sau stabilite în alt mod de către Inginer.

A.1.2 Prezenta specificație are menirea de a fi aplicată în calitate de ghid, după forma și conținut, pentru construcția îmbrăcăminților din RCC tradiționale. Majoritatea proiectelor, dețin trăsături și cerințe specifice, care trebuie aplicate și expuse în documentația de proiect.

A.2 Referințe normative

SM EN 12350-6:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 6: Densitate
SM EN 12390-1:2021	Încercări pe beton întărit. Partea 1: Formă, dimensiuni și alte cerințe pentru epruvete și tipare
SM EN 12390-3:2019	Încercare pe beton întărit. Partea 3: Rezistența la compresiune a epruvetelor
SM EN 12390-5:2019	Încercare pe beton întărit Partea 5: Rezistența la încovoiere a epruvetelor
SM SR EN 12390-6:2011	Încercare pe beton întărit. Partea 6: Rezistența la întindere prin despicare a epruvetelor
SM EN 12504-1:2019	Încercări pe beton în structuri. Partea 1: Carote. Prelevare, examinare și încercări la compresiune
SM EN 12504-1:2019/AC:2021	Încercări pe beton în structuri. Partea 1: Carote. Prelevare, examinare și încercări la compresiune

A.3 Criterii de depunere a documentației

Cu cel puțin 30 de zile înainte de începerea construcției îmbrăcăminților din RCC, Antreprenorul va prezenta Inginerului următoarea documentație:

- Graficul de construcție a îmbrăcăminților RCC cu indicarea tuturor operațiunilor.
- Proceduri de execuție a îmbrăcăminților, care indică direcția de lucru, lățimea așternerii, rosturi la rece longitudinale și transversale planificate, precum și metode și scheme de îngrijire.
- Certificatele sursei de proveniență a agregatelor, calității și dimensiunilor, conform specificațiilor tehnice.
- Certificat pentru cimentul Portland și alți lianți, conform specificațiilor tehnice.
- Datele și specificațiile producătorilor, inclusiv capacitatea de ridicare a echipamentelor utilizate pentru amestecarea, transportul, așternerea și compactarea RCC.
- Schema amplasării fabricii de producere cu indicarea instalației de amestecare, depozitelor de ciment și agregate, precum și aprovizionarea cu apă.
- Compoziția propusă a amestecului RCC. În cazul în care compoziția amestecului propusă este elaborată de către Antreprenor sau sunt propuse modificări ale compoziției amestecului, aceasta trebuie prezentată Inginerului spre aprobare cu cel puțin patru săptămâni înainte de începerea construcției

îmbrăcăminții din RCC. Această compoziție de amestec trebuie să includă detalii privind granulometria agregatelor, lianți, aditivi (dacă sunt utilizați), rezistența la compresiune și/sau la încovoiere și umiditatea și densitatea necesare.

A.4 Materiale

A.4.1 Toate materialele care vor fi utilizate pentru construcția îmbrăcăminții din RCC trebuie să fie aprobate de către Inginer pe baza încercărilor de laborator sau a certificatelor pentru materialele care urmează să fie utilizate în construcție.

A.4.2 Calitatea cimentului utilizat trebuie să fie în concordanță cu cele mai noi specificații pentru cimentul Portland, cimenturi hidraulice și combinațiilor de lianți conform SM SR EN 197-1.

A.4.3 În cazul în care nu este aprobat altfel în scris de către Inginer, calitatea agregatelor va fi conformă cu SM SR EN 12620+A1 sau SM EN 13055. Indicele de plasticitate (conținutul de particule cu dimensiuni de 0,063 și mai mici) al agregatelor nu trebuie să depășească valoarea de 5 %. Agregatele pot fi obținute dintr-o singură sursă (carieră) sau din mai multe, și să prezente amestecul din agregate grosiere și fine. Agregatele trebuie să fie bine gradate, fără goluri de gradație și să se conformeze următoarei granulozității:

Tabelul A.1 - Zonele granulometrice ale amestecuri de agregate RCC

Dimensiunea sitei conform SM EN 933-2, mm	Procentaj raportat la greutate			
	0/14		0/20	
	Minim	Maxim	Minim	Maxim
31,5	100	100	100	100
20	100	100	90	100
14	86	100	78	94
10	72	95	62	86
4	52	74	38	59
2	41	61	28	48
1	30	50	19	39
0,500	20	37	15	31
0,250	11	26	9	23
0,125	6	15	6	15
0,063	2	10	2	10

A.4.4 Aditivii minerali trebuie să corespundă cerințelor SM EN 206+A2, SM SR EN 450-1 și SM EN 12878. În cazul în care nu se specifică altfel de către Inginer conținutul total de aditivi minerali, inclusiv aditivi în cimenturi, nu trebuie să depășească greutatea cimentului Portland în amestecul RCC.

A.4.5 Aditivii chimici, inclusiv aditivii de reducere a volumului apei și aditivii de întârziere a prizei, trebuie să fie în conformitate cu SM SR EN 934-2+A1 și trebuie să fie aprobate de către Inginer înainte de utilizare.

A.4.6 Apa potabilă de la robinet poate fi folosită fără testare, deoarece nu conține nimic care ar putea afecta negativ performanța amestecului. Apa din alte surse trebuie testată în conformitate cu SM SR EN 1008.

A.4.7 Pentru întreținere trebuie utilizat un material pelicologen diluat cu apă, care trebuie aplicat pe suprafață în două straturi cu o normă de consum cuprinsă între 200 și 250 g/m² pentru fiecare strat. Al doilea strat trebuie aplicat după formarea peliculei primului strat (în limitele de 30 - 60 de minute).

A.5 Echipamentul

A.5.1 Toate echipamentele necesare trebuie să fie la îndemână și trebuie să fie aprobate de către Inginer înainte ca execuția lucrărilor să fie permisă. RCC va fi așternut cu orice combinație de echipamente care va permite execuția îmbrăcăminții, care să respecte cerințele pentru amestecare, transport, așternere, compactare, finisare și îngrijire, conform prezentei specificații.

A.5.2 Stația de producere

A.5.2.1 Stația de producere trebuie să fie amplasată la o distanță de maxim 30 de minute de transportare până la locul de așternere a RCC. Cu testarea prealabilă și aprobarea Inginerului, se poate folosi un aditiv de întârziere stabilit pentru a prelungi timpul de transport.

A.5.2.2 Stația de producere trebuie să fie capabilă să producă amestecul RCC în proporții determinate de compoziția finală a amestecului aprobată și în limitele de toleranță stabilite. Capacitatea instalației trebuie să fie suficientă pentru a produce un amestec omogen la o rată compatibilă cu viteza de așternere. Volumul de RCC din instalația de amestec nu trebuie să depășească capacitatea de calcul a amestecurilor uscate de beton. Trebuie utilizate mai multe instalații de amestecare în cazul în care o singură instalație nu poate asigura o alimentare neîntreruptă cu RCC repartizatorului (repartizatoarelor) în timpul lucrărilor de execuție a îmbrăcămintei.

A.5.2.3 O stație de amestec trebuie să fie echipată cu un malaxor dublu-ax, capabil de amestecare discontinuă sau continuă, echipat cu dispozitive de dozare sincronizate și alimentatoare pentru a menține proporțiile corecte de agregate, ciment, aditivi minerali și apă. Alte cerințe pentru uzina de amestec sunt următoarele

A.5.2.3.1 În cazul în care agregatele sunt preamestecate, depozitarea acestora se poate efectua într-un depozit de unde este alimentat direct la transportorul care alimentează malaxorul. Dacă piatra spartă este alimentată din două sau mai multe grupuri de dimensiuni, la depozite trebuie asigurată depozitarea separată a pietrei sparte.

A.5.2.3.2 Buncărele de agregate trebuie să aibă o viteză de alimentare controlată de o curea sau o poartă de funcționare calibrată pentru a alimenta cu precizie orice cantitate dată de material. Dacă se utilizează două sau mai multe surse de agregate, viteza de alimentare de la fiecare buncăr trebuie să fie ușor ajustabilă pentru a modifica proporțiile agregatului atunci când este necesar. Controlerile vitezei de alimentare trebuie să mențină proporțiile stabilite de agregat din fiecare recipient de depozitare pe măsură ce alimentarea agregată combinată crește sau scade.

A.5.2.3.3 Cântarele de la stația trebuie să fie sensibile la 0,5 % din sarcina maximă necesară. Cântare bandă trebuie să aibă o construcție aprobată. Pentru a verifica cântarele de la stația, trebuie furnizate greutatea de control standard cu o precizie de plus sau minus 0,1 %.

A.5.2.3.4 Pentru depozitarea cimentului Portland și aditivilor minerali trebuie folosite silozuri separate și independente. Fiecare siloz trebuie să fie clar identificat pentru a evita confuzia la încărcare. Dacă Antreprenorul alege preamestecarea liantului, el va folosi echipament de amestecare aprobat de Inginer. Testarea liantului preamestecat trebuie făcută zilnic pentru a asigura atât uniformitatea, cât și cantitatea adecvată.

A.5.2.3.5 Cantitatea necesară de apă pentru compoziția amestecului aprobată este măsurată în greutate sau volum. Instalația trebuie să fie echipată cu un dispozitiv de măsurare precis. Debitul de apă trebuie controlat de un dispozitiv de control pentru a menține conținutul necesar de apă în amestec.

A.5.2.4 Un malaxor discontinuu cu tambur rotativ trebuie să poată produce un amestec omogen, uniform la culoare și având toate agregatele grosiere acoperite cu pastă de ciment. Mixerul va fi echipat cu echipament de dozare pentru a satisface următoarele cerințe:

A.5.2.4.1 Cantitățile de ciment, aditivul mineral și agregat care intră în fiecare lot de RCC trebuie măsurate cu un echipament de cântărire directă. Echipamentul de cântărire trebuie să fie ușor reglabil pentru a compensa conținutul de umiditate al agregatului sau pentru a modifica greutatea proporțională ale lotului și trebuie să includă un cadran vizibil sau un dispozitiv la fel de adecvat care va înregistra cu precizie sarcina cântarului de la zero la capacitatea maximă. Cimentul și aditivul mineral pot fi cântăriți separat sau împreună în același buncăr pe același cântar, cu condiția ca cimentul se cântărește primul.

A.5.2.4.2 Buncărele de cântărire pentru ciment și aditivii minerali trebuie să fie echipate cu vibratoare cu funcționarea automată și continuă la descărcarea buncărelor de cântărire. Buncărul de cântărire trebuie să aibă o capacitate suficientă pentru a reține nu mai puțin de 10 % din volumul liantului suplimentar la cel necesar pentru un lot.

A.5.2.4.3 Cantitatea de apă care intră în fiecare lot de RCC trebuie măsurată în greutate sau volum. Echipamentul trebuie să fie capabil să măsoare apa cu o toleranță de plus sau minus 1 % și trebuie să

fie echipat cu un dispozitiv de măsurare precis sau cu cadran. La dozarea apei cântarul se goleşte în malaxor numai prin dispozitivul de măsurare a apei și numai în timpul încărcării.

A.5.2.4.4 Mixerele cu tambur trebuie să fie echipate cu un ceas precis sau un dispozitiv de sincronizare, pentru a indica în mod vizibil timpul de amestecare după ce toate materialele, inclusiv apa, sunt în malaxor.

A.5.3 Repartizator-finisoare

A.5.3.1 RCC va fi așternut cu repartizator-finisor de asfalt greu sau tradițional aprobat de Inginer. Repartizatorul-finisor trebuie să asigure așternerea RCC la minimum 85% din densitatea maximă în starea umedă. Repartizatorul-finisor trebuie să aibă o greutate și o stabilitate adecvate pentru a asigura așternerea și finisarea materialului RCC fără segregare, cu grosimea, netezimea, textura suprafeței și secțiunea transversală necesare.

A.5.3.2 Orice alte mașini pentru așternere, cum ar fi gredere și buldozere, trebuie să fie aprobate de către Inginer. Tehnica utilizată trebuie să asigure o distribuție a amestecului calitativă.

A.5.4 Compactoare

A.5.4.1 Pentru compactarea primară se vor utiliza role vibratoare cu tambur de oțel autopropulsate cu o greutate statică minimă de 10 tone. Pentru compactarea finală se va utiliza fie un cilindru de oțel, operat în mod static, fie un compactor pe pneuri.

A.5.4.2 Pentru compactarea zonelor inaccesibile compactoarelor mari se vor utiliza role vibratoare sau plăci compactoare.

A.5.5 Camioane. Camioanele care transportă RCC de la stația de preparare la repartizator-finisor trebuie să fie acoperite pentru a proteja materialul de ploaie sau evaporare excesivă. Numărul de camioane trebuie să fie suficient pentru a asigura o aprovizionare adecvată și continuă cu amestec RCC la repartizator-finisor.

A.5.6 Camioane cu apă. Cel puțin un camion cu apă sau alt echipament similar trebuie să fie pe șantier și să fie disponibil pentru utilizare pe tot parcursul procesului de așternere și întărire. Un astfel de echipament trebuie să poată aplica uniform o pulverizare fină de apă pe suprafața RCC fără a deteriora suprafața finală.

A.5.7 Inspectarea utilajului. Înainte de începerea propriu zisă a lucrărilor, utilajul Antreprenorului va fi examinat minuțios. În cazul în care oricare din utilaje nu va funcționa corespunzător, se va purcede la executarea lucrărilor numai după înlăturarea tuturor defectelor.

A.5.8 Accesul la inspectare și calibrare. Inginerului trebuie să fie asigurat accesul nelimitat la oricare utilaj de la stația de producere a betonului, utilaj sau mașini, care se vor utiliza pentru implementarea proiectului, în scopul de a verifica calibrarea cântarelor, paneelelor de control sau ajustările de funcționare.

A.6 Cerințe de construcție

A.6.1 Pregătirea patului drumului / fundației. Înainte de începerea așternerii RCC, patului drumului / fundația trebuie pregătită în conformitate cu documentația de proiectare sau conform instrucțiunilor Inginerului. În acest proces, orice pământ sau material nepotrivit trebuie îndepărtat și înlocuit cu material acceptabil. Terasamentul / fundația trebuie compactat uniform la cel puțin 95% din densitatea maximă în stare uscată. Înainte de începerea așternerii RCC, Antreprenorul trebuie să identifice, prin compactare de control cu un camion încărcat sau cu compactor pe pneuri, și să repare secțiunile insuficient compactate sau cu tasări ale terasamentului.

A.6.2 Sectorul de testare

A.6.2.1 Cu cel puțin 30 de zile înainte de începerea lucrărilor de execuție a RCC, va fi executat un sector de testare folosind amestecul propus. Amplasarea sectorului de testare se indică pe desenele proiectului sau se stabilește conform acordului Inginerului. Sectorul de testare va permite Antreprenorului să elaboreze și să demonstreze metodele propuse de amestecare, transportare, așternere, compactare, finisare pentru asigurarea planeității și rugozității suprafeței, îngrijirea și

realizarea rosturilor de construcție.

A.6.2.2 Sectorul de testare trebuie construit pe fundația compactată folosind aceleași echipamente, materiale și metode de construcție care vor fi utilizate în lucrările ulterioare.

A.6.2.3 Pe sectorul de testare, se precizează modul de compactare și numărul de treceri efectuând teste de laborator pentru a determina densitatea. Testele sunt efectuate de-a lungul ambelor diagonale ale sectorului de testare cu o serie de măsurători de densitate care încep/termină la 300 mm de la fiecare colț pentru a evalua uniformitatea compactării și a obține o densitate proaspătă de 98%.

A.6.2.4 Epruvetele trebuie pregătite în conformitate cu SM EN 12390-1. Epruvetele vor fi testate la rezistența la întindere prin despicare, în conformitate cu SM SR EN 12390-6, și rezistența la compresiune, în conformitate cu SM EN 12390-3, la vârsta de 7, 14 și 28 de zile.

A.6.2.5 Probele (carote și bucăți) se prelevă în conformitate cu SM EN 12504-1. Carotele vor fi încercate la rezistența la întindere prin despicare (SM SR EN 12390-6) și rezistența la compresiune (SM EN 12390-3) la vârsta de 7, 14 și 28 de zile. Pe lângă acestea, pe sector de testare vor fi tăiate probe de 150x150x600 mm, a căror rezistență la încovoiere după 7, 14 și 28 de zile va fi determinată în conformitate cu standardul SM EN 12390-5. Toate lucrările de eșantionare și încercări se efectuează din contul Beneficiarului.

A.6.3 Prepararea amestecului

A.6.3.1 Cu excepția modificărilor minore ale umidității, aceleași dozaje de amestec trebuie utilizate pe tot parcursul proiectului, dacă în documentația de proiect nu se specifică altfel. Conținutul de apă va fi modificat de către Antreprenor, după necesitate, pentru a asigura o consistență suficientă pentru așternere și compactare. În cazul în care la prepararea amestecului se schimbă tipul sau sursa de lianți sau agregate, amestecarea trebuie oprită și trebuie proiectat un nou dozaj.

A.6.3.2 Instalația de amestecare trebuie alimentată cu cantități de componente separate respectând următoarele toleranțe:

Tabelul A.2 - Abateri admise ale cantității componentelor amestecului

Material	Modificare în % în greutate
Materiale de ciment	± 2,0
Apa	± 3,0
Agregate	± 4,0

A.6.3.3 Timpul de amestecare trebuie să fie suficient pentru a asigura amestecarea completă și uniformă a tuturor componentelor. Pentru malaxoarele cu tambur și instalațiile de amestecare uscată, timpul de amestecare este determinat de rezultatele încercărilor de omogenitate.

A.6.3.4 Înainte de repornire a stației toate materialele trebuie descărcate. Suprafețele camerei și ale paletelor malaxorului trebuie curățate de RCC întărit sau alte depuneri. Paletele malaxorului, în mod regulat, trebuie verificate la gradul de uzură și înlocuite în cazul în care uzura nu permite amestecarea corectă.

A.6.3.5 Înainte de producerea RCC, Antreprenorul va efectua o calibrare completă și cuprinzătoare a instalației în conformitate cu recomandările producătorului. După finalizarea calibrării inițiale, unitatea trebuie recalibrată conform instrucțiunilor Inginerului.

A.6.3.6 Antreprenorul va prezenta Inginerului rapoarte zilnice privind producerea și cantitățile de materiale utilizate în ziua respectivă.

A.6.4 Transportarea RCC de la stația de producere la locul de așternere trebuie efectuată cu autobasculante, în caz de necesitate, echipate cu prelate retractabile, pentru a proteja împotriva ploii sau evaporării excesive. Autobasculantele trebuie să fie complet descărcate, fără acumulări de RCC. Atunci când RCC este așternut cu un repartizator-finisor de asfalt, camioanele trebuie să alimenteze materialul RCC direct în buncărul repartizator-finisorului sau un sistem secundar de distribuție a materialului care descarcă materialul în buncărul repartizator-finisorului. Livrarea cu autobasculante trebuie programată astfel încât materialul RCC să fie așternut și compactat în intervalele de timp stabilite.

A.6.5 Așternerea RCC

A.6.5.1 Suprafața terasamentului / fundației pe care va fi așternut amestecul RCC trebuie să fie curată, fără materiale străine, apă acumulată și gheață. Terasamentul / fundația trebuie să fie uniform umedă. În cazul în care este necesară umezirea suplimentară a anumitor sectoare, metoda de pulverizare nu trebuie să permită formarea de noroi sau bălți. Înainte de așezarea stratului RCC, terasamentul /fundația trebuie verificat și corectat conform punctului A.6.1.

A.6.5.2 RCC se așterne de un repartizator-finisor de asfalt aprobat, conform prevederilor punctului A.5.3, care trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

A.6.5.2.1 Pentru a preveni segregarea în timpul așternerii, buncărul repartizator-finisorului niciodată nu trebuie golit complet, părțile laterale ale buncărului nu trebuie să fie niciodată ridicate, iar RCC trebuie să acopere întotdeauna arborele melcului de alimentare.

A.6.5.2.2 Repartizator-finisorul de asfalt trebuie reglat pentru a preveni segregarea și pentru a oferi o suprafață netedă, continuă, fără rupturi, smulgeri sau împingeri. Așternerea RCC trebuie limitată pe lungime, care poate fi compactată și tratată într-o perioadă adecvată de timp în condițiile predominante de temperatură a aerului, vânt și climă.

A.6.5.2.3 Repartizator-finisorul de asfalt trebuie să funcționeze într-o manieră stabilă, continuă, cu un număr minim de porniri și opriri. Viteza repartizator-finisorului în timpul așternerii nu trebuie să depășească viteza necesară pentru a îndeplini cerințele minime de densitate specificate la punctul A.5.3.1, fără a deteriora suprafața.

A.6.5.3 Grosimea stratului de îmbrăcăminte din RCC compactat trebuie să fie cea specificată în proiect. În cazul în care trebuie executată îmbrăcăminte cu o grosime de peste 250 mm, aceasta urmează efectuată în două straturi. Grosimea minimă a stratului RCC este de 100 mm.

A.6.5.4 Benzile adiacente ale îmbrăcăminții trebuie așternute în decurs de 60 de minute. Dacă trec mai mult de 60 de minute între așternerea benzilor adiacente, rostul longitudinal se consideră un rost rece și trebuie pregătit în conformitate cu punctul A.6.8.2. La discreția Inginerului, acest timp poate fi mărit sau micșorat în funcție de utilizarea aditivilor de întârziere sau de condițiile meteorologice.

A.6.5.5 În cazul executării îmbrăcăminții în mai multe straturi, grosimea totală trebuie să corespundă cu cea din proiect. Stratul superior trebuie așternut în 60 de minute de la așternerea stratului inferior. În cazul în care stratul superior se așterne la mai mult de 60 de minute după așternerea stratului inferior, straturile sunt considerate lipite parțial, iar stratul inferior trebuie pregătit în conformitate cu punctul A.6.8.3.1. La discreția Inginerului, acest timp poate fi mărit sau micșorat în funcție de utilizarea aditivilor de întârziere sau de condițiile meteorologice.

A.6.5.6 Nu se admite redistribuirea materialului RCC pe sectoare aflate în proces de compactare. Acest adaos de material se poate face numai direct în spatele repartizator-finisorului și înainte de compactare. Orice agregat grosier separat trebuie îndepărtat de pe suprafață înainte de compactare.

A.6.5.7 În cazul în care segregarea RCC are loc în timpul operațiunilor de așternere, aceasta trebuie oprită până când cauza va fi determinată și înlăturată.

A.6.5.8 Așternerea RCC trebuie efectuată astfel încât apa din straturile așternute anterior să nu afecteze umiditatea RCC proaspăt pozat sau a stratului suport.

A.6.6 Condiții meteorologice

A.6.6.1 Nu se admite așternerea RCC pe nicio suprafață acoperită cu brumă sau material înghețat sau când temperatura aerului este sub 5 °C. Când temperatura aerului este de așteptat să scadă sub 5°C, Antreprenorul va prezenta Inginerului o propunere detaliată pentru protecția suprafeței RCC. Această propunere trebuie aprobată de către Inginer înainte ca lucrările de așternere să poată fi reluate. O aprovizionare adecvată cu material de protecție, cum ar fi pături izolatoare, folii de plastic, paie, pânză sau alte materiale adecvate vor fi furnizate în prealabil de către Antreprenor, pe cheltuiala acestuia. Metodele și materialele utilizate trebuie să asigure o temperatură minimă de 5 °C pe suprafața îmbrăcăminții timp de cel puțin cinci zile. Aprobarea propunerii Antreprenorului de protecție împotriva înghețului nu îl eliberează pe Antreprenor de responsabilitatea pentru calitatea și rezistența RCC așternut pe vreme rece. Orice RCC înghețat va fi îndepărtat și înlocuit pe cheltuiala Antreprenorului.

A.6.6.2 Pe vreme caldă sau cu vânt, trebuie întreprinse măsuri specifice pentru a minimiza pierderile de umiditate din cauza evaporării. În condiții de evaporare excesivă a suprafeței din cauza unei combinații de temperatură a aerului, umiditate relativă, temperatura betonului și vânt, Antreprenorul va prezenta Inginerului o propunere detaliată pentru reducerea la minimum a pierderilor de umiditate și protecție a straturilor din RCC, cum ar fi răcirea depozitelor de agregate cu apă pulverizată, echiparea camioanelor cu copertine de protecție, răcirea apei din amestecul de beton și reducerea timpului admis între amestecare și compactarea finală.

A.6.6.3 Nu se admite execuția îmbrăcăminților din RCC pe timp de ploaie suficient de intensă pentru a deteriora produsul finit. Execuția poate continua pe timp de ploaie slabă sau ceață, cu condiția ca suprafața îmbrăcăminții să nu fie erodată sau deteriorată din cauza circulației de basculante sau role. În aceste perioade este necesară utilizarea copertinelor pentru autobasculante. Numai Inginerul poate decide când așternerea trebuie oprită din cauza ploii.

A.6.7 Compactarea

A.6.7.1 RCC trebuie compactat cât mai curând posibil după așternere, în special pe vreme caldă. Ca regulă, compactarea trebuie finalizată în 15 minute de la așternere și 45 de minute de la amestecarea inițială. Timpul poate fi mărit sau micșorat la discreția Inginerului, în funcție de utilizarea întârzierilor sau de condițiile meteorologice.

A.6.7.2 Antreprenorul trebuie să determine succesiunea și numărul de treceri ale compactatorului vibrator și static pentru a obține densitatea minimă specificată și finisarea suprafeței. Compactoarele trebuie să funcționeze numai în modul de vibrație la deplasare. La compactarea finală, se pot folosi compactoare cu anvelope pneumatice.

A.6.7.3 Compactatorul trebuie să lase necompactat 30 - 45 cm de la marginea benzii proaspăt așternute până la așternerea benzii adiacente. Apoi, ambele margini ale celor două benzi trebuie compactate în timpul admis. În cazul planificării rostului la rece, bandă trebuie compactată pe toată lățime și trebuie respectate procedurile de formare a rosturilor la rece, specificate la punctul A.6.8.2.

A.6.7.4 Îmbinările longitudinale trebuie supuse unei compactări suplimentare, după cum este necesar, pentru a obține densitatea specificată pe întreaga adâncime a stratului și uniformitatea în îmbinări. Orice denivelare lăsată de compactarea prin vibrații trebuie netezită cu role statice sau anvelope pneumatice. Suprafața trebuie compactată până se obține o suprafață netedă, fără goluri și fisuri.

A.6.7.5 Viteza compactoarelor trebuie să fie întotdeauna suficient de mică pentru a evita deplasarea îmbrăcăminții din RCC. Activarea/dezactivarea vibrațiilor și inversarea trebuie efectuate în afara benzii compactate atunci când compactatorul este în mișcare, pentru a evita deplasarea suprafeței.

A.6.7.6 Zonele inaccesibile rotelor mari trebuie compactate conform paragrafului A.5.4.2.

A.6.7.7 Testarea densității betonului proaspăt în situ trebuie efectuată în conformitate cu SM EN 12350-6 nu mai târziu de 30 de minute după finalizarea compactării. Densitatea necesară trebuie să fie de cel puțin 98% din densitatea maximă umedă.

A.6.8 Rosturi

A.6.8.1 Un rost de construcție vertical este considerat proaspăt dacă o bandă adiacentă de RCC este așternută în decurs de 60 de minute de la așternerea benzii anterioare, timpul fiind ajustat funcție de utilizarea întârzierilor sau de condițiile meteorologice. Rosturile proaspete nu necesită tratament special.

A.6.8.2 Orice rosturi de construcție planificate sau neplanificate care nu sunt clasificate ca rosturi proaspete sunt considerate rosturi la rece și trebuie tratate după cum urmează:

A.6.8.2.1 Rosturile la rece longitudinale și transversale se formează de regulă prin tăierea marginii exterioare a benzii așternute cu un ferăstrău pentru beton și așternerea următorului strat aproape de marginea verticală curată rezultată. Tăierea verticală trebuie efectuată la cel puțin 150 mm de marginea proeminentă. Orice modificare a tehnologiei formării rosturilor la rece trebuie aprobată de Inginer.

A.6.8.2.2 Înainte de așternerea unei benzi RCC noi, suprafața verticală trebuie curățată cu un jet de aer sau apă. Dacă suprafața este curățată cu aer, suprafața trebuie umezită înainte de așternerea RCC pentru a preveni absorbția apei din noul RCC

A.6.8.3 Pentru o structură multistrat, un rost horizontal este considerat rostul proaspăt în cazul în care următorul strat este așternut în 60 de minute de la așternerea stratului anterior. Acest timp poate fi ajustat la discreția Inginerului, în funcție de utilizarea întârzierilor sau de condițiile meteorologice. Rosturile proaspete nu necesită un tratament special, altul decât curățarea suprafeței de tot materialul liber și umezirea suprafeței înainte de așternerea următorului strat.

A.6.8.3.1 Pentru rosturile horizontale la rece, suprafața stratului inferior trebuie umezită și curățată de orice material liber înainte de așternerea următorului strat. Inginerul poate solicita alte acțiuni, cum ar fi utilizarea mortarului de ciment între straturi. Dacă se folosesc materiale de lipire suplimentare, acestea trebuie aplicate imediat înainte de așezarea următorului strat.

A.6.8.3.2 Rosturile dintre îmbrăcămintea RCC și structurile din beton trebuie considerate rosturi verticale la rece.

A.6.8.4 Pentru a preveni ruperi și crăpături aliatoare se tăie rosturi longitudinale. Adâncimea de tăiere trebuie să fie de 1/4 din grosimea stratului rutier. De regulă, datorită vitezei și confortului, sunt folosite fierăstraiele pe beton subțiri pentru tăierea ultradevreme. Tăierea poate fi începută la 1-4 ore după compactarea finală. Adâncimea de tăiere pentru tăierea ultradevreme variază de la 2,5 la 3,2 cm, indiferent de grosimea stratului rutier.

A.6.9 Finisarea RCC

A.6.9.1 Suprafața finisată a îmbrăcăminții din RCC, testată cu o miră de 3 m sau un șablon, nu trebuie să devieze cu peste 10 mm în niciun punct. Atunci când planeitatea suprafeței este în afara toleranței specificate, Antreprenorul va șlefui suprafața până la toleranță pentru polizoare cu diamante autopropulsate. Frezarea suprafeței finisate este inacceptabilă, cu excepția cazului în care se intenționează îndepărtarea îmbrăcăminții rutiere.

A.6.9.2 Grosimea îmbrăcăminții RCC nu trebuie să se abate de la cea proiectată sau specificată de Inginer cu mai mult de minus 12,5 mm. Îmbrăcămintea cu grosime insuficientă trebuie îndepărtată și înlocuită. Îngroșarea nu se acceptă.

A.6.9.3 În cazul în care denivelările suprafeței depășesc toleranțele, Antreprenorul va șlefui suprafața pentru a se conforma toleranțelor fără costuri suplimentare pentru Beneficiar.

A.6.10 Întreținerea betonului proaspăt așternut trebuie efectuată imediat după finalizarea compactării și continuată până la atingerea rezistenței de proiect a stratului sau a îmbrăcăminții prin umezirea betonului timp de 7 zile

A.6.10.1 Umezirea trebuie efectuată folosind cisterne echipate cu duze de pulverizare, furtunuri, sistem de sprinklere sau alte mijloace pentru a asigura umezirea uniformă a RCC. Metoda de stropire nu trebuie să spele sau să deterioreze suprafața îmbrăcăminții din RCC finite.

A.6.10.2 Pentru întreținere trebuie utilizat un material peliculogen diluat cu apă, care trebuie aplicat pe suprafață în două straturi cu o normă de consum cuprinsă între 200 și 250 g/m² pentru fiecare strat. Al doilea strat trebuie aplicat după formarea peliculei primului strat (în limitele de 30 - 60 de minute). Materialul peliculogen aprobat trebuie aplicat uniform, fără goluri pe întreaga suprafață, inclusiv pe marginile laterale. În cazul în care consumul menționat este excesiv sau insuficient, Antreprenorul, cu aprobarea Inginerului, poate reduce sau crește consumul până la un nivel la care să obțină o suprafață fără goluri fără formarea de bălți.

A.6.10.3 Hârtia, filmul și alte materiale sub forma de foi utilizate pentru îngrijirea RCC trebuie bine fixate și îngreunate pentru a asigura un contact strâns cu suprafața RCC pe toată perioada de întărire. Marginile foilor adiacente trebuie suprapuse și fixate cu saci de nisip, garnisaj, bandă lipicioasă de strângere sau altă metodă aprobată de Inginer.

A.6.11 Antreprenorul va întreprinde măsurile adecvate pentru a preveni circulația vehiculelor în perioada de întărire a îmbrăcăminții din RCC. Sectoarele finalizate de îmbrăcămintea din RCC pot fi deschise pentru circulația utilizatorilor după șapte zile sau după coordonare cu Inginerul.

A.6.12 Antreprenorul va menține îmbrăcămintea din RCC în stare bună până când toate lucrările au fost finalizate și acceptate. O astfel de întreținere este efectuată de Antreprenor pe cheltuiala proprie.

A.7 Măsurare și plată

A.7.1 Lucrările descrise în acest document vor fi măsurate prin:

- 1) în metri pătrați de îmbrăcăminte din RCC finalizată și recepționată,
- 2) în metri cubi sau tone de RCC pregătit și transportat.

A.7.2 Plata

A.7.2.1 Lucrările descrise în acest document vor fi achitate la prețul unitar contractual pe metru pătrat de îmbrăcăminte finalizată și recepționată. Prețul trebuie să includă așternerea, compactarea, finisarea, îngrijirea și testarea, precum și toate celelalte operațiuni asociate. De asemenea, plata se efectuează la prețul convenit pentru metru cub sau tonă de RCC pregătit și transportat. Prețul include amestecarea, transportul și toate cheltuieli materiale. Această plată reprezintă o rambursare integrală a tuturor lucrărilor necesare pentru finalizarea îmbrăcămînții din RCC.

A.7.2.2 În cazul în care se construiește un sector de testare, achitarea pentru acesta va fi efectuată o singură dată în sumă totală. O astfel de plată va fi o rambursare integrală a tuturor materialelor, forței de muncă, echipamentelor, mobilizării, demobilizării și a tuturor celorlalte cheltuieli de regie necesare pentru construcția sectorului de testare în conformitate cu punctul A.6.2.

Anexa B
(informativă)

Grosimea straturilor constructive ale structurii rutiere cu îmbrăcăminte de beton asfaltic pe fundație din beton de ciment

Tabelul B.1

Amplitudinea variației temperaturii la suprafața îmbrăcămintei °C	Intensitatea traficului, veh. / 24 de ore										
	2- 3 benzi						4 benzi și mai mult				
	200	500	1000	3000	5000	7000	10000	15000	20000	30000	40000
Grosimea straturilor constructive, cm $\frac{asf.bet.}{cim.bet.}$											
Clasa betonului C 8/10											
10	$\frac{6,5}{20}$	$\frac{7}{21}$	$\frac{8}{21}$	$\frac{8}{23}$	$\frac{10}{21}$	$\frac{9}{22}$	$\frac{9,5}{22}$	$\frac{11,5}{20}$	$\frac{10,5}{22}$	$\frac{11}{22}$	$\frac{11,5}{22}$
11	$\frac{8,5}{18}$	$\frac{9}{19}$	$\frac{10}{19}$	$\frac{10}{21}$	$\frac{11,5}{20}$	$\frac{10,5}{21}$	$\frac{11}{21}$	$\frac{11,5}{21}$	$\frac{12}{21}$	$\frac{12,5}{21}$	$\frac{11,5}{23}$
12	$\frac{8,5}{19}$	$\frac{9}{20}$	$\frac{10,5}{19}$	$\frac{12}{19}$	$\frac{12}{20}$	$\frac{12,5}{19}$	$\frac{13}{19}$	$\frac{13,5}{19}$	$\frac{12,5}{21}$	$\frac{14,5}{19}$	$\frac{13,5}{21}$
13	$\frac{9}{19}$	$\frac{9,5}{20}$	$\frac{10,5}{20}$	$\frac{12}{20}$	$\frac{14}{18}$	$\frac{13}{19}$	$\frac{13,5}{19}$	$\frac{13,5}{20}$	$\frac{14,5}{19}$	$\frac{15}{19}$	$\frac{15,5}{19}$
Clasa betonului C 12/15											
10	$\frac{5,5}{19}$	$\frac{6}{20}$	$\frac{7}{20}$	$\frac{9}{19}$	$\frac{9}{20}$	$\frac{8}{21}$	$\frac{8,5}{21}$	$\frac{9}{21}$	$\frac{9,5}{21}$	$\frac{10}{21}$	$\frac{10,5}{21}$
11	$\frac{5,5}{20}$	$\frac{8}{18}$	$\frac{9}{18}$	$\frac{9}{20}$	$\frac{10,5}{19}$	$\frac{9,5}{20}$	$\frac{10}{20}$	$\frac{10,5}{20}$	$\frac{11,5}{19}$	$\frac{11,5}{20}$	$\frac{12,5}{19}$
12	$\frac{7,5}{18}$	$\frac{8}{19}$	$\frac{9}{19}$	$\frac{11}{18}$	$\frac{11}{19}$	$\frac{11,5}{18}$	$\frac{12}{18}$	$\frac{12,5}{18}$	$\frac{11,5}{22}$	$\frac{12}{20}$	$\frac{12,5}{20}$
13	$\frac{9,5}{16}$	$\frac{10}{17}$	$\frac{9,5}{19}$	$\frac{11}{19}$	$\frac{13}{17}$	$\frac{12}{18}$	$\frac{12,5}{18}$	$\frac{13}{18}$	$\frac{13,5}{18}$	$\frac{14}{18}$	$\frac{14,5}{18}$
Notă - Grosimile straturilor pot fi precizate și verificate în conformitate cu calcule de alcătuire și dimensionare a structurilor rutiere rigide.											

Anexa C (informativă)

Remedierea defectelor și degradărilor a îmbrăcăminților din RCC

C.1 Problemele care apar pe îmbrăcămințile RCC de regulă sunt cauzate de materiale și practici de construcție; prin urmare, sunt necesare determinări preliminare, testare și evaluare adecvate.

C.2 În multe cazuri, există mai mulți factori, ceea ce face dificilă identificarea unei cauze specifice.

C.3 Deoarece îmbrăcămintea din RCC poate fi executată atât pe vreme caldă, cât și pe vreme rece, este important să se aprecieze diferențele de comportament ale amestecurilor în diferite condiții meteorologice. Pot apărea probleme în timpul producerii, transportului, așternerii, compactării și întăririi, precum și la vârste mai înaintate în ceea ce privește performanțele pe termen lung a amestecurilor RCC.

C.4 Strategia generală pentru determinarea cauzei defectelor îmbrăcăminților din RCC este de a găsi o relație cauzală. Adesea, cauzele individuale pot fi eliminate în etape. Problemele pot fi legate de modificări ale vremii, modificări ale sursei sau caracteristicilor materialelor sau personalului. Uneori, problemele pot fi legate și de o combinație de factori, inclusiv proiectarea, sursa materialelor de construcție, rețeta amestecului și metodele de construcție. Uneori, o ușoară modificare a unui factor poate duce la consecințe neprevăzute.

C.5 În Tabelul C.1 sunt prezentate defecte ale îmbrăcăminților din RCC.

Tabelul C.1 - Defectele îmbrăcăminților din RCC

Dozajul și priza amestecului	
 Amestecul foarte uscat	 Modificări de lucrabilitate
Segregare	
 Segregarea în buncărul de așternere	 Segregarea amestecului la așternere și compactare
Compactibilitate/densitate	
 Bășici de aer	 Vălurirea din compactare

(continuă)

Tabelul C.1 (sfârșit)

 <p>Gradul de compactare necesar nu a fost obținut</p>	 <p>Marginea suspendată / neconsolidată</p>
 <p>Marginea șerpuită</p>	
<p>Defecțiuni ale suprafeței de rulare</p>	
 <p>Suprafața exfoliată</p>	 <p>Ruperea în zona rostului la rece</p>
 <p>Ruperi minore al amestecului din cilindrare</p>	 <p>Peladă</p>

C.6 În Tabelul C.2 sunt prezentate defectele îmbrăcăminților din RCC și cauzele probabile de apariție a acestora corespunzătoare.

Tabelul C.2 – Remedierea defectelor îmbrăcăminților din RCC

Cauzele probabile		Dozajul și priza amestecului					Segregare		Compactibilitate/densitate			Defecțiuni ale suprafeței de rulare				
		Amestecul pare uscat	Întărirea/priza timpurie a betonului	Lipsa stabilității amestecului	Amestecul pare lipicios	Fluctuații în lucrabilitate	Creșterea excesivă a temperaturii	În timpul amestecării, transportului și descărcării	În timpul așternerii și compactării	Văluirea din compactare	Gradul de compactare necesar nu a fost obținut	Bășici de aer	Ruperi ale RCC la așternere	Ruperi la compactare	Pelade	Suprafața exfoliată
Materiale	Tipul de ciment		x	x	x											
	Conținut ridicat de ciment		x	x	x										x	
	Conținut scăzut de ciment							x						x		
	Amestecul conține prea puține substanțe fine sau lianți		x					x			x	x		x		
	Nisipul este prea fin sau amestecul este prea nisipos	x							x							x
	Calitatea/cantitatea agregatelor fine	x	x		x					x		x	x			
	Angularitatea agregatelor	x														
	Granulozitate	x				x				x	x			x		
	Modificări ale umidității în agregate		x			x				x	x	x				
	Amestecul conține apă în exces					x				x						
	Amestecul conține apă insuficientă	x			x											
Depozitare, dozare și amestecare	Supradozare, subdozare și/sau incompatibilitate a adaosurilor chimici		x	x	x		x			x						
	Excesul de temperatură a materialului, în special a agregatelor	x				x	x			x						x
	Amestecare incompletă	x		x	x	x		x	x	x			x	x		
	Stafia nu este calibrată							x		x						
	Celula senzor de cântar sau senzorii de umiditate nu funcționează	x				x				x						
Transportare	Pierderile de umiditate nu sunt contabilizate în timpul dozării	x							x							x
	Pierderi de apă prin evaporare	x				x		x		x	x	x	x	x	x	x
	RCC se transportă fără acoperire	x														
	Timp prelungit de la amestecare până la așternere	x	x			x	x			x						
	Basculantele nu sunt echipate cu acoperire	x				x										
Autobasculante nu sunt spălate periodic					x											

(continuă)

Tabelul C.2 (sfârșit)

Cauzele probabile		Dozajul și priza amestecului					Segregare		Compactibilitate/densitate			Defecțiuni ale suprafeței de rulare				
		Amestecul pare uscat	Întărirea/priza timpurie a betonului	Lipsa stabilității amestecului	Amestecul pare lipicios	Fluctuații în lucrabilitate	Creșterea excesivă a temperaturii	În timpul amestecării, transportului și descărcării	În timpul așternerii și compactării	Văluirea din compactare	Gradul de compactare necesar nu a fost obținut	Bășici de aer	Ruperi ale RCC la așternere	Ruperi la compactare	Pelade	Suprafața exfoliată
Așternere	Viteza de așternere este mai mare decât cea recomandată							x								
	Viteza de așternere este mai mică decât cea recomandată					x		x			x					
	Configurația, vechimea, sarcina, uzura etc. a grinzii repartizator-finișorului,								x		x	x	x			
	Probleme cu melcul de amestecare							x								
Compactare	Tamburele cu role nu sunt curate								x			x	x			
	Vibrația este aplicată prea devreme							x								
	Viteza de compactare variabila								x							
	Sarcina de compactare insuficient									x						
	Compactarea este întârziată									x	x		x		x	
Altele	Amestecul nu este gata pentru compactare								x	x				x		
	Calitate proastă sau acoperire slabă a compusului de întărire														x	
	Întârziere în aplicarea compusului de întărire														x	
	Tăiere cu ferăstrău întârziat															x

Anexa D
(normativă)

Controlul protejării suprafeței RCC

- D.1** Calitatea întăririi betonului folosind materiale peliculogene trebuie verificată de cel puțin două ori pe schimb, precum și în locurile în care calitatea aplicării materialului peliculogen este suspicioasă.
- D.2** În acest scop, trebuie pregătită o suprafață pe îmbrăcăminte rutieră cu mărimi de 20 cm pe 20 cm, unde pelicula formată pe beton trebuie spălată cu apă și uscată prin absorbția apei cu o cârpă curată.
- D.3** Pe suprafața astfel pregătită trebuie turnată o soluție de acid clorhidric 10% sau o soluție de alcool 1% de fenolftaleină.
- D.4** Apariția spumei sau înroșirea suprafeței îmbrăcăminții este acceptabil în cel mult două puncte pe 100 cm² din suprafața peliculei. În caz contrar, este necesar de acoperit suplimentar suprafața cu un strat de material peliculogen.

Traducerea autentică a documentului în limba rusă

Начало перевода

Введение

Бетон, укатываемый катком (Roller-compacted concrete - RCC) получил свое название благодаря методу строительства. Это бетон, в том смысле, что его основными составляющими являются - заполнитель, вода и цемент. Он не ведет себя так же, как обычный бетон с точки зрения структуры или укладки. Не требует армирования или опалубки при строительстве. RCC изготавливается и укладывается аналогично асфальтобетонным смесям, а эксплуатационные характеристики аналогичны жесткому бетонному покрытию.

Компоненты этих бетонов те же, что и для традиционных цементных бетонов, но пропорции смеси отличаются тем, что зернистость и количество заполнителей должны быть такими, чтобы RCC мог принять на себя нагрузки сразу после ввода в эксплуатацию. Самая большая разница между смесями RCC и традиционными бетонными смесями заключается в том, что RCC имеет более высокий процент мелких заполнителей, что обеспечивает плотную упаковку и внутреннее уплотнение заполнителей.

RCC является экономичным строительным материалом, позволяющим быстрое строительство дорожных покрытий грузового низкоскоростного движения. Однако в последние годы его использование в коммерческих целях и для местных дорог и улиц увеличивается.

В мировой практике покрытие из RCC используется:

- 1) при наличии тяжелых нагрузок:
 - порты и аэропорты;
 - военные объекты;
 - интермодальные терминалы;
- 2) на промышленных и/или коммерческих объектах:
 - склады и промышленные помещения;
 - коммерческие и промышленные автостоянки;
 - грузовые терминалы, складские помещения и распределительные центры;
- 3) на дорогах:
 - подъездные дороги к промышленным зданиям и автостоянкам;
 - городские и сельские дороги;
 - слои основания и покрытия на национальных и местных дорогах общего пользования;
 - временные дороги для отвода движения и т. д

1 Область применения

1.1 Настоящий Кодекс практик в строительстве по устройству фундаментов и покрытий из укатываемого цементобетона (далее - Кодекс) устанавливает технические условия, которым должны соответствовать смеси из укатанного цементобетона (Roller-compacted concrete – далее RCC) на стадиях их проектирования, контроля качества составляющих материалов, подготовки, транспортировки, ввода в эксплуатацию, а также дорожных слоев из этих смесей.

1.2 Настоящий Кодекс адресован всем лицам, участвующим в инвестиционном процессе: производителям строительных материалов, проектировщикам, подрядчикам, специалистам в строительстве аттестованным/ авторизованным в соответствии с законодательством, инвесторам, собственникам, администраторам, уполномоченным/аккредитованным строительным испытательным лабораториям, а также органам проверки/контроля и т.д.

1.3 Действие настоящего Кодекса распространяется на проектирование, строительство, модернизацию, реконструкцию, ремонт и содержание всех технических категорий дорог/улиц и других территорий, выполненных с использованием RCC.

2 Нормативные ссылки

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

CP H.04.04:2018	Beton. Specificație, performanță și conformitate
SM EN 196-1:2016	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 1: Determinarea rezistențelor mecanice
SM SR EN 196-2:2016	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 2: Analiza chimică a cimentului
SM EN 196-3:2017	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 3: Determinarea timpului de priză și a stabilității
SM SR EN 197-1:2014	Ciment. Partea 1: Compoziție, specificații și criterii de conformitate ale cimenturilor uzuale
SM EN 206:2013+A2:2021	Beton. Specificație, performanță, producție și conformitate
SM SR EN 450-1:2016	Cenușă zburătoare pentru beton. Partea 1: Definiții, condiții și criterii de conformitate
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: Analiză granulometrică. Site pentru încercare, 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 EN 933-7:2013	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 7: Determinarea conținutului de elemente cochiliere. Procent de cochilii în aggregate
SM EN 933-8+A1:2015	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 8: Evaluarea părților fine. Determinarea echivalentului de nisip
SM EN 933-9:2022	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 9: Evaluarea părților fine. Încercare cu albastru de metilen
SM SR EN 934-1:2013	Aditivi pentru beton, mortar și pastă. Partea 1: Cerințe comune
SM SR EN 934-2+A1:2014	Aditivi pentru beton, mortar și pastă. Partea 2: Aditivi pentru beton. Definiții, condiții, conformitate, marcare și etichetare
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 1097-1:2014	Încercări pentru determinarea proprietăților mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 1: Determinarea rezistenței la uzură (micro-Deval)
SM EN 1097-2:2020	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 2: Metode pentru determinarea rezistenței la sfărâmare
SM EN 1097-5:2015	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 5: Determinarea conținutului de apă prin uscare în etuvă ventilate
SM SR EN 1367-1:2013	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice și de alterabilitate ale agregatelor. Partea 1: Determinarea rezistenței la îngheț și dezgheț
SM SR EN 1367-2:2011	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice și de alterabilitate ale agregatelor. Partea 2: Încercarea cu sulfat de magneziu
SM EN 1744-1+A1	Încercări pentru determinarea proprietăților chimice ale agregatelor. Partea 1: Analiză chimică
SM EN 1992-1-1:2011	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri
SM EN 1992-1-1:2011/AC:2015	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri
SM EN 1992-1-1:2011/NA:2018	Anexa națională. Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri
SM EN 12350-1:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 1: Eșantionare și aparate comune
SM EN 12350-2:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 2: Încercarea de tasare
SM EN 12350-3:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 3: Încercare Vebe
SM EN 12350-4:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 4: Grad de compactare
SM EN 12350-6:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 6: Densitate

SM EN 12350-7:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 7: Conținut de aer. Metode prin presiune
SM EN 12350-7:2019/AC:2022	Încercare pe beton proaspăt. Partea 7: Conținut de aer. Metode prin presiune
SM EN 12390-1:2021	Încercări pe beton întărit. Partea 1: Formă, dimensiuni și alte cerințe pentru epruvete și tipare
SM EN 12390-3:2019	Încercare pe beton întărit. Partea 3: Rezistența la compresiune a epruvetelor
SM EN 12390-5:2019	Încercare pe beton întărit Partea 5: Rezistența la încovoiere a epruvetelor
SM SR EN 12390-6:2011	Încercare pe beton întărit. Partea 6: Rezistența la întindere prin despicare a epruvetelor
SM CEN/TS 12390-9:2017	Încercare pe beton întărit. Partea 9: Rezistență la îngheț-dezgheț cu ajutorul sărurilor de dezghețare. Exfoliere
SM EN 12504-1:2019	Încercări pe beton în structuri. Partea 1: Carote. Prelevare, examinare și încercări la compresiune
SM EN 12504-1:2019/AC:2021	Încercări pe beton în structuri. Partea 1: Carote. Prelevare, examinare și încercări la compresiune
SM SR EN 12620+A1:2010	Agregate pentru beton
SM EN 12878:2015	Pigmenți pentru colorarea materialelor de construcții pe bază de ciment și/sau var. Specificații și metode de încercare
SM EN 13055:2016	Agregate ușoare
SM SR EN 13242+A1:2010	Agregate din materiale nelegate sau legate hidraulic pentru utilizare în inginerie civilă și în construcții de drumuri
SM SR EN 13242+A1:2010/ C91:2022	Agregate din materiale nelegate sau legate hidraulic pentru utilizare în inginerie civilă și în construcții de drumuri
SM SR EN 13263-1+A1:2010	Silice ultrafină pentru beton. Partea 1: Definiții, condiții 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 SR EN 13286-2: 2011/ AC:2018	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 13286-4:2022	Amestecuri de agregate netratate și tratate cu lianți hidraulici. Partea 4: Metode de determinare în laborator a masei volumice de referință și a conținutului de apă. Ciocan vibrator
SM SR EN 13286-50:2011	Amestecuri de agregate tratate și netratate cu lianți hidraulici. Partea 50: Metoda de confecționare prin compactare cu un aparat. Proctor sau o masă vibratoare a epruvetelor din agregate tratate cu lianți hidraulici

SM SR EN 13286-51:2011	Amestecuri de agregate tratate și netratate cu lianți hidraulici. Partea 51: Metoda de confecționare prin compactare cu ciocan vibrator a epruvetelor din agregate tratate cu lianți hidraulici
SM EN 13808:2014	Bitum și lianți bituminoși. Cadrul specificațiilor pentru emulsiile bituminoase cationice
SM EN 13877-2:2013	Structuri rutiere de beton. Partea 2: Cerințe funcționale pentru structurile rutiere de beton
SM EN 14227-1:2015	Amestecuri tratate cu lianți hidraulici. Specificații. Partea 1: Amestecuri granulare tratate cu ciment
SM SR EN 15167-1:2010	Zgură granulată de furnal măcinată pentru utilizare în beton, mortar și pastă. Partea 1: Definiții, specificații și criterii de conformitate

3 Термины и определения

В настоящем Кодексе применены термины согласно SM SR 4032-1 дополненные следующими определениями:

3.1

Заполнители

Винеральные материалы (песок, щебень, шлак, гравий), входящие в состав бетонных смесей.

3.2

Жесткая бетонная смесь

Бетонная смесь, характеризующаяся показателем удобоукладываемости на стандартном техническом вискозиметре в пределе 40-80 секунд, согласно SM EN 12350-3, значение, определенное на участке при доставке RCC.

3.3

Укатываемый бетон (RCC)

Бетон тяжелый, получаемый из жесткой бетонной смеси, уплотняемой укаткой (катками с механическим и динамическим воздействием).

3.4

Основание дорожной одежды

Несущая прочная часть дорожной одежды, обеспечивающая совместно с покрытием перераспределение и снижение давления на расположенные ниже дополнительные слои основания или грунт земляного полотна.

3.5

Покрытие

Верхняя прочная часть дорожной одежды, непосредственно воспринимающая воздействие транспортной нагрузки, атмосферных факторов и защищающая нижележащие слои.

3.6

Морозостойкость

Способность сохранять физико-механические свойства при многократном переменном замораживании и оттаивании.

3.7

Холодный шов

Шов, получаемый при прерывании укладки бетона, с возобновлением укладки после завершения схватывания ранее уложенной бетонной смеси.

3.8

Свежий продольный стык

Продольный стык между примыкающими полосами укладываемого бетона уложенными до

окончания схватывания (до 90 минут) бетонной смеси с целью их сращивания. При свежем продольном стыке шов впоследствии не нарезается.

4 Общие положения

4.1 В мировой практике покрытие из RCC используется:

- 1) при наличии тяжелых нагрузок:
 - порты и аэропорты;
 - военные объекты;
 - интермодальные терминалы;
- 2) на промышленных и/или коммерческих объектах:
 - склады и промышленные помещения;
 - коммерческие и промышленные автостоянки;
 - грузовые терминалы, складские помещения и распределительные центры;
- 3) на дорогах:
 - подъездные дороги к промышленным зданиям и автостоянкам;
 - городские и сельские дороги;
 - слои основания и покрытия на национальных и местных дорогах общего пользования;
 - временные дороги для отвода движения и т. д.

4.2 Дорожные одежды из RCC сочетают в себе различные аспекты практики строительства обычных цементно-бетонных дорожных одежд с некоторыми методами строительства, типичными для асфальтобетонных покрытий. В то же время несмотря на то, что покрытие из RCC уплотняется, как и асфальтобетонное, материалы и свойства RCC аналогичны свойствам обычного цементобетонного покрытия.

4.3 По сравнению с асфальтобетонными, а также с цементобетонными покрытиями, RCC имеет несколько преимуществ:

- RCC может быть спроектирован таким образом, чтобы иметь высокую прочность на изгиб, сжатие и сдвиг, что позволяет выдерживать большие нагрузки;
- благодаря низкой водопроницаемости RCC имеет более высокую морозоустойчивость;
- RCC исключает возможность появления колеи;
- RCC обладает износостойкостью даже при больших нагрузках и большом объеме движения;
- в смесях RCC могут быть использованы как натуральные, так и искусственные мелкие заполнители;
- в RCC могут использоваться мелкие заполнители, которые не подходят для асфальтобетонных покрытий;
- в зависимости от смеси и использования тяжелых асфальтоукладчиков, RCC можно укладывать слоями толщиной до 25 см;
- из-за светлого цвета поверхности покрытия из RCC требования к освещению снижаются.

4.4 По сравнению с обычным цементобетонным покрытием, RCC имеет и несколько дополнительных преимуществ:

- строительство RCC более быстрое;
- более низкое содержание пасты в RCC приводит к меньшей усадке бетона и уменьшению растрескивания от напряжений, связанных с усадкой;
- RCC требует более низкого содержания цемента для получения аналогичной механической прочности;
- для приготовления смесей RCC можно использовать заполнители из переработанного бетона, что особенно важно, если они происходят из заменяемой дорожной одежды;
- высокая стабильность гранулированного, хорошо классифицированного и правильно уплотненного скелета RCC позволяет открыть движение в очень раннем возрасте (спустя 72 часа). Это свойство очень полезно для таких работ, как сдача в эксплуатацию слоев дорожного покрытия для экстренной эвакуации в случае стихийных бедствий или некоторых военных применений;
- низкая начальная стоимость покрытий из RCC в сочетании с длительным сроком службы и минимальным обслуживанием повышает их эффективность.

4.5 Для обеспечения сцепления, поверхность покрытия из RCC чаще всего покрывают слоем износа из асфальтобетона, толщиной в несколько сантиметров, необходимой шероховатости или двойной обратной поверхностной обработкой. Другим решением, которое используется в некоторых странах для обеспечения высокого сопротивления скольжению, является продольная или поперечная механизированная нарезка бороздок специальным набором круглых дисков с алмазной или стальной коронкой.

4.6 При выполнении работ по устройству слоев из RCC необходимо учитывать следующее:

- не рекомендуется устройство покрытий из RCC без механического (алмазного) шлифования на дорогах с высокоскоростным движением;
- количество RCC, которое может быть перемешано, как правило меньше, чем для обычного бетона, из-за жесткости смеси;
- несколько горизонтальных слоев и смежных плит должны устраиваться в течение часа, чтобы обеспечить хорошее сцепление (кроме холодного соединения);
- края покрытия сложнее уплотнить для достижения необходимого качества;
- из-за относительно низкого содержания воды покрытие из RCC в жаркую погоду требует дополнительного ухода, чтобы минимизировать потерю воды из-за испарения;
- из-за сухости смеси RCC требования к дозировке могут быть выше, чем для обычного бетона.

4.7 RCC, это материал с гидравлическим вяжущим, имеющий прочность на сжатие и растяжение при изгибе, аналогичную прочности обычного бетона (т. е. прочность на сжатие $\geq C30 / 37$).

4.8 RCC является материалом с нулевой осадкой, который необходимо уплотнять катками, чтобы получить необходимую плотность. RCC отличается от обычных гидравлически связанных материалов тем, что может обеспечить скорое открытие движения по поверхности покрытия благодаря быстрому достижению прочности и является материалом, который не подпадает под текущую область применения европейского стандарта SM EN 14227-1 или европейского стандарта SM EN 206+A2, без использования спецификации «Другие технические требования».

4.9 Основные различия покрытий из RCC и обычного цементобетона представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение обычных цементобетонных покрытий и покрытий из RCC

Материалы и основные способы выполнения	Тип покрытия	
	Из обычного цементобетона	Из RCC
Пропорции материалов в смеси	Хорошо отсортированные крупные и мелкие заполнители обычно составляют от 60 до 75 процентов от объема смеси. Обычное соотношение воды и цемента (г/см) составляет 0,40 – 0,45, что делает цементную пасту достаточно влажной, чтобы полностью покрыть частицы заполнителя и заполнить промежутки между частицами (смотри рисунок 1).	Плотные и хорошо отсортированные крупные и мелкие заполнители обычно составляют от 75 до 85% от объема смесей RCC. Смесей RCC являются более сухими, чем обычные цементобетонные смеси, из-за более высокого содержания мелких заполнителей и более низкого содержания цемента и воды (смотри рисунок 1).

(продолжение следует)

Таблица 1 (продолжение)

Материалы и основные способы выполнения	Тип покрытия	
	Из обычного цементобетона	Из RCC
Удобоукладываемость	Смесь пластична, текуча и относительно жесткая (осадка обычно составляет около 5,1 см), настолько, что её можно укладывать бетоноукладчиком с сохранением формы.	Смесь имеет консистенцию влажных заполнителей с непрерывной гранулометрией. Относительно сухая и плотная (с нулевой осадкой) смесь RCC недостаточно жидкая, чтобы её можно было уложить обычными бетоноукладчиками.
Устройство покрытия	Смесь размещается перед бетоноукладчиком со скользящей опалубкой, который затем распределяет, выравнивает и виброуплотняет её.	Как правило, смесь RCC укладывается с помощью мощного самоходного асфальтоукладчика, использующего трамбовочную плиту для первоначального уплотнения смеси в слой одинаковой толщины. Данные типы асфальтоукладчиков необходимы для качественной укладки, особенно при устройстве толстого дорожного покрытия. Опалубка не требуется. Как правило RCC смесь распределяется в слой толщиной от 15,2 см до 20,3 см (минимум 10,2 см и максимум 25,4 см)
Уплотнение (прежде всего удаление не вовлеченного воздуха)	Глубинное уплотнение. Сначала глубинные и поверхностные вибраторы на бетоноукладчике разжижают пластичный бетон, высвобождая воздух. После распределения бетона и до того, как произойдет начальное схватывание, происходит некоторое дополнительное уплотнение за счет оседания твердых частиц (цемента и заполнителей) и восходящего движения воды на поверхность (просачивание).	Уплотнение осуществляется с внешней кромки к оси дороги путем уплотнения бетона катками, как правило, в течение первых 60 минут после смешивания (до того, как паста начнет затвердевать) или до 2-х часов за счет введения в смесь добавок увеличивающих время схватывания.
Отделка поверхности	Отделка поверхности проводится до начала схватывания. Обычный бетон как правило механически текстурируется для улучшения трения.	Несмотря на то, что поверхность дорожного покрытия из RCC обычно имеет шероховатую текстуру (подобную асфальтобетону), использование более мелких заполнителей и/или дополнительного цемента может привести к образованию более плотной поверхности (близкую к обычному бетону). RCC можно текстурировать с помощью нарезки бороздок необходимой глубины.
Гидратация	Правильная гидратация бетонной смеси имеет решающее значение для долговечности бетонного покрытия. Для правильной гидратации, важным требованием является уход за бетоном.	Правильная гидратация смеси RCC имеет решающее значение для долговечности бетонного покрытия. Для правильной гидратации, важным требованием является уход за бетоном (особенно первые 7 дней).

(продолжение следует)

Таблица 1 (окончание)

Материалы и основные способы выполнения	Тип покрытия	
	Из обычного цементобетона	Из RCC
Уход за бетоном	Очень важно начать уход за свежеложенным бетоном сразу после укладки для осуществления контроля испарения воды с поверхности бетона, чтобы вода была доступна для гидратации цемента, что приводит к сильному затвердеванию пасты, заполняющей пустоты и связывающей частицы заполнителя.	Уход за свежеложенным бетоном важно начинать сразу после его укладки. Необходимо контролировать испарение воды с поверхности бетона, чтобы вода была доступна для гидратации цемента, что приводит к сильному затвердеванию пасты, заполняющей пустоты и связывающей частицы заполнителя.
Растрескивание, передача нагрузки и армирование	В обычных покрытиях со швами, расположение трещин контролируется нарезкой швов, с использованием поперечных штырей для передачи нагрузки (для покрытий толщиной 20,3 см или более), а штыри продольных швов используются для обеспечения заклинивания заполнителя. В непрерывных армированных покрытиях допускаются мелкие трещины, расположенные близко друг к другу, а стальная арматура вместе с заклинкой из заполнителя способствует передаче нагрузки.	В покрытиях из RCC швы обычно не распиливаются. Когда распиловка не предусмотрена, случайные трещины, отстоящие на расстоянии от 4,6 до 9,1 (12) м друг от друга обычно герметичны, что позволяет передавать нагрузку через заклинивание заполнителя. Распиловка, предназначенная для контроля случайных трещин, обычно применяется на дорогах с движением легковых и грузовых автомобилей. В покрытиях из RCC распиливается меньше поперечных швов, чем в обычных бетонных покрытиях, и они располагаются дальше друг от друга (от 4,6 до 9,1 (12) м). Из-за способа уплотнения RCC невозможно разместить штыри или стяжки в швах покрытия.

4.10 Смеси RCC обычно содержат меньший объем вяжущих материалов, крупных заполнителей и воды, чем обычные бетонные смеси, и больший объем мелких заполнителей, которые заполняют воздушные пустоты в дорожном покрытии (рисунок 1). Мелкие заполнители в RCC расположены более плотно, чем в обычном бетоне (рисунок 2). Плотность структуры, изначально способствует возникновению высокого трения /сцепления между частицами заполнителя и обеспечивает начальную несущую способность дорожного покрытия.

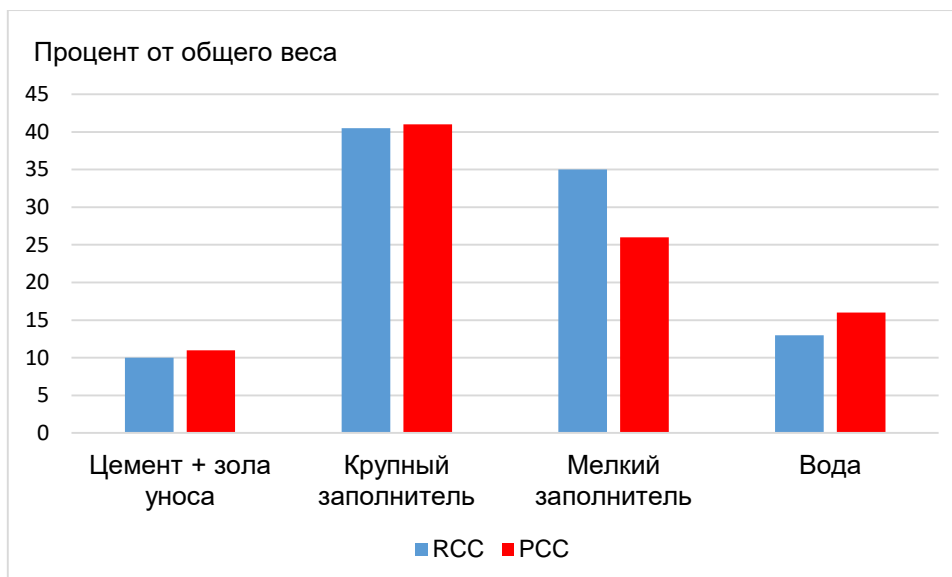


Рисунок 1 – Сравнение материалов обычного бетона и RCC

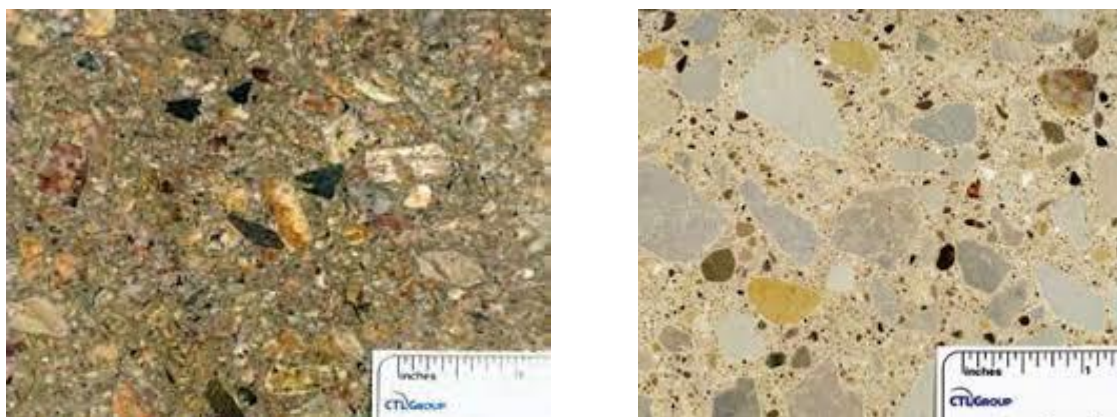


Рисунок 2 - Сравнение распределения заполнителей в обычном цементобетоне (PCC, слева) и RCC (справа)

4.11 Сразу же после укладки обычный бетон находится в пластичном состоянии, пока благодаря гидратации не начнет затвердевать паста и связывать заполнители вместе. Обычное цементобетонное покрытие не имеет достаточной несущей способности для обеспечения случайного проезда легких транспортных средств до тех пор, пока не наступит или не закончится период нарезки швов.

4.12 Напротив, RCC имеет достаточную несущую способность для случайного проезда легких транспортных средств (например, транспортного средства, въезжающего или съезжающего с проезжей части) сразу после укладки. Эта несущая способность обусловлена процессом уплотнения, который создается трением между частицами (заклинка заполнителей) и позволяет случайный проезд легких транспортных средств по RCC, не повреждая и не нарушая уложенный материал.

4.13 Однако, движение, кроме случайных легких транспортных средств, не рекомендуется до тех пор, пока как RCC, так и обычный бетон не достигнут достаточной прочности на сжатие, как правило от 13,8 до 17,2 МПа.

4.14 Концептуальная иллюстрация несущей способности дорожных покрытий из обычного цементобетона и из RCC на ранних стадиях после укладки представлена на рисунке 3.

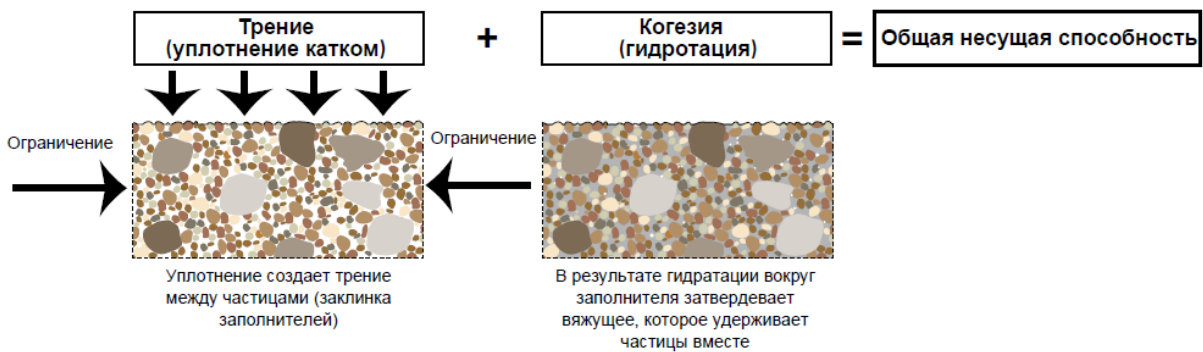
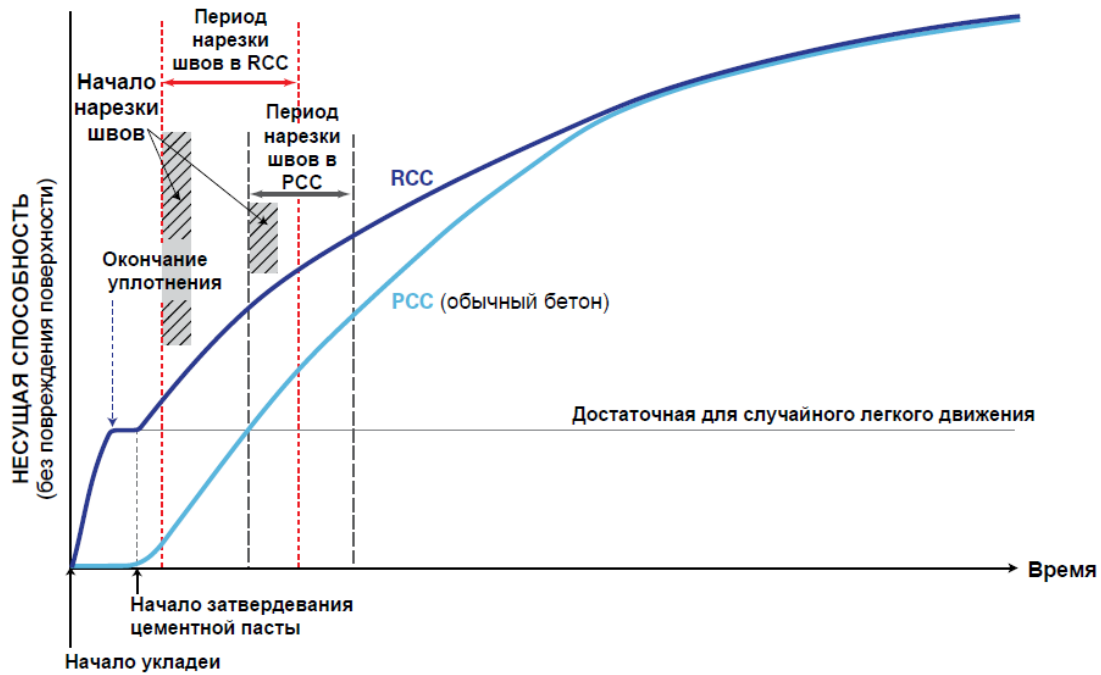


Рисунок 3 – Несущая способность обычного бетона и RCC в первые дни

5 Проектирование дорожных одежд из RCC

5.1 Дорожные одежды с основаниями из RCC преимущественно проектируют на дорогах I – III категории и с покрытиями из RCC - на дорогах III-V категории, а при технико-экономическом обосновании и на дорогах I – II категории.

5.2 Как и в случае обычных бетонных дорожных одежд, RCC относится к категории жестких дорожных одежд. Расчет дорожной одежды из RCC сводится к определению толщины плиты.

5.3 Дорожные одежды с асфальтобетонным покрытием на основании из RCC относятся к жестким или полужестким дорожным одеждам.

5.4 Вводными данными для расчета дорожных одежд являются: несущая способность, тип и толщина слоев основания, прочность на растяжение при изгибе плиты из RCC, тип и частота нагрузки (выражаемая в миллионах стандартных осей в течение проектного срока службы).

5.5 Подход к проектированию предполагает, что дорожная одежда может выдерживать нагрузки определенной величины при определенных уровнях повторяемости без разрушения.

5.6 Коэффициент усталости бетона, представляет собой отношение напряжения растяжения при изгибе к прочности при изгибе:

$$k = \frac{\sigma}{R}$$

где:

σ – критическое изгибающее напряжение – максимальное растягивающее напряжение в нижней части бетонной плиты дорожного покрытия;

R – прочность на изгиб (или модуль разрыва) – прочность бетона на изгиб, определяемая при испытаниях балки нагружением.

5.7 При расчете толщины дорожного покрытия из RCC толщина плиты или прочность бетона увеличиваются до тех пор, пока коэффициент усталости не уменьшится в достаточной степени, чтобы обеспечить адекватные усталостные характеристики.

5.8 Минимальная толщина дорожной плиты из RCC составляет 10 см, а максимальная 25,4 см.

5.9 Толщину верхних слоев дорожной одежды из асфальтобетона определяют расчетом в зависимости от категории дороги и толщины основания. Для обеспечения сдвигустойчивости и возможности устройства двухслойного покрытия, суммарная толщина верхних слоев дорожной одежды должна быть не менее 8 см (приложение В).

5.10 Прочность бетона на изгиб при растяжении, обычно определяется классом прочности на сжатие и указывается в проекте. В таблице 1 приведены соотношения между средней прочностью на изгиб и классом прочности на сжатие по SM EN 1992-1-1.

Соотношение, приведенное в таблице 2, основано на средней прочности на сжатие, которая составляет 8 Н/мм² для образцов-цилиндров или 10 Н/мм² для образцов-кубов. В некоторых технических источниках используется меньшее значение (более безопасное) 7 Н/мм² для образцов-кубов.

Таблица 2 – соотношение между классом сопротивления на сжатие и среднем сопротивлением на растяжение при изгибе по SM EN 1992-1-1

Класс сопротивления на сжатие	Среднее сопротивление на растяжение при изгибе, МПа
C8/10	16
C12/15	20
C16/20	24
C20/25	28
C25/30	33
C30/37	38
C35/45	43
C40/50	48
C45/55	53
C50/60	58
C55/67	63
C60/75	68

Примечание - По функциональным причинам рекомендуется, чтобы минимальный класс прочности бетона дорожного покрытия был не менее C20/25 (CC20 согласно SM EN 13877-2)

5.11 Если при проектировании дорожных покрытий из RCC используются традиционные программы проектирования дорожных одежд, рекомендуется по умолчанию повысить уровень надежности на 5%, чтобы получить результаты, сопоставимые с результатами специальной программы на проектирование дорожных одежд из RCC.

5.12 За исключением случаев, когда случайные трещины допустимы, места усадочных швов должны быть указаны на чертежах так же, как и при расчете жесткой дорожной одежды.

5.13 Верх земляного полотна, подстилающий слой и основание покрытий из RCC должны соответствовать тем же требованиям, что и в случае обычных бетонных покрытий. Несущая способность верха земляного полотна, подстилающего слоя и/или основания должна обеспечивать соответствующее уплотнение каждого уложенного слоя из RCC. Влажность

подстилающего слоя влияет на слой из RCC поскольку нижняя часть покрытия подвергается наибольшему напряжению при изгибе. Любой избыток воды нижележащих слоев, может увеличить соотношение воды и цемента покрытия из RCC, и, таким образом, привести к снижению механической прочности. Поэтому участки с избыточной влажностью следует осушить и повторно уплотнить или осуществить замену влажного материала. Влажность земляного полотна и подстилающего слоя должны контролироваться надлежащим образом.

5.14 Толщина покрытия из RCC дорог с низкой интенсивностью, местных дорог и улиц, с (или без них) бордюрами, прикромочными лотками или обочинами из RCC может быть установлена в соответствии с таблицей 3 и таблицей 4.

Например: коллекторная улица из RCC с интенсивностью 500 груз. авт./сутки, модуль реакции грунтового основания $k = 27$ МПа/м, модуль разрыва бетона 4,5 МПа – толщина слоя (согласно таблицы 3) 18 см.

Таблица 3 – Толщина дорожного покрытия из RCC, в см, с бордюрами, прикромочными лотками или обочинами из RCC

Модуль реакции грунтового основания $k = 13,5$ МПа/м					Модуль реакции грунтового основания $k = 27$ МПа/м					Среднегодовая суточная интенсивность движения грузовых автомобилей, груз. авт./сутки
Модуль разрыва бетона, МПа					Модуль разрыва бетона, МПа					
3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	
15,5	15,5	15,5	13	13	15,5	13	13	13	13	3
18	18	15,5	15,5	15,5	18	15,5	15,5	13	13	10
18	18	15,5	15,5	15,5	18	15,5	15,5	13	13	20
18	18	15,5	15,5	15,5	18	15,5	15,5	13	13	50
20	20	18	18	18	20	18	18	15,5	15,5	50
23	20	20	18	18	20	18	18	18	15,5	100
23	20	20	20	20	20	20	18	18	18	500
23	20	20	20	20	20	20	18	18	18	100
23	23	20	20	20	23	20	18	18	18	500
25,5	23	23	20	20	23	23	20	20	18	400
25,5	25,5	23	23	23	23	23	20	20	20	800
28	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	23	23	23	23	1500
23	20	20	18	18	20	20	18	18	15,5	300
23	23	20	20	20	20	20	18	18	18	700
25,5	23	23	20	20	23	23	20	20	18	400
25,5	25,5	23	23	23	23	23	20	20	20	800
Модуль реакции грунтового основания $k = 54$ МПа/м					Модуль реакции грунтового основания $k = 81$ МПа/м					Среднегодовая суточная интенсивность движения грузовых автомобилей, авт./сутки
Модуль разрыва бетона, МПа					Модуль разрыва бетона, МПа					
3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	
13	13	13	10	10	13	13	10	10	10	3
15,5	13	13	13	13	15,5	13	13	13	10	10
15,5	15,5	13	13	13	15,5	13	13	13	10	20
15,5	15,5	13	13	13	15,5	13	13	13	13	50
18	18	15,5	15,5	15,5	18	15,5	15,5	15,5	13	50
18	18	15,5	15,5	15,5	18	15,5	15,5	15,5	13	100
20	18	18	15,5	15,5	18	18	15,5	15,5	15,5	500
20	18	18	18	18	18	18	18	18	18	100
20	18	18	18	18	18	18	18	18	18	500
20	20	18	18	18	20	18	18	18	18	400
23	20	20	18	18	20	20	18	18	18	800
23	20	20	20	20	20	20	20	20	20	1500
18	18	18	15,5	15,5	18	18	15,5	15,5	15,5	300
20	18	18	18	18	18	18	15,5	15,5	15,5	700
20	20	18	18	18	20	18	18	18	18	400
23	20	20	18	18	20	20	18	18	18	800

Таблица 4 – Толщина дорожного покрытия из RCC, в см, без бордюров, прикромочных лотков или обочин из RCC

Модуль реакции грунтового основания k = 13,5 МПа/м					Модуль реакции грунтового основания k = 27 МПа/м					Среднегодовая суточная интенсивность движения грузовых автомобилей, авт./сутки
Модуль разрыва бетона, МПа					Модуль разрыва бетона, МПа					
3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	
18	18	15.5	15.5	15.5	18	15.5	15.5	15.5	13	3
20	20	18	18	15.5	18	18	18	15.5	15.5	10
20	20	20	18	18	20	18	18	15.5	15.5	20
20	20	20	18	18	20	18	18	18	15.5	50
25.5	23	23	20	20	23	20	20	18	18	50
25.5	23	23	20	20	23	20	20	20	18	100
28	25.5	23	23	20	25.5	23	20	20	20	500
28	25.5	23	23	20	25.5	23	20	20	20	100
28	25.5	25.5	23	23	25.5	23	23	20	20	500
30.5	28	25.5	25.5	23	28	25.5	23	23	20	400
30.5	28	28	25.5	25.5	28	25.5	25.5	23	23	800
30.5	30.5	28	28	28	28	25.5	25.5	25.5	25.5	1500
25.5	25.5	23	23	20	23	23	20	20	18	300
28	25.5	23	23	23	25.5	23	23	20	20	700
30.5	28	25.5	25.5	23	28	25.5	23	23	20	400
30.5	30.5	28	25.5	25.5	28	25.5	25.5	23	23	800
Модуль реакции грунтового основания k = 54 МПа/м					Модуль реакции грунтового основания k = 81 МПа/м					Среднегодовая суточная интенсивность движения грузовых автомобилей, авт./сутки
Модуль разрыва бетона, МПа					Модуль разрыва бетона, МПа					
3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	
15.5	15.5	13	13	13	15.5	13	13	13	13	3
18	15.5	15.5	15.5	13	15.5	15.5	15.5	13	13	10
18	18	15.5	15.5	15.5	18	15.5	15.5	15.5	13	20
18	18	15.5	15.5	15.5	18	15.5	15.5	15.5	13	50
20	20	18	18	15.5	20	18	18	15.5	15.5	50
20	20	18	18	18	20	18	18	15.5	15.5	100
23	20	20	18	18	20	20	18	18	18	500
23	20	20	18	18	20	20	18	18	18	100
23	20	20	20	20	23	20	20	18	18	500
25.5	23	23	20	20	23	23	20	20	18	400
25.5	23	23	20	20	23	23	20	20	20	800
25.5	23	23	23	23	25.5	23	23	23	23	1500
23	20	20	18	18	20	20	18	18	18	300
23	20	20	18	18	20	20	18	18	18	700
25.5	23	23	20	20	23	23	20	20	18	400
25.5	23	23	20	20	23	23	20	20	20	800

6 Специфические характеристики слоев из RCC

6.1 Морозостойкость

6.1.1 RCC редко содержит вовлеченный воздух, и практика показывает, что вовлечение воздуха обычно не требуется, даже в условиях, когда существует возможность повреждения от замерзания-оттаивания. При этом, заполнители должны быть морозостойкими, и именно поэтому типовая спецификация (Приложение А) включает это требование. Мелкого заполнителя должно быть достаточно для создания замкнутой структуры, а RCC должен быть уплотнен в соответствии с требованиями технических спецификаций, чтобы была достигнута предусмотренная прочность.

6.1.2 RCC, как и дорожная одежда из бетонных блоков, в значительной степени обеспечивает морозостойкость благодаря наличию воздушных пустот, по размеру близких к воздушным пустотам вовлеченного воздуха.

6.1.3 Для дорожных одежд, подвергающихся действию попеременного замораживания и оттаивания, рекомендуется проведение испытаний на морозостойкость как часть первоначальных испытаний смеси RCC. Однако критерии, применяемые ко многим испытаниям на морозостойкость, являются достаточно жесткими и могут быть не достигнуты RCC (и другим бетонам), которые на практике показали себя хорошо.

6.1.4 Морозостойкость RCC может быть обеспечена при:

- использовании твердых, неразрушающихся, прочных заполнителей;
- использовании плотных заполнителей, с хорошей зернистостью;
- использовании достаточного количества портландцемента и увеличение содержания пасты;
- уплотнении не менее чем до 98% плотности по модифицированному Проктору;
- снижении отношения В/Ц до уровня менее 0,40;
- использовании микрокремнезема в качестве частичной замены цемента;
- использование воздухововлекающих добавок при их совместимости со смесью;
- правильное и своевременное схватывание.

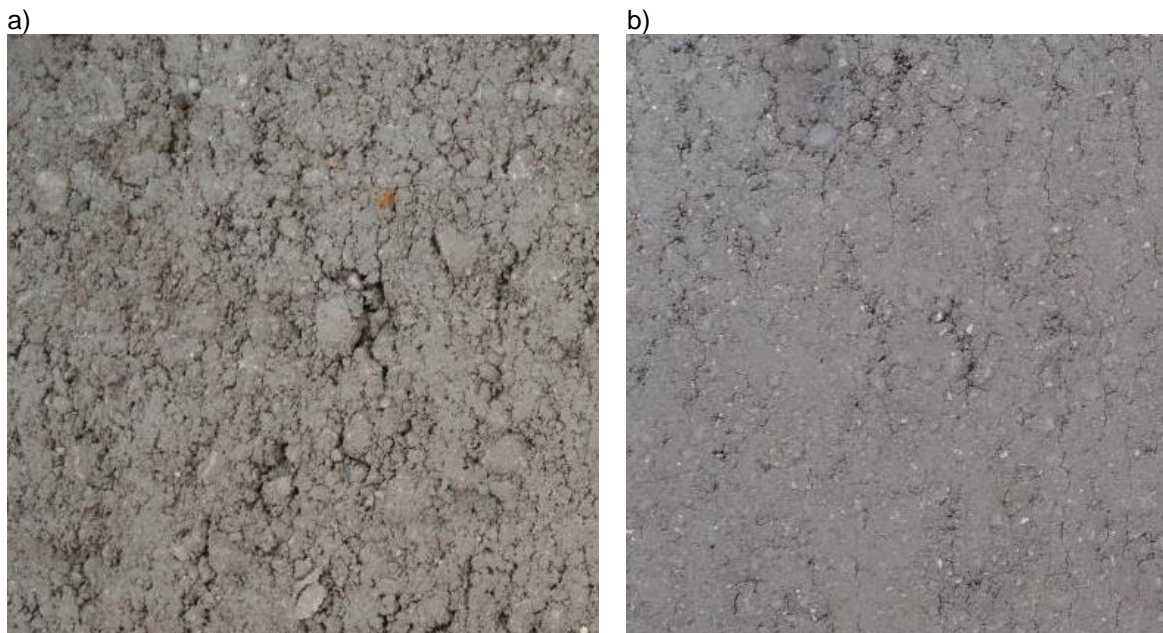
6.2 Сопротивление истиранию

6.2.1 RCC используемый в дорожных покрытиях должен обладать высокой прочностью по дробимости. Предел потерь при дробимости крупнозернистым заполнителем в соответствии с SM EN 1097-2 (метод тестирования заполнителя испытательной машиной Лос-Анджелес) составляет 35%. Однако в случае сильной дробимости желательно ограничить предел потерь при дробимости до 25% или менее. При использовании слоя RCC в качестве основания нет проблем с дробимостью транспортными средствами, поэтому предел потерь при дробимости может быть установлен на уровне 40% (LA40).

6.2.2 Для достижения высокой прочности по дробимости часто указывается высокий класс прочности на сжатие. Если класс прочности на сжатие, необходимый для прочности по дробимости, выше, чем класс прочности на сжатие, первоначально использованный при проектировании дорожной одежды, рекомендуется провести пересчет дорожной одежды, для уменьшения толщины покрытия из RCC и, как следствие, экономии затрат.

6.3 Характеристики поверхности

6.3.1 Типичный вид и текстура поверхности слоя RCC показаны на рисунке 4.



a) – крупный заполнитель 22 мм; b) - крупный заполнитель 16 мм

Рисунок 4 - Типичный вид и текстура поверхности слоя RCC

6.3.2 Отделка поверхности зависит от состава смеси. С сухими бетонами как RCC невозможно получить шероховатость поверхности дорожной одежды брашированием, как при обычном бетоне. Поэтому использование RCC следует ограничить только местными дорогами с малоскоростным движением, за исключением случаев, когда проводится последующая обработка поверхности, такая как алмазная шлифовка или обработка проволочной или капроновой щеткой.

6.3.3 Требуемая ровность поверхности определяется ее назначением, а требования и метод испытаний должны быть указаны в контракте.

7 Материалы. Технические условия

7.1 Общие положения

7.1.1 RCC содержит те же основные материалы, что и обычный бетон — крупный и мелкий заполнители, вяжущие материалы (цемент, золу уноса, микрокремнезем и т. д.), воду и, при необходимости, поверхностно-активные вещества и химические добавки, - но они используются в других пропорциях.

7.1.2 Стоимость материалов, используемых в RCC, в целом сопоставима со стоимостью материалов, используемых в обычном бетоне. Как правило в RCC содержание цемента меньше, чем в обычном бетоне аналогичной прочности. Меньшее содержание цемента ведет к некоторой экономии материальных затрат.

7.1.3 Правильный выбор составляющих материалов важен для производства качественных RCC смесей.

7.2 Заполнители

7.2.1 Минеральные заполнители, используемые при изготовлении смесей RCC, содержащихся в настоящем Кодексе, соответствуют требованиям стандарта SM SR EN 12620+A1. Минеральные заполнители составляют до 85% объема RCC и обеспечивают достижение требуемой удобоукладываемости, заданной плотности при уплотнении, прочности на сжатие и на изгиб, температурных свойствах и долговечности.

7.2.2 Учитывая метод укладки и уплотнения, зерновой состав RCC аналогичен тому, что и для асфальтобетонных смесей, и для обычных цементобетонных смесей.

7.2.3 Для приготовления бетонной смеси применяют:

- a) минеральные плотные и тяжелые заполнители, согласно SM SR EN 12620 + A1;
- b) легкие (пористые) заполнители по SM EN 13055;
- c) заполнители из переработанного бетона в соответствии с требованиями SM SR EN 12620+A1 или в соответствии с SM EN 13055.

7.2.4 В зависимости от наибольшей крупности зерен заполнителя укатываемые бетоны делятся на:

- мелкозернистые – до 4 мм;
- крупнозернистые – до 22,4 (31,5) мм, причем:
 - 1) до 16 мм используются, как правило для покрытий;
 - 2) до 22,4 (31,5) мм используются, как правило для оснований.

Наибольший размер зерен следует ограничивать 31,5 мм из условия обеспечения устойчивости гранулометрического состава щебня в бетонной смеси при уплотнении укаткой.

7.2.5 Должна быть известна щелочно-агрегатная реакция, чтобы использовать добавки, которые могут снизить общее содержание щелочи в RCC, если, в течение срока службы, дополнительные щелочи могут попасть в бетон, например, из противогололедных солей. Заполнители также должны быть морозостойкими. Требования к заполнителям, подвергающимся воздействию окружающей среды XF3 или XF4 (определенные в SM EN 206+A2), предъявляются к смесям RCC.

7.2.6 Крупные заполнители

7.2.6.1 Для смесей RCC рекомендуются крупные заполнители, соответствующие стандарту SM SR EN 12620+A1, с максимальным размером зерен 22,4 (31,5) мм, чтобы предотвратить сегрегацию и добиться плотной поверхности.

7.2.6.2 Можно использовать крупные заполнители более 22,4 (31,5) мм, и при правильном гранулометрическом составе (с достаточным количеством мелких частиц) может быть получена поверхность хорошего качества. RCC с крупными заполнителями обычно используются для нижележащих слоев, где внешний вид поверхности не имеет большого значения. RCC с крупными заполнителями размером менее 22,4 мм (к примеру, 16 мм) можно использовать для уменьшения сегрегации, повышения сцепления, обеспечения закрытой поверхности и улучшения качества движения. Однако с крупными заполнителями меньших размеров может быть увеличен расход цемента и снижена возможная прочность покрытия.

7.2.6.3 В дополнение к обычным лабораторным испытаниям крупных заполнителей следует провести испытание на истирание Микро-Деваль (SM EN 1097-1).

7.2.6.4 Физико-механические свойства щебня, используемого для изготовления RCC смесей должны соответствовать требованиям представленным в таблице 5.

Таблица 5 – Щебень, используемый для изготовления RCC смесей

№	Свойства	Натуральный щебень	Дробленый щебень	Метод испытаний
1	Содержание гранул вне класса зернистости: - остаток на верхнем сите (d_{max}), %, максимум - остаток на нижнем сите (d_{min}), %, максимум	1-10 15 ($G_c 90/15$)	1-10 15 ($G_c 90/15$)	SM EN 933-1
2	Содержание частиц ракушечника, %, минимум	10 (SC_{10})	10 (SC_{10})	SM EN 933-7
3 ¹⁾	Коэффициент площадности, % максимум	20 (FI_{20})	20 (FI_{20})	SM EN 933-3
4 ¹⁾	Показатель формы, %, максимум	25 (SI_{25})	25 (SI_{25})	SM EN 933-4
5	Содержание примесей: - инородные тела	недопустимо	недопустимо	SM EN 933-7 и визуально
6	Содержание мелких частиц, менее 0,063 мм, %, максимум	1,5 ($f_{1,5}$)	1,5 ($f_{1,5}$)	SM EN 933-1
7	Сопrotивление дроблению, коэффициент LA, %, максимум	покрытие	20 (LA_{20})	SM EN 1097-2
		основание	25 (LA_{25})	
8	Износостойкость (коэффициент микро-Деваль), %, максимум	покрытие	-	SM EN 1097-1
		основание	20 ($M_{DE 20}$)	
9 ²⁾	Чувствительность к замерзанию-оттаиванию - потеря массы (F), %, максимум	2 (F_2)	2 (F_2)	SM SR EN 1367-1
10 ²⁾	Чувствительность к воздействию сульфата магния (процент потерь от массы), максимум, %	18 (MS_{18})	18 (MS_{18})	SM SR EN 1367-2
ПРИМЕЧАНИЯ: 1) Форму крупного заполнителя можно определить методом коэффициента площадности или индекса формы. 2) Морозостойкость можно определить по чувствительности к замерзанию-оттаиванию или по устойчивости к воздействию сульфата магния – SM SR EN 1367-2.				

7.2.6.5 Каждый вид и фракция заполнителя должны храниться отдельно в бункерах/силосах, снабженных бетонными платформами, имеющими уклоны для слива воды и перегородки, чтобы

избежать смешивания заполнителей. На каждом бункере должен быть указан тип и источник материала, который в нем содержится.

7.2.6.6 Стандартные сита, используемые для определения зернового состава природных заполнителей, соответствуют SM EN 933-2, используемые сита должны принадлежать к базовому набору плюс набор 1, согласно SM SR EN 12620+A1, к которому добавляются сита 0,063 мм и 0,125 мм.

7.2.6.7 Каждая партия поставляемых материалов должна сопровождаться:

- a) декларированием характеристик, маркировкой соответствия CE и сертификатом соответствия производственного контроля на заводе в соответствии с SM SR EN 12620+A1; или
- b) декларированием характеристик, маркировкой соответствия CE и отчетами испытаний (выданные лицензированными/аккредитованными лабораториями), подтверждающими качество материала.

7.2.6.8 На строительной площадке следует проводить проверки свойств, приведенных в таблице 5, для каждой партии поставляемого материала или не более 1000 т для заполнителей крупностью более 4 мм.

7.2.7 Мелкие заполнители

7.2.7.1 Мелкие заполнители должны соответствовать требованиям SM SR EN 13242+A1. В качестве мелкого заполнителя для RCC используется натуральный и дробленый песок и минеральный порошок. Большое количество мелкого заполнителя позволяет уменьшить количество цемента и соответственно пасты, что при правильном гранулометрическом составе сбалансированным с крупным заполнителем обеспечивает уплотняемую и прочную смесь.

7.2.7.2 Мелкие природные заполнители, часто истираются и округляются, что приводит к снижению угловатости. Такие заполнители не подходят для асфальтобетонных смесей, укладываемых в слои дорожного покрытия на дорогах большой интенсивности движения. Однако они часто используются в RCC для формирования прочного скелета.

7.2.7.3 Таким образом мелкие заполнители округлой формы можно комбинировать с надлежащим образом отсортированным крупным заполнителем и сильным цементным вяжущим. В результате получается слой, который может иметь толщину до 25,4 см и при этом соответствовать требуемой плотности.

7.2.7.4 Выбор мелкого заполнителя имеет большое значение, поскольку он определяет потребность в воде (и, следовательно, расход цемента) и влияет на уплотняемость, ровность поверхности и долговечность RCC. В качестве мелкого заполнителя может быть использован как природный (в частности) речной песок так искусственный песок. Отсевы из щебня также могут использоваться для обеспечения консистенции продукта.

7.2.7.5 Следует избегать пылеватых и глинистых частиц в заполнителях RCC, поскольку они могут увеличить усадку и снизить прочность. Рекомендуется снижать показатель пластичности заполнителя (содержание зерен проходящих через сито 0,063 мм) до пяти процентов. Тонкодисперсные мелкие заполнители обычно составляют от 2% до 8 % при прохождении через сито 0,063 мм.

7.2.7.6 Физико-механические свойства песков, используемых для приготовления RCC смесей, должны соответствовать требованиям, представленным в таблицах 6, 7 и 8.

Таблица 6 – Песок натуральный или фракция 0-4 мм, используемый для приготовления RCC смесей

№	Свойства	Показатели качества	Метод испытаний
1	Содержание гранул вне класса зернистости: - остаток на верхнем сите (d_{max}), %, максимум	10	SM EN 933-1
2	Гранулометрия	непрерывная	SM EN 933-1
3	Коэффициент неоднородности, минимум	8	*
4	Содержание примесей: - инородные тела; - содержание гумуса (цвет раствора NaOH), максимум	недопустимо желтый	SM EN 933-7 и визуально
5	Эквивалент песка фракции 0-2 мм, %, минимум	85	SM EN 933-8+A1
6	Содержание мелких частиц, менее 0,063 мм, %, максимум	10 (f_{10})	SM EN 933-1
7	Качество мелких частиц (значение метиленового синего), максимум	2	SM EN 933-9+A1

* Коэффициент неоднородности определяется по формуле: $U_n = d_{60}/d_{10}$, где:
 d_{60} = диаметр отверстия сита, через которое проходит 60% массы анализируемого образца для проверки зернистости;
 d_{10} = диаметр отверстия сита, через которое проходит 10% массы анализируемого образца для проверки зернистости.

Таблица 7 – Дробленый песок или фракция дробления 0-4 мм, используемый для приготовления RCC смесей

№	Свойство	Показатели качества	Метод испытаний
1	Содержание гранул вне класса зернистости: - остаток на верхнем сите (d_{max}), %, максимум	10	SM EN 933-1
2	Гранулометрия	непрерывная	SM EN 933-1
3	Содержание примесей: - инородные тела;	недопустимо	визуально
4	Содержание мелких частиц, менее 0,063 мм, %, максимум	10 (f_{10})	SM EN 933-1
5	Качество мелких частиц (значение метиленового синего), максимум *	2	SR EN 933 -9

* Определение значения метиленового синего проводится только в случае песков или фракций 0-4, в которых доля 0-2 мм, показывающая содержание мелких зерен, выше или равна 3%.

Таблица 8 – Минеральный порошок, используемый при изготовлении RCC смесей

№	Свойство	Показатели качества		Метод испытаний
1	Содержание карбоната кальция	≥ 90 % категория cc_{90}		SM SR EN 196-2
2	Гранулометрия	Сито, мм	Проход, %	SM EN 933-1 SM EN 933-2
		2	100	
		0,125	мин. 85	
		0,063	мин. 70	
3	Содержание воды	максимум 1 %		SM EN 1097-5
4	Вредные мелкие частицы	значение v_{bf} г/кг категория ≤ 10 v_{bf10}		SM EN 933-9

7.2.7.7 Условия хранения песка и других мелких заполнителей аналогичны условиям хранения крупных заполнителей указанных в пункте 7.2.6.5. Минеральный порошок хранится в силосах с пневматической загрузкой. Использование слежавшегося минерального порошка не допускается.

7.2.7.8 Контрольные сита, используемые для определения зернистости мелких заполнителей, те же, что и в пункте 7.2.6.6.

7.2.7.9 Каждая поставляемая партия мелких заполнителей должна сопровождаться в соответствии с условиями, указанными в пункте 7.2.6.7.

7.2.7.10 На строительной площадке должны проводиться проверки свойств, приведенных в таблицах 6, 7 и 8, для каждой партии поставляемого материала или не более 500 т для заполнителей крупностью ≤ 4 мм. Для минерального порошка должны проводиться проверки гранулометрического состава и содержания воды для каждого максимум 100 т поставляемой продукции.

7.3 Вяжущие

7.3.1 В качестве вяжущего для производства RCC используются цементы, соответствующие SM SR EN 197-1. В отдельных случаях используются добавки согласно стандарту SM EN 206+A2, но не в рамках концепции k-значения, так как для RCC не определено максимальное значение водоцементного отношения В/Ц или минимальное содержание цемента.

7.3.2 Как и в случае с обычным бетоном, вяжущие, используемые в смесях RCC, должны выбираться по химической стойкости к воздействию сульфатов, потенциальной щелочной реакции и устойчивости к истиранию. Тип используемого вяжущего материала оказывает существенное влияние на скорость гидратации и твердения, и, следовательно, существенно влияет на прочность в раннем возрасте.

7.3.3 При приготовлении бетона RCC должен использоваться один из следующих видов цемента, соответствующий техническим условиям качества, согласно положениям стандарта SM SR EN 197-1:

CEM I 32.5R
CEM I 42.5R.

7.3.4 Рекомендуется снабжение строительной площадки от одного цементного завода.

7.3.5 Запрещается использовать цемент при его температуре выше $+50^{\circ}\text{C}$.

7.3.6 Срок хранения цемента не должен превышать 45 суток со дня отгрузки изготовителем.

7.3.7 Цемент, оставленный на хранение в течение более длительного времени, нельзя будет использовать до тех пор, пока не будет проверена сохранность и механическая 2-х дневная прочность.

Цементы, механическая прочность которых будет ниже пределов, установленных для соответствующего класса, должны быть деклассированы и использоваться только в соответствии с новым классом.

Цемент, который считается деклассированным, должен быть вывезен, его использование при приготовлении бетонов запрещено.

7.3.8 Каждая партия поставляемого материала должна сопровождаться декларацией о характеристиках или другими документами (знак соответствия SM/CE и сертификат соответствия заводского производственного контроля).

7.3.9 При поставке характеристики цемента проверяются, согласно пункта 7.3.1, у каждого 100 т поставленного вяжущего.

7.3.10 Физико-механические характеристики цементов, применяемых при изготовлении RCC смесей, должны соответствовать требованиям, представленным в таблице 9.

Таблица 9 – Цемент, используемый при изготовлении RCC смесей

Физические свойства	CEM I 32,5R	CEM I 42,5R	Метод испытаний
Схватывание не ранее, мин.	≥ 75	≥ 60	SM EN 196-3
Застывание (расширение), мин.	≥ 10	≥ 10	SM EN 196-3
Прочность на сжатие мин. в возрасте:			
2 дней МПа	≥ 10	≥ 20	SM EN 196-1
28 дней МПа	≥ 32,5...≤52,5	≥ 42,5...≤62,5	
Потери при кальцинировании	≤ 5.0 %	≤ 5.0 %	SM SR EN 196-2
Нерастворимый остаток	≤ 5.0 %	≤ 5.0 %	
Содержание сульфатов (как SO ₃)	≤ 3,5 %	≤ 4,0 %	
Содержание хлорида	≤ 0,10 %	≤ 0,10 %	

7.3.11 Цемент, любого допустимого типа, выполняет двойную функцию: связывает смесь при отверждении и действует как микрозаполнитель, образуя плотную матрицу. Цемент должен соответствовать SM SR EN 197-1. Существует ряд типов цемента, которые можно использовать с указанным минимальным содержанием цемента (таблица 10).

Таблица 10 - Варианты цементных смесей и минимальное содержание цемента

Цемент и комбинации	Минимальное содержание цемента или комбинации
(a) Портландцемент CEM I в соответствии с SM SR EN 197-1	270 кг/м ³
(b) Шлакопортландцемент CEM II/A-S и CEM II/B-S в соответствии с SM SR EN 197-1	270 кг/м ³
(c) Портландцемент с золой уноса CEM II/A-V и CEM II/B-V в соответствии с SM SR EN 197-1	
(d) Пуццолановый цемент CEM IV/A (V) в соответствии с SM SR EN 197-1 (см. Примечание 1).	
(e) Комбинация портландцемента CEM I, соответствующая SM SR EN 197-1, с содержанием золы уноса не более 35% для использования в качестве вяжущего компонента в конструкционном бетоне, соответствующем SM SR EN 450-1 (см. Примечание 2.)	
Примечание 1 - CEM II/A-V имеет максимальное содержание кремнистой летучей золы 20 %. CEM II/B-V имеет максимальное содержание кремнистой летучей золы 35%. CEM IV/A (V) имеет максимальное содержание кремнистой летучей золы 35%. Примечание 2 - Кремнийсодержащая зола, соответствующая стандарту SM EN 14227-4, может использоваться, если она соответствует требованиям по прочности на сжатие указанным в таблице 11.	

Таблица 11 - Требования по прочности на сжатие комбинаций

Класс прочности комбинации	Ранняя прочность		Стандартная прочность	
	2 дня Н/мм ²	7 дней Н/мм ²	28 дней Н/мм ²	
32,5 L	-	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5
32,5 N	-	≥ 16,0		
32,5 R	≥ 10	-		
42,5 L	-	≥ 20	≥ 42,5	≤ 62,5
42,5 N	≥ 10	-		
42,5 R	≥ 20	-		

7.4 Вода затворения

7.4.1 Для приготовления бетонной смеси используют воду, удовлетворяющую требованиям SM SR EN 1008.

7.4.2 Водопроводную питьевую воду можно использовать без проверки, так как она не содержит ничего, что может отрицательно сказаться на характеристиках смеси. Вода из других источников должна быть проверена в соответствии с SM SR EN 1008.

7.4.3 При использовании на строительной площадке следует избегать загрязнения воды моющими средствами, органическими веществами, маслами, глинами и т.п.

7.5 Химические добавки

7.5.1 Общая пригодность химических добавок должна соответствовать SM SR EN 934-2+A1.

7.5.2 Химические добавки для бетона, не указанные в SM SR EN 934-2+A1 (например, добавки для улучшения прокачиваемости насосом), должны удовлетворять общим требованиям SM SR EN 934-1 и нормативной документации, действующей на месте применения.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 - В SM SR EN 934-1 общие требования приведены в Таблице 1, статьи 5 и 6.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 - Совместимость добавок с используемыми цементами должна быть проверена предварительными испытаниями.

7.5.3 Добавки, используемые в традиционном бетоне, можно использовать в RCC с уточнением дозировок. RCC обычно не требует добавок, за исключением замедлителей схватывания, при транспортировке на большие расстояния для увеличения удобоукладываемости смеси.

7.5.4 Каждая партия добавок должна сопровождаться декларацией о характеристиках, знаком соответствия CE и, в зависимости от обстоятельств, сертификатом соответствия контроля продукции с завода или протоколами испытаний, подтверждающими качество материала, выданными аккредитованной/авторизованной лабораторией.

7.5.5 Складирование и хранение добавок должно производиться в оригинальной упаковке и в сухих помещениях (защищенных от влаги).

7.5.6 Вместимость склада будет рассчитана на количество, необходимое минимум на 3 производственных дня.

7.6 Минеральные добавки (включая наполнители и пигменты)

7.6.1 Общая пригодность для использования порошкообразных минеральных добавок (минеральных наполнителей и пигментов) соответствует CP H.04.04 и SM EN 206+A2.

7.6.2 Для приготовления бетонной смеси обычно применяют добавки I-го типа:

- a) минеральные заполнители в соответствии с SM SR EN 12620+A1 или SM EN 13055;
- b) пигменты согласно SM EN 12878; для RCC только пигменты категории B.

7.6.3 Для приготовления бетонной смеси применяют наполнители II-го типа:

- a) золу-уноса согласно SM SR EN 450-1;
- b) микрокремнезем в соответствии с SM SR EN 13263-1+A1.

7.6.4 Указанные добавки можно использовать, если полученная комбинация вяжущего соответствует требованиям к прочности на сжатие, указанным в таблице 11.

8 Проектирование смеси RCC. Технические условия

8.1 Основные положения

8.1.1 Проектирование смеси RCC должно осуществляться таким образом, чтобы достичь пригодную удобоукладываемость и требуемое качество после затвердевания. Для достижения пригодной удобоукладываемости необходима устойчивость к сегрегации материалов, а также требуемая ровность и достаточное уплотнение машинами для укладки. Кроме того, после затвердевания должны быть обеспечены: требуемая прочность, высокая долговечность и износостойкость.

8.1.2 По сравнению с обычным бетоном, RCC имеет более низкое содержание воды и цементного раствора, более высокое содержание мелких частиц и обычно не содержит вовлеченного воздуха.

8.1.3 Цемент и, при наличии, добавки, должны обеспечивать требуемую прочность на сжатие, и достаточное количество вяжущего для покрытия частиц заполнителя и создания закрытой структуры. Слишком много цементной пасты в RCC приводит к образованию волны перед колесом катка.

8.1.4 Правильное соотношение материалов имеет решающее значение для производства качественных смесей RCC. В процессе проектирования смеси следует использовать не метод проб и ошибок, а скорее научный и систематический подход, учитывающий желаемые технические свойства, строительные и экономические требования.

8.1.5 Основные факторы, влияющие на подбор смеси, показанные на Рисунке 5, необходимы для обеспечения долговечности RCC.



Рисунок 5 - Факторы, учитываемые при подборе смеси RCC

8.1.6 Существует много методов дозирования смеси успешно используемых во всем мире для RCC, поэтому трудно определить один стандартный метод. Однако наиболее распространенные методы дозирования смеси представляют собой вариации следующих двух общих подходов:

- 1) Подход уплотнения грунта: подход цемент-заполнитель, при этом смесь определяется оптимальным содержанием влаги и максимальной плотностью в сухом состоянии.
- 2) Подход консистенции или удобоукладываемости: подход В/Ц отношение, при котором консистенция поддерживается постоянной, а смесь определяется по абсолютному объему.

8.1.7 Любая из признанных методик дозирования смеси, должна:

- содержать достаточный объем пасты для покрытия заполнителей и заполнения пустот между ними;
- обеспечить требуемую механическую прочность и упругость;
- обладать удобоукладываемостью, которая позволяет достичь требуемую плотность;
- обеспечить прочность, достаточную для данной среды;
- содержать цемент, соответствующий требуемой прочности;
- содержать количество влаги достаточное для обеспечения надлежащего уплотнения и распределения цементной пасты;
- соблюдать баланс между мелким и крупным заполнителем, для достижения оптимальной плотности, обеспечивая при этом гладкую и плотную поверхность;
- содержать комбинацию материалов, которая обеспечит самые низкие цены, при достижении требуемых качеств.

8.2 Методы проектирования смесей RCC

8.2.1 Метод 1 - Дозирование смеси RCC для удовлетворения установленных пределов консистенции

Этот метод требует, чтобы каждый конкретный компонент смеси был оптимизирован для достижения желаемых свойств свежего и затвердевшего бетона RCC. Чтобы определить необходимый минимальный объем раствора готовится ряд пробных смесей раствора с различными водоцементным и пескоцементном отношением, измеряя плотность каждой смеси. Для каждого установленного В/Ц отношения определенное отношение песок/цемент даст оптимальную плотность смеси. Соотношение вода/цемент выбирается в соответствии с требуемой расчетной прочностью. Когда соотношения вода/цемент и песок/цемент определены, пропорции крупных и мелких заполнителей корректируются до достижения требуемой консистенции.

8.2.2 Метод 2 - Дозирование RCC основанное на модели твердой суспензии

Этот метод используется для определения дозирования каждого из сухих твердых заполнителей, которое оптимизируют плотность упаковки данной сухой смеси RCC. Используя эту оптимальную плотность упаковки, можно рассчитать количество воды, необходимое для полного заполнения пустот между сухими частицами.

Основное преимущество модели твердой суспензии заключается в том, что ее можно использовать для быстрого пересчета оптимального дозирования смеси RCC без необходимости приготовления большого количества лабораторных испытательных образцов.

8.2.3 Метод 3 - Подбор состава RCC основанного на методе оптимального объема пасты

Этот метод основан на представлении о том, что в оптимальной смеси RCC должно быть ровно столько пасты, чтобы полностью заполнить пустоты, оставшиеся после того, как зернистый скелет достигнет максимальной плотности при уплотнении. Если использовать меньше пасты, оставшиеся после уплотнения пустоты могут снизить механические свойства и увеличить водопроницаемость.

8.2.4 Метод 4 - Подбор состава RCC основанного на методе уплотнения грунта

Метод уплотнения грунта является наиболее широко используемым методом дозирования RCC смеси. Этот метод дозирования включает установление взаимосвязи между плотностью и содержанием влаги в смеси RCC для получения максимальной плотности путем уплотнения образцов в диапазоне значений влажности. Способ проведения испытаний для этого метода представлен в SM EN 13286-4.

8.2.4.1 Метод уплотнения грунта состоит из следующих этапов:

- 1 Подбор гранулометрического состава заполнителей;
- 2 Подбор среднего содержания цемента;
- 3 Построение графиков зависимости влажности от плотности;
- 4 Изготовление образцов для измерения прочности на сжатие;
- 5 Испытание образцов и выбор требуемого содержания вяжущего;
- 6 Расчет пропорций смеси.

8.3 Состав смесей RCC

8.3.1 Материалы, используемые при изготовлении смесей RCC, приведены в Главе 7.

8.3.2 Гранулометрия

8.3.2.1 Гранулометрия комбинированных заполнителей должна быть оптимизирована путем приближения к градации максимальной плотности для обеспечения устойчивости к сегрегации и удобоукладываемости. Области гранулометрических составов смесей заполнителей RCC представлены в таблице 12. Опции касаются смесей 0/16 и 0/22,4, которые являются подходящими для плотных толстых слоев, с одновременным уменьшением риска сегрегации, которая обычно связана с большими размерами заполнителя. Граничные кривые гранулометрического состава, как дополнение к критериям для заполнителей, изложены в SM SR EN 13242+A1.

Таблица 12 – Области гранулометрических составов смесей заполнителей RCC

Размер ячейки сита по SM EN 933-2, мм	Процент прохождения по массе			
	0/16		0/22,4	
	Минимум	Максимум	Минимум	Максимум
31,5	100	100	100	100
22,4	100	100	90	100
16	86	100	78	94
8	72	95	62	86
4	52	74	38	59
2	41	61	28	48
1	30	50	19	39
0,500	20	37	15	31
0,250	11	26	9	23
0,125	6	15	6	15
0,063	2	10	2	10

8.3.2.2 Для определения гранулометрического состава заполнителя может быть использована диаграмма, представленная на Рисунке 6.

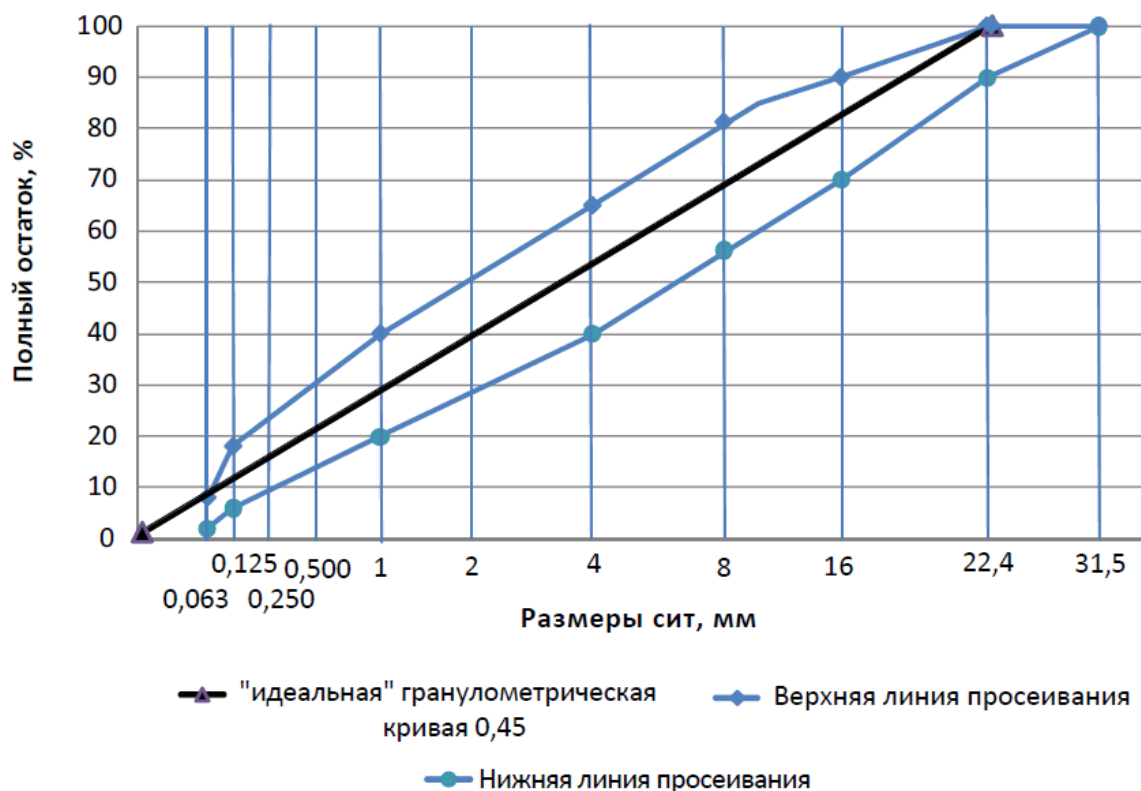


Рисунок 6 - Диапазон гранулометрического состава заполнителя

8.3.2.3 На Рисунке 6 показаны рекомендуемый диапазон гранулометрического состава RCC и "идеальная" гранулометрическая кривая 0,45 для максимального размера 22,4 мм. "Идеальная" гранулометрическая кривая 0,45 — это линия, которая проходит посередине области, ограниченной рекомендуемыми кривыми оптимального гранулометрического состава.

8.3.3 Содержание вяжущего

8.3.3.1 Оптимальное содержание вяжущего устанавливается путем предварительных лабораторных исследований аккредитированной/авторизированной специализированной

лаборатории.

8.3.3.2 Для слоев износа следует начинать с 11% -13 % содержания цемента без добавок.

8.3.3.3 Содержание цемента выражается в процентах от общего количества сухих материалов и рассчитывается по следующей формуле:

$$C_c = \frac{M_c}{M_c + M_a} \times 100 \quad (1)$$

где:

C_c – содержание цемента, %;

M_c – масса цемента, кг;

M_a – масса заполнителей в сухом состоянии, кг.

8.3.4 Водоцементное отношение

8.3.4.1 Водоцементное отношение в укатываемых бетонах для оснований не нормируется. Ориентировочный расход воды для RCC смесей на 1м³ следует назначать, кг (л):

- 120-145 – для щебеночных заполнителей с водопоглощением от 0,1 % до 2 %;
- 145-165 – для щебеночных заполнителей с водопоглощением от 2 % до 8%.

8.3.4.2 Для уточнения расхода воды для фиксированного процентного содержания цемента выбирается различное содержание воды и строится график зависимости влажности от плотности, аналогичный показанному на Рисунке 7. Для большинства заполнителей оптимальная влажность находится в пределах 5 до 8 процентов. Рекомендуется, чтобы содержание влаги варьировалось в пределах этого диапазона (Рисунок 7) или в пределах диапазона, выбранного на основе предыдущего опыта с испытанными заполнителями. Влажность рассчитывается по следующей формуле:

$$W = \frac{\rho_{ара}}{\rho_c + \rho_a} \times 100 \quad (1)$$

W – содержание воды, %;

$\rho_{ара}$ – плотность воды, кг/м³;

ρ_c – плотность вяжущих материалов, кг/м³;

ρ_a – плотность заполнителей в сухом состоянии, кг/м³.

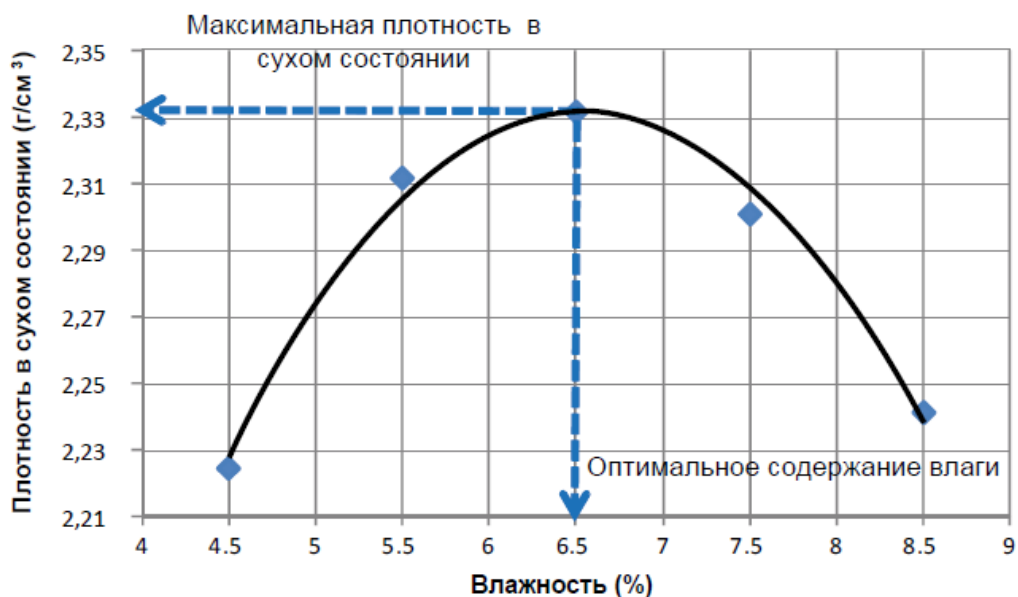


Рисунок 7 - График зависимости влажности от плотности, пример

8.3.4.3 Для каждого процента содержания цемента (не менее трех, например, 10 %, 12 % и 14 %), можно использовать модифицированный метод испытания Проктора (SM SR EN 13286-2) для определения максимальной плотности в сухом состоянии и оптимальной влажности. При использовании более слабых заполнителей следует применять стандартный метод Проктора (SM SR EN 13286-2), чтобы предотвратить раздробление заполнителей во время испытаний. Стандартный метод испытаний для определения консистенции и плотности бетона, уплотненного катками, с использованием вибростола, по SM SR EN 13286-50, является еще одним методом, который можно использовать для определения соотношения влажности и плотности RCC.

8.3.5 Изготовление образцов для измерения прочности на сжатие

8.3.5.1 Для каждого содержания цемента изготавливают образцы (SM EN 12390-1), для измерения прочности на сжатие, с использованием вибромолота, показанного на Рисунке 8 (SM SR EN 13286-51), или методом вибростола, показанного на Рисунке 9 (SM SR EN 13286-50). Все образцы должны формироваться при оптимальной влажности, соответствующей содержанию вяжущего вещества в смеси.



Рисунок 8 - Изготовление цилиндрического образца из смеси RCC с помощью вибромолота



Рисунок 9 - Изготовление цилиндрического образца из смеси RCC с помощью вибростола

8.3.6 Испытание образцов и выбор требуемого содержания вяжущего

Образцы испытывают для определения прочности на сжатие при выбранном содержании цемента. По полученным данным строится кривая зависимости прочности на сжатие от содержания цемента, как показано на Рисунке 10. По этой кривой можно выбрать содержание цемента, соответствующее требуемой прочности.

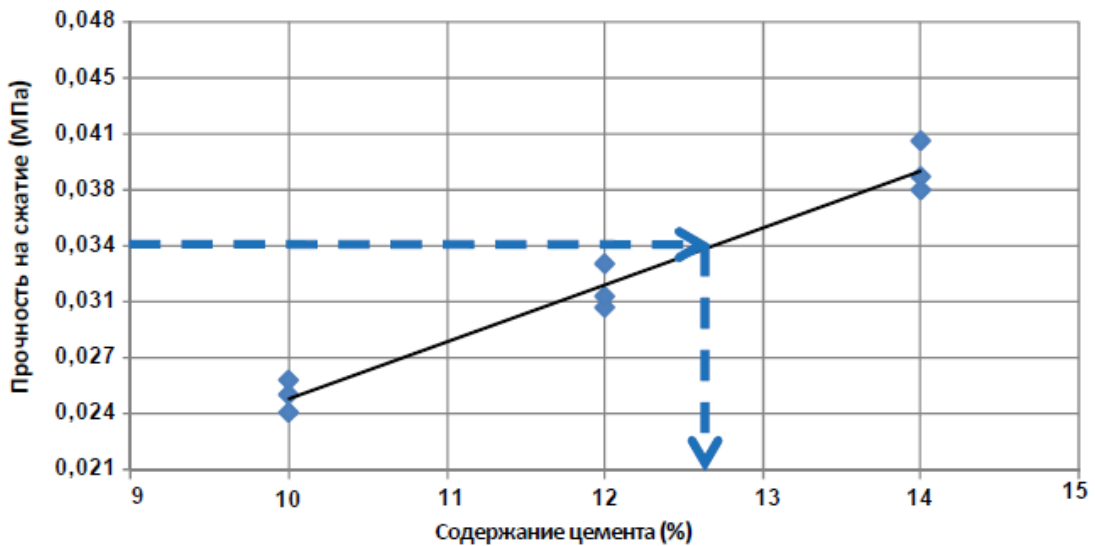


Рисунок 10 - График зависимости прочности от содержания цемента

8.3.7 Расчет пропорций смеси

8.3.7.1 Если требуемое содержание цемента значительно отличается от содержания цемента использованного во время испытаний, может потребоваться еще одно испытание отношения влажности к плотности для определения оптимального содержания воды при требуемом содержании цемента. Оптимальное содержание воды целесообразно оценивать интерполяцией, если процент оптимального содержания воды не сильно менялся в пределах диапазона содержания цемента, использованного во время испытаний.

8.3.7.2 После окончательного выбора содержания цемента и оптимального содержания воды можно рассчитать окончательные пропорции смеси для проекта. При определении веса и соответствующего объема следует использовать состояние насыщенной сухой поверхности заполнителей.

8.4 Физико-механические свойства смесей RCC

8.4.1 Физико-механические свойства смесей RCC должны определяться на образцах, изготовленных из смесей RCC, приготовленных в лабораторных условиях для определения дозровок и на образцах, отобранных из смесителя или из свежеложенного слоя, а также из слоев готового покрытия.

8.4.2 Отбор проб смеси RCC при выполнении работ, а также из готового слоя должен осуществляться в соответствии с SM EN 12350-1.

8.4.3 Физико-механические свойства смесей RCC должны соответствовать значениям, указанным в таблице 13.

Таблица 13 – Физико-механические свойства смесей RCC

№	Наименование	Значение	Метод испытания
1.	Удобоукладываемость: - осадка конуса, мм	0	SM SR EN 12350-2
	- степень уплотнения	1,11 ... 1,25	SM SR EN 12350-4
	- жесткость по Вебе, сек	15 - 30	SM SR EN 12350-3
2.	Влажная плотность кг/м ³	> 2400	SM SR EN 12350-6
3.	Содержание вовлеченного воздуха, % от объема	3,5 ± 0,5	SM SR EN 12350-7
4.	Содержание ионов хлора, % от массы цемента	0,40	SM EN 1744-1+A1
5.	Прочность на сжатие, 3 дня, МПа	10-40	SM EN 12390-3
6.	Прочность на сжатие, 28 дней, МПа	30-60	
7.	Прочность на изгиб, 3 дня, МПа	3-5	SM EN 12390-5
8.	Прочность на изгиб, 28 дней, МПа	4-6,5	

9 Приготовление, перевозка и укладка смесей RCC

9.1 Приготовление смесей RCC

9.1.1 RCC можно производить на любом заводе товарного бетона. Наилучшей является стационарная установка со смешиванием в центральном смесителе и выгрузкой непосредственно в транспортные средства без перемешивания. Поскольку объемы RCC могут быть большими, завод должен иметь достаточную мощность для поставок с необходимой скоростью, и рекомендуется иметь резервный завод.

9.1.2 RCC смешиваются смесителями периодического и непрерывного действия. Смесители периодического действия состоят из наклонных или горизонтальных стационарных барабанных и транспортных смесителей (автобетоносмесителей). Смесители периодического действия обычно используются для небольших проектов и производят RCC по одной партии за раз. После каждого цикла смешивания смеситель необходимо полностью опорожнять и повторно загружать материалы для следующей партии.

9.1.3 Смесители непрерывного действия включают смесительные установки с горизонтальным валом. Такие смесители обычно используются для более крупных проектов и производят RCC с постоянной скоростью. Материалы непрерывно вводятся с одного конца, а свежеперемешанный RCC выходит с другого конца.

9.1.4 Время смешивания зависит от составляющих материалов и их соотношения. Перед принятием решения о размере партии или времени смешивания для определенной смеси заполнителей важно провести стандартные испытания однородности бетона в передней и задней части партии, чтобы обеспечить общую однородность.

9.1.5 Смеситель с наклонным барабаном

9.1.5.1 Как правило, производительность смесителя периодического действия снижается примерно до 50–90 % при производстве RCC из-за высоких механических нагрузок на оборудование и риска расслоения заполнителя. Заполнители обычно хранятся в бункерах над бункером-дозатором, а цемент подается с помощью шнека.

9.1.5.2 Типичные заводы периодического действия показаны на Рисунке 11. Для каждой партии отвешивают указанное количество заполнителей и цемента. Вода добавляется через разбрызгиватель(и), установленный(ые) над смесителем, и затем компоненты RCC смешиваются в течение определенного периода времени.



Рисунок 11 - Смеситель с наклонным барабаном

9.1.6 Автобетоносмесители

9.1.6.1 Операции по перемешиванию партий сухой готовой смеси с помощью автобетоносмесителей представляют собой еще один способ производства RCC смесей. Несмотря на то, что они не такие быстрые, как смесители непрерывного действия или барабанные наклонные смесители, они широко доступны и используются для производства RCC.

9.1.6.2 Производительность автобетоносмесителей, перевозящих RCC, снижается примерно до 50 – 60 % производительности бетоносмесителей, перевозящих обычный бетон. Обычный объем смешивания составляет от 3,8 м³ до 4,6 м³ на 7,7 м³ загрузки. Время смешивания составляет приблизительно 1,3 мин/м³, а выгрузка в самосвал — около 1,3 мин/м³.

9.1.6.3 Хранение и взвешивание заполнителей, цемента, воды и добавок такие же, как и в стационарном смесителе периодического действия. Автобетоносмесители должны быть осмотрены, чтобы убедиться в отсутствии избыточных отложений или существенных повреждений ребер, которые могут помешать надлежащему смешиванию. Пандус или возвышение облегчают разгрузку в автосамосвал, как показано на Рисунке 12.



Рисунок 12 - Загрузка грузовиков из автобетоносмесителей

9.1.7 Установки непрерывного действия

9.1.7.1 В установку непрерывного действия материалы непрерывно подаются в смеситель с той же скоростью, с которой RCC выгружается. Эти смесители используются для более крупных проектов с RCC. Обычно они не опрокидываются и имеют смесительные камеры с винтовыми лопастями, вращающимися посередине барабана. Время смешивания регулируется наклоном барабана, который как правило составляет 15 градусов.

9.1.7.2 Для заводов непрерывного действия следует учитывать, что некоторый объем материала (от 0,8 м³ до 3,8 м³ или больше) может быть потерян вследствие остановки и перезапуска. Многие смесительные установки непрерывного действия могут быть остановлены в любой момент. При перезапуске RCC, полученный после длительного простоя, как правило, может не соответствовать требованиям проекта. Количество материала, потерянного после перезапуска, необходимо оценивать в каждом конкретном случае.

9.1.8 Передвижной цементобетонный завод

9.1.8.1 Передвижной цементобетонный завод представляет собой установку непрерывного действия. Он состоит из одного или двух питателей инертных материалов, цементного силоса с питателем, основной питающей ленты, системы подачи воды, мешалки, разгрузочной ленты и воронки на конце разгрузочной ленты. Если требуются дополнительные материалы, рядом с заводом можно разместить отдельный силос, а к смесителю можно подключить систему подачи.

9.1.8.2 Типичный передвижной цементобетонный завод показана на Рисунке 13. Заполнитель дозируется на основную ленту и транспортируется к смесителю, где добавляются вода и цемент. Материалы добавляются на основе расчетной скорости подачи в тоннах/час. Материалы поступают в смеситель с одного конца и транспортируются к другому концу лентой, которая движется через смесительную камеру с вращающимися лопастями. Общее время смешивания обычно колеблется от 10 до 30 секунд. Время смешивания не может быть отрегулировано для большинства смесителей непрерывного действия.



Рисунок 13 - Смеситель непрерывного действия (слева) и крупный план смесительной камеры (справа)

9.1.8.3 Для крупных проектов можно использовать смесители с горизонтальным валом (Рисунок 14), поскольку они могут производить большое количество материала и обеспечивают превосходное качество смешивания.



Рисунок 14 - Смеситель с горизонтальным валом (слева) и камера смешения крупным планом (справа)

9.1.8.4 Простым субъективным тестом для каждой загрузки RCC является «тест снежного кома». Это полезный способ позволяющий определить слишком сухую или слишком влажную загрузку. Используя водонепроницаемые перчатки, попробуйте слепить шарик из бетона. Если вы получаете стабильный шарик без тонкого слоя раствора на перчатках, RCC «почти хороший». Если вы не можете сформировать шарик или просто имеете сухой материал, RCC слишком сухой. Если вы не можете сформировать шарик и имеете нестабильный влажный материал, RCC слишком влажный.

9.2 Транспортировка на объект

9.2.1 RCC, как правило, перевозится на строительную площадку транспортными средствами без систем перемешивания, например самосвалы и грузовики. Самосвалы и грузовики должны быть защищены от неблагоприятных атмосферных условий (дождь, ветер, солнце)

9.2.2 Количество самосвалов, необходимых для перевозки бетона, должно быть определено таким образом, чтобы обеспечить непрерывную укладку произведенного количества бетона. Фактическое количество самосвалов превышает теоретическое количество на 10%.

9.2.3 Следует предпринять меры для предотвращения расслоения смеси RCC при загрузке грузовиков и транспортировке смеси. RCC должен быть загружен в грузовик равномерно по всей длине кузова: одна треть в передней части, треть в центре и треть в задней части (Рисунок 15). Следует также позаботиться о том, чтобы предотвратить расслоение при разгрузке в бункер асфальтоукладчика.



Рисунок 15 – Загрузка грузовых автомобилей смесью RCC

9.2.4 Удобноукладываемость RCC ухудшается со временем. Для надлежащей укладки бетонной смеси необходимо чтобы время транспортировки - от смесительной установки до разгрузки в бункер асфальтоукладчика - было сведено к минимуму. Время транспортирования смеси RCC не должно превышать 60 минут.

9.2.5 Время транспортировки может быть увеличено до 90 мин., используя замедлители схватывания при контроле скорости испарения. Время транспортировки должно быть дополнительно сокращено, если температура окружающей среды составляет 27 °C или выше.

9.2.6 Время после выпуска смеси до ее окончательного уплотнения не должно превышать 120 минут.

9.2.7 При транспортировании смеси в сухую погоду ее необходимо предохранять от потери влаги, а в сырую - от переувлажнения.

9.3 Подготовка нижележащего (подстилающего) слоя

9.3.1 RCC смесь укладывают на хорошо уплотненный, спланированный и тщательно очищенный нижележащий слой дорожной одежды.

9.3.2 Не допускается устраивать основание из укатываемого бетона на переувлажненных и не оттаявших нижележащих слоях дорожной одежды.

9.3.3 Подстилающий слой должен быть равномерно уплотнен до минимум 95% от максимальной сухой плотности в соответствии с требованиями нормативных документов. Подстилающий слой для дорожных покрытий RCC должен быть достаточно жесткими, для обеспечения уплотнения дорожного покрытия. В рамках подготовки подстилающего слоя RCC любой неподходящий грунт или материал должен быть удален и заменен приемлемым материалом.

9.3.4 Соответствующая ровность подстилающего слоя является требованием для дорожных покрытий, с относительно жесткими допусками к ровности.

9.3.5 Поверхность подстилающего слоя должна иметь такие же уклоны в поперечном профиле и продольном профиле, что и поверхность цементобетонного покрытия из RCC.

9.3.6 Допустимая неровность поверхности слоев основания в продольном направлении, измеренная рейкой длиной 3 м и клином, составляет + 2 см, для слоев основания из балласта, щебня и механически укрепленных зернистых материалов и +1,5 см, из природных заполнителей,

стабилизированных гидравлическими или пуццолановыми вяжущими.

9.3.7 Допустимая неровность поверхности слоя фундамента в поперечном направлении, под 3-х метровой рейкой, будет отличаться на 0,5 см от допустимой для цементобетонного покрытия.

9.3.8 Допустимые неровности поперечного и продольного профиля укрепляемой поверхности существующего дорожного покрытия (асфальтобетонного или цементобетонного), предусмотрены действующими нормами и стандартами.

9.3.9 Поскольку RCC очень чувствителен к избыточной влаге, переувлажненные участки должны быть высушены, повторно уплотнены или удалены и заменены соответствующим материалом.

9.3.10 Во время укладки RCC подстилающий слой должны быть равномерно увлажнен, чтобы предотвратить отвод влаги из RCC.

9.3.11 Чтобы свести к минимуму риск повреждения из-за замерзания в раннем возрасте, RCC не следует укладывать при температуре окружающей среды ниже 5 °С.

9.3.12 Для предотвращения потерь влаги смесью и обеспечения качественного уплотнения перед укладкой подстилающий слой увлажняют:

- 0,25 л/м² – при температуре воздуха до плюс 25 °С;
- 0,4 л/м² – при температуре воздуха плюс 25 °С и выше.

9.3.13 Подстилающий слой должен быть проверен и одобрен до укладки RCC, на длину, соответствующую одному рабочему дню.

9.4 Экспериментальная укладка RCC

9.4.1 Перед началом работ Подрядчик в обязательном порядке должен произвести укладку RCC на экспериментальном участке длиной не менее 30 м и шириной не менее двух ширин асфальтоукладчика, чтобы проверить на месте, в текущих условиях, достижение требуемых характеристик уложенного RCC указанных в проекте, а также отрегулировать машины и механизмы для укладки RCC и, возможно, откорректировать состав RCC в пределах, установленных предварительным исследованием. В частности, должны быть проведены следующие мероприятия:

- проверка состояния подстилающего слоя (уплотнение, плотность, влажность);
- отбор проб и испытания всех материалов на соответствие применимым спецификациям и стандартам;
- проверка способности цементного завода производить однородную смесь RCC при требуемой производительности.
- проверка смеси на соответствие проектным требованиям;
- проверка соблюдения условий хранения, обработки и транспортировки RCC;
- подтверждение схемы уплотнения или количества проходов катком, необходимое для достижения заданной плотности;
- проверка расположения и времени укладки соседних полос и оценка качества швов (свежие или холодные швы);
- оценка методов отбора проб для подготовки цилиндрических образцов во время строительства;
- при необходимости, внесение окончательных изменений в смесь RCC;
- оценка качества и однородности поверхности;
- отбор проб для проведения испытаний в соответствии с требованиями проекта;
- регулировка выравнивающей плиты и трамбовочного/вибрационного бруса для получения необходимой толщины и идеальной поверхности;
- определение операций по отделке, устройству искусственной шероховатости поверхности и, в зависимости от обстоятельств, нанесения защитного средства, а также методов выполнения швов и времени их нарезки.

9.4.2 Часть выполненного участка, признанная наиболее качественной, будет служить эталонным участком для остальной части работы.

9.4.3 Характеристики, полученные на эталонном участке, должны быть зафиксированы в письменной форме, чтобы отслеживать качество работ, которые будут выполняться в последующем.

9.5 Укладка слоя из RCC

9.5.1 Распределение и укладка бетонной смеси может осуществляться различными машинами - бетоноукладчиками, экскаваторами, автогрейдерами, бульдозерами, погрузчиками определенного типоразмера и с соответствующим навесным оборудованием в зависимости от вида объекта (дорога, тротуар, площадка и др.), объема работ, требуемого срока выполнения и др.

9.5.2 Как правило RCC укладывают асфальтоукладчиком. Обычные асфальтоукладчики уплотняют RCC путем трамбования или вибрации. Комбинированные асфальтоукладчики уплотняют RCC комбинацией трамбовки и вибрации. Поскольку обычные асфальтоукладчики достигают от 80% до 85% проектной плотности, а комбинированные - > 90% проектной плотности, необходимо дальнейшее уплотнение. Комбинированные асфальтоукладчики необходимы для укладки толстых слоев RCC, но, когда они недоступны, используются обычные асфальтоукладчики для укладки двух слоев RCC толщиной от 100 до 150 мм вместо одного толстого слоя.

9.5.3 Асфальтоукладчик должен иметь достаточную производительность RCC для укладки, по крайней мере, в 1,5 раза превышающую номинальную производительность бетономешалки.

9.5.4 Чтобы предотвратить сегрегацию во время укладки, бункер асфальтоукладчика никогда не следует полностью опорожнять, боковые стороны бункера никогда не следует поднимать, а RCC всегда должен закрывать вал подающего шнека.

9.5.5 Операции по укладке RCC должны соответствовать требованиям по однородности поверхности и толщине подъема. Асфальтоукладчик обычно оснащен автоматическими устройствами контроля уклона, такими как передвижные лыжи или электронное устройство контроля уклона. Струну можно использовать для выравнивания или повышения гладкости дорожного покрытия, когда она устанавливается по обеим сторонам от первой полосы и по внешнему краю для последующих полос с использованием полученного края в качестве направляющей на другой стороне.

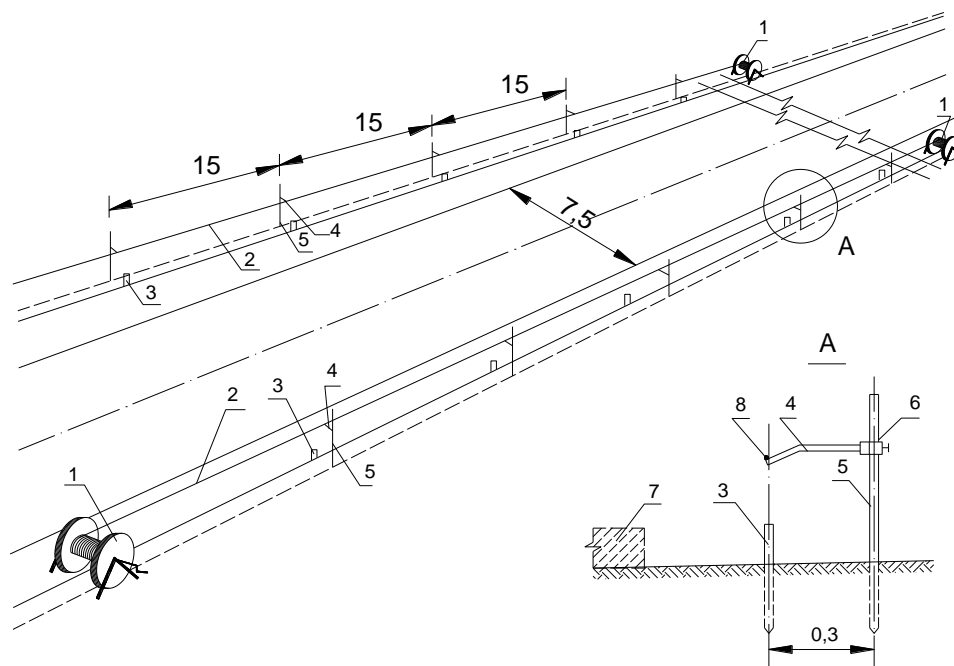
9.5.5.1 При укладке смеси RCC с использованием оборудования со следящей за высотными отметками системой, на всю длину захватки устанавливают стойки с натянутой копирной струной (Рисунок 16).

9.5.5.2 Стойки с копирными струнами для укладки укладываемой бетонной смеси устанавливают с двух сторон полосы.

9.5.5.3 При установке копирной струны выполняют следующие операции:

- разбивка створов установки копирной струны так, чтобы она находилась за габаритами работающего оборудования;
- установка стоек с поперечными штангами и струнами на расстоянии не более 15 м друг от друга на прямых участках и от 4 до 6 м на кривых;
- крепление натяжной лебедки анкерами в начале и конце каждого створа;
- натяжение копирной струны и установку струны в пазе штанги;
- расположение струны в соответствии с проектными отметками поверхности покрытия;
- проверка высотных отметок установки копирной струны с использованием нивелира;
- исправление обнаруженных дефектов установки копирной струны.

9.5.5.4 До установки копирной струны следует восстановить ось дороги с разбивкой устраиваемого слоя основания из RCC на продольные полосы.



1 – натяжной барабан и лебедка; 2 – копирная струна; 3 – нивелирный кольшечек;
4 – поперечная штанга; 5 – металлическая стойка; 6 – трубочина; 7 – устраиваемое основание;
8 – прорезь для струны

Рисунок 16 – Схематичный план участка установки копирных струн

9.5.5.5 Используя проектные отметки укладки слоя покрытия, вычисляют отметки покрытия на всех промежуточных точках установки стоек. Учитывая поперечный профиль, определяют отметки кромок устраиваемой полосы и отметки положения струны в зависимости от поперечного уклона и расстояния от струны до кромки полосы нижележащего слоя.

9.5.5.6 Для установки стоек в начале и конце участка разбивают поперечник, на котором на принятом расстоянии от продольной оси полосы устанавливают начальные и конечные стойки с кронштейном и поперечной штангой. Затем в створе с использованием теодолита устанавливают промежуточные стойки.

9.5.5.7 Высота расположения поперечной штанги должна находиться в пределах от 0,3 м до 0,6 м от поверхности слоя основания.

9.5.5.8 Поперечную штангу выставляют с использованием нивелира на вычисленную высотную отметку для данной точки и закрепляют трубочиной.

9.5.5.9 На расстоянии 10 м от стойки в начале участка на поверхности нижнего слоя закрепляют лебедку для натяжения копирной струны, на этом же расстоянии от конечной стойки в конце участка устанавливают анкер в слое основания. Между лебедкой и начальной стойкой, анкером и конечной стойкой устанавливают две промежуточные стойки с кронштейном и штангами, установленными по нисходящей к лебедке и анкеру для снятия нагрузки с начальной и конечной рабочих стоек, поперечных штанг. С барабана лебедки разматывают струну и закрепляют на анкере. Лебедкой натягивают копирную струну (металлический трос диаметром от 2 до 3 мм), расположенную на поверхности слоя основания, контролируя усилие натяжения копирной струны.

9.5.5.10 Натянутую копирную струну вставляют в паз (прорезь) поперечной штанги. Запрещается натягивать струну, вставленную в прорези поперечных штанг.

9.5.5.11 После установки натянутой копирной струны в паз поперечной штанги производят выравнивание струны в плане по теодолиту и проверку соответствия высотных положений поперечных штанг на стойках проектным данным.

9.5.5.12 Отклонение высотных отметок копирной струны от проектных не должно превышать ± 3 мм.

9.5.5.13 После завершения работ по устройству слоя из RCC копирные струны демонтируют.

9.5.6 Поддержание непрерывного движения асфальтоукладчика вперед помогает предотвратить образование неровностей на готовой поверхности дорожного покрытия. Непрерывное движение вперед достигается за счет балансировки скорости асфальтоукладчика с постоянной подачей смеси.

9.5.7 Если устройство слоя расчетной толщины невозможно, устраивают два слоя одинаковой толщины. Верхний слой следует укладывать в течение 60 минут после укладки нижнего слоя (хотя этот интервал зависит от смеси и условий окружающей среды), чтобы обеспечить адекватное сцепление между слоями.

9.5.8 Если верхний слой уложен более чем через 60 минут после укладки нижнего слоя, слои считаются частично скрепленными, что приводит к потере структурной прочности. В этом случае горизонтальная поверхность нижнего слоя перед укладкой верхнего слоя должна быть очищена струями воздуха или воды от мусора и пыли. Полное сцепление между слоями может быть достигнуто путем нанесения тонкого слоя раствора с высокой осадкой или затирки непосредственно перед укладкой верхнего слоя.

9.5.9 RCC укладывается и уплотняется, пока он еще свежий и пригодный для обработки, обычно в течение 60 минут после доставки. Это ограничение по времени для уплотнения бетона относится и ко времени между укладкой соседних полос, потому что область стыка обычно является последней частью полосы, подлежащей уплотнению. Время удобоукладываемости RCC соблюдается за счет оптимизации ширины укладываемой полосы и, что более важно, ее длины. Применение не менее двух асфальтоукладчиков в производственном потоке позволяет сократить временной интервал между укладкой двух соседних полос. В таких случаях количество RCC должно быть достаточным для работы обоих асфальтоукладчиков.

9.5.10 Все открытые поверхности RCC покрытий должны быть влажными до окончательного отверждения. Распыление тумана и применение замедлителей испарения являются экономичными и эффективными методами поддержания влажности без смывания мелких частиц и пасты с поверхности. Для покрытий из нескольких слоев края каждого слоя, а также поверхность покрытия должны поддерживаться во влажном состоянии до тех пор, пока на них не будут уложены второй слой RCC или пока не будет нанесен отвердитель. Отвердители, которые действуют как разрушители связи, не должны использоваться между слоями.

9.5.11 Бордюры, прикромочные лотки и прикромочные лотки дренажного типа могут быть установлены до и после укладки RCC. При их установке перед укладкой RCC они обеспечивают ограничение, способствующее уплотнению кромки дорожного покрытия. При установке после укладки RCC их высоту легче совместить с поверхностью покрытия из RCC.

9.5.12 Все технологические операции по укладке RCC представлены на Рисунке 17.



Рисунок 17 - Технологические операции по укладке RCC

9.5.13 Обочины устраивают после набора бетоном проезжей части прочности не ниже проектной.

9.6 Уплотнение

9.6.1 Этап уплотнения важен из-за его сильного влияния на плотность, прочность, проницаемость и ровности покрытия из RCC. Обычно RCC уплотняют 10-тонным двухбарабанным вибрационным катком сразу после укладки. Катки на пневмошинах также успешно используются, особенно для окончательного прохода, чтобы удалить поверхностные трещины и разрывы и обеспечить гладкую, плотную поверхность (Рисунок 18). Комбинированные вибрационные катки, оснащенные одним стальным барабаном и четырьмя шинами, установленными сзади, сочетают в себе преимущества обоих типов катков.



Рисунок 18 – Уплотнение RCC двухбарабанным вибрационным катком и катком на пневмошинах

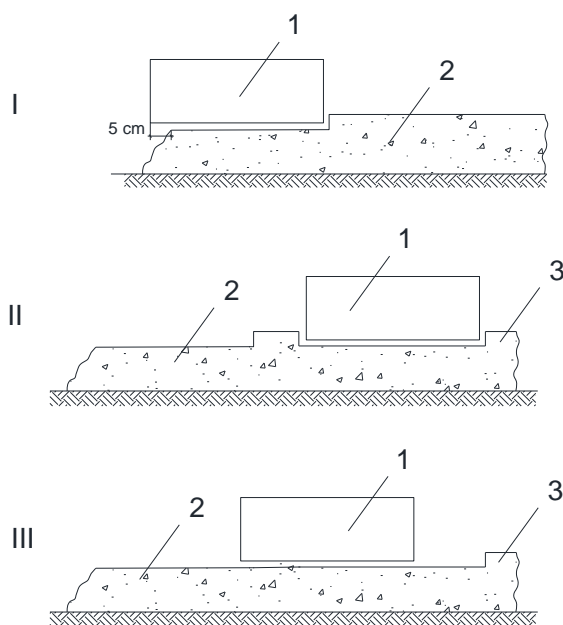
9.6.2 RCC следует уплотнять как можно скорее после его укладки, особенно в жаркую погоду. Как правило, уплотнение должно быть завершено в течение 15 минут после укладки и 45 минут после первоначального перемешивания. Если RCC уплотняется в возрасте более 30–45 минут при температуре смеси выше 21 °C может произойти снижение прочности.

9.6.3 Механизмы для уплотнения бетонной смеси следует выбирать из условия возможности уплотнения смеси преимущественно в один слой.

9.6.4 Уплотнение жесткой бетонной смеси осуществляется звеном катков.

9.6.5 Состав звена катков и режим их работы определяется пробной укаткой из условия обеспечения скорости движения потока, требуемой плотности и с учетом ограничений по времени, изложенных в пункте 9.6.2.

9.6.6 Уплотнение должно производиться от обочин к оси дороги, как показано на Рисунке 19. Вальцы катков в течение всего времени уплотнения смеси должны быть чистыми.



1 – валец катка; 2 – распределенная на всю ширину полосы смесь RCC;
3 – уплотненная часть

Рисунок 19 – Уплотнение первой уложенной полосы

9.6.7 До достижения требуемой плотности уплотнение производят по следующей схеме:

- a) первичное уплотнение.
 - первые 2 – 4 прохода осуществляются двухгладковальцовым катком массой от 6 до 7 т или 8 проходов – катком, имеющим один гладкий вибровал в статическом режиме (без вибрации);
- b) вторичное уплотнение проводится вслед за первичным уплотнением также с помощью вибрационного катка, использовавшегося во время первичного уплотнения, но с вибрацией для получения заданной степени уплотнения;
 - при первом проходе по всей ширине полосы ведущий валец катка должен располагаться впереди по ходу движения, а при последующих – сзади, каждый последующий проход должен перекрывать след от предыдущего на 10 % ширины ведущего вальца;
 - после завершения уплотнения без вибрации необходимо произвести уплотнение катком массой от 6 до 7 т за 4 – 6 проходов с вибрацией, причем первые 2 – 3 прохода должны осуществляться при частоте вибрации 30 Гц и с максимальной амплитудой, а последующие – при частоте вибрации от 45 до 50 Гц и с минимальной амплитудой;
- c) завершающее уплотнение
 - производят пневмокотком массой от 8 до 20 т по той же схеме движения, за 6 – 8 проходов по одному следу с вибрацией, причем первые 3 – 4 прохода производятся при частоте вибрации от 30 до 35 Гц, а последующие – при частоте вибрации от 45 до 50 Гц.

9.6.8 При использовании катка на пневматических шинах массой от 20 до 24 т для окончательного уплотнения необходимо осуществлять 8 – 10 проходов по одному следу.

9.6.9 Уплотнение гладковальцовым вибрационным катком массой от 9 до 10 т происходит по следующей схеме: первые 3 – 4 прохода – без вибрации, следующие 8 – 10 проходов – с вибрацией, причем первые проходы производятся с включенным вибровалом при частоте от 30 до 35 Гц, а последующие – при частоте вибрации от 40 до 45 Гц.

9.6.10 Скорость движения при уплотнении должна быть для: катков массой от 6 до 7 т без вибрации - от 2 до 4 км/ч, той же массы, но с вибрацией - от 1,5 до 2 км/ч; катков массой от 12 до 16 т с вибрацией - от 2 до 3 км/ч; катков на пневматических шинах - от 5 до 8 км/ч; катков массой от 9 до 10 т без вибрации - от 2 до 3 км/ч, той же массы, но с вибрацией - от 1,5 до 2 км/ч.

9.6.11 В процессе уплотнения катков с включенными вибраторами останавливать не

разрешается. Вибраторы выключают на расстоянии 2,0 м до остановки катка. В противном случае на поверхности слоя образуются просадки. Машинист катка должен регулировать скорость движения катка, а также амплитуду и частоту колебаний вальца.

9.6.12 Оптимальная длина захватки для уплотнения слоя основания должна составлять от 20 до 30 м, так как между приготовлением и уплотнением бетонной смеси должно пройти максимум 2 часа.

9.6.13 Во время уплотнения жесткой бетонной смеси катки должны быть в непрерывном и равномерном движении. Запрещается останавливать катки на неуплотненном слое или резко менять направление движения.

9.6.14 Включение-выключение вибрации и реверс следует производить за пределами уплотняемой полосы при движении катка. В исключительных случаях при необходимости остановки катка на уплотняемом слое следует предварительно выключить вибрацию за 2,0 м до полной остановки катка.

9.6.15 Очищать и увлажнять вальцы катка следует за пределами уплотняемого слоя.

9.6.16 Переезд катка с одной уплотняемой полосы на другую необходимо осуществлять только по ранее уплотненному участку.

9.6.17 Бетонную смесь уплотняют до плотности, характеризующейся коэффициентом уплотнения $K_{упл} = 0,98$ от полученной при подборе бетона. Ориентировочным признаком окончания уплотнения является отсутствие следа на поверхности слоя при проходе тяжелого катка.

9.6.18 Окончательное заключение о достигнутой степени уплотнения следует давать по результатам лабораторного контроля.

9.7 Устройство продольных строительных стыков

9.7.1 Продольные стыки образуются между соседними полосами в направлении укладки. Свежий строительный стык образуется между последовательными полосами укладки, когда временной интервал между укладкой и уплотнением полос достаточно короток, чтобы можно было уплотнить полосы вместе, образуя монолитное соединение (Рисунок 20). При отсутствии применения замедляющих добавок этот временной интервал обычно составляет 60 минут, в зависимости от смеси и условий окружающей среды.

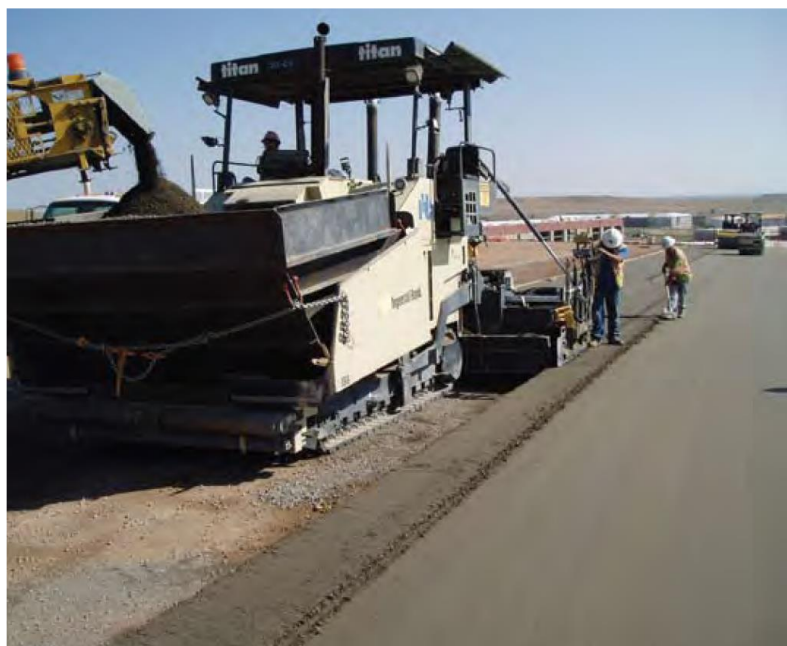
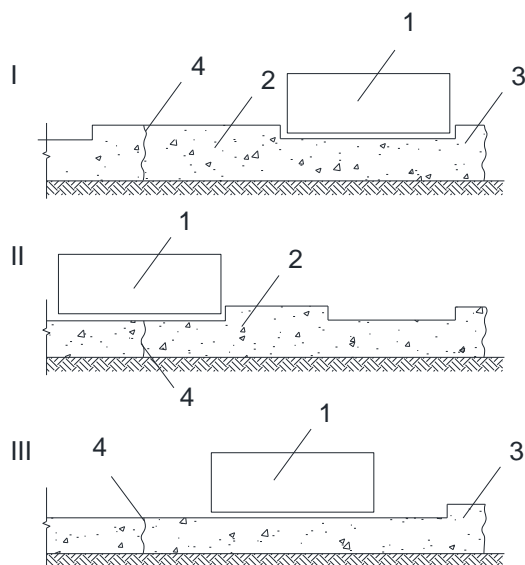


Рисунок 20 – Свежий продольный стык

9.7.2 Свежие продольные стыки

9.7.2.1 Свежие продольные стыки устраивают, оставляя неуплотненными от 30 до 45 см от края уложенной полосы, со стороны следующей полосы, подлежащей укладке (Рисунок 21).



1 – валец катка; 2 – свежеложенный RCC; 3 – неуплотненный продольный край шириной от 30 до 45 см; 4 – продольный свежий стык; I – III – этапы уплотнения свежеложенного бетона

Рисунок 21 - Устройство продольного свежего стыка

9.7.2.2 Неуплотненный край используется для установки толщины слоя на соседней полосе. Шов уплотняется путем центрирования роликового барабана над стыком и одновременного уплотнения краев соседних полос. При уплотнении свежего стыка может потребоваться больше проходов, чем при уплотнении средней части полосы, для достижения заданной плотности. Оставшаяся часть полосы уплотняется за два прохода в статическом режиме. Последующие проходы катков выполняются в вибрационном режиме.

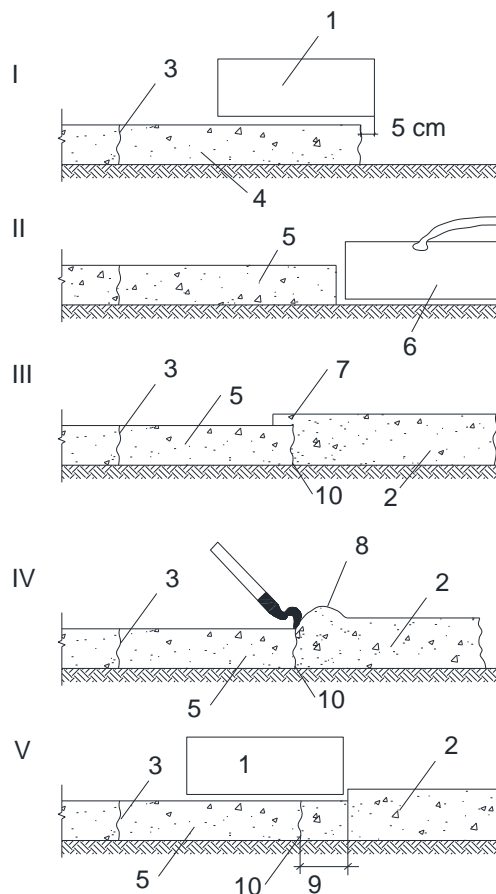
9.7.3 Холодные продольные строительные стыки

9.7.3.1 При укладке последующей полосы более чем через час после укладки соседней полосы устраиваются холодные продольные строительные стыки. В большинстве случаев их устройство заранее планируются, а полоса уплотняется по всей ширине. Холодные стыки обычно образуются путем обрезки внешнего края полосы укладки с помощью пилы по бетону и укладки следующего слоя вплотную к полученному чистому вертикальному краю (Рисунок 22).



Рисунок 22 - Готовый холодный строительный продольный стык

9.7.3.2 Как показано на Рисунке 23, уплотнение начинается с внешней кромки полосы, в результате чего уплотненная толщина на 2,5 см - 5 см ниже, чем неуплотненная RCC. Когда операции по уплотнению завершены, край обрезается пилой на всю толщину полосы и на расстоянии не менее 15 см от края. Перед укладкой новой полосы RCC вертикальную поверхность необходимо очистить струей воздуха или воды. Если поверхность очищается воздухом, перед укладкой RCC поверхность необходимо увлажнить, чтобы предотвратить вытягивание влаги из нового RCC.



- 1 – валец катка; 2 – слой из свежеложенного RCC; 3 – продольный свежий стык;
 4 – уплотненный бетон; 5 – затвердевший бетон; 6 – нож грейдера;
 7 – перекрытый (на ~7 см) холодный стык свежим бетоном;
 8 – перемещение свежеложенного бетона за пределы холодного стыка;
 9 – уплотнение свежеложенного бетона над холодным стыком;
 10 – холодный стык; I – V – этапы устройства холодного стыка

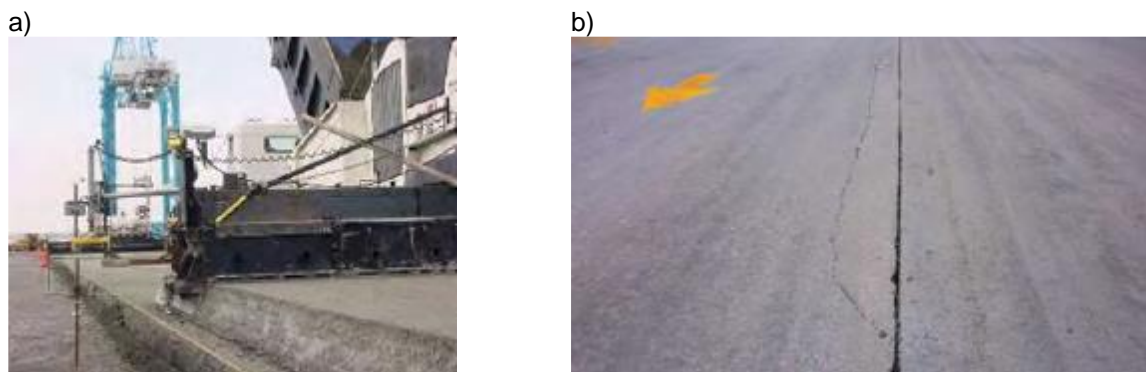
Рисунок 23 - Устройство продольного холодного стыка

9.7.3.3 При распределении бетонной смеси на второй полосе, в примыкающей зоне, бетонная смесь перекрывает полосу затвердевшего бетона на ширину от 7,5 до 8,0 см (см. Рисунок 23, этап III). На этой полосе смесь вручную перемещают в сторону свежеложенного бетона, образуя валик (см. Рисунок 23, этап IV), и затем катком (с выключенным вибратором) уплотняют шов за 2 – 3 прохода, захватывая полосу свежеложенного бетона шириной 30 см (см. Рисунок 23, этап V).

9.7.3.4 Свежий материал нанесенный поверх существующей, затвердевшей до уплотнения, поверхности никогда не следует оставлять так как, этот материал, скорее всего, отслоится в более позднем возрасте.

9.7.3.5 Альтернативой обрезке края является установка башмака для укладки на асфальтоукладчик (Рисунок 24, а). Башмак служит скользящей опалубкой и обычно устанавливается под углом от 15 до 30 градусов относительно вертикальной оси, удерживая кромку на месте. Уплотнение осуществляется по всей ширине уложенной полосы, в том числе и

по краю. Эта практика экономит время и затраты на распиловку. Однако при этом, в верхнем слое соседней полосы возможно появление отраженных трещин (Рисунок 24, b)), из-за частичного сцепления между нижним и верхним слоями.



a) – башмак для укладки, используемый при устройстве второго слоя; b) – продольная трещина от стыка первого слоя, отражающаяся через соседнюю полосу движения

Рисунок 24 - Устройство холодного продольного стыка без обрезки и его дефекты

9.7.3.6 Для предотвращения раскрашивания и случайного растрескивания нарезаются продольные швы. Глубина нарезки должна составлять 1/4 глубины дорожного слоя. Как правило, благодаря скорости и удобству, применяются тонкие пилы для сверх раннего прорезания. Нарезку можно начинать уже через 1-4 часа после окончательного уплотнения. Глубина пропила для сверхраннего прорезания колеблется от 2,5 до 3,2 см, независимо от толщины дорожного слоя.

9.8 Устройство поперечных строительных стыков

9.8.1 Поперечные строительные или рабочие стыки (Рисунок 25) устраиваются на концах укладываемой полосы перпендикулярно направлению укладки, в конце рабочей смены. Свежие поперечные строительные стыки обычно отсутствуют в покрытиях RCC, поскольку строительство останавливается после того, как проложена полоса определенной длины.

9.8.2 Поперечные строительные стыки устраиваются с помощью металлических упорных конструкций на всю ширину и высоту укладываемого слоя. Допускается устраивать рабочий шов с применением опалубки из деревянных упорных досок.

9.8.3 Металлические конструкции или упорные доски следует закреплять штырями к нижележащему слою для исключения их смещения. Вдоль рабочего стыка смесь дополнительно уплотняют трамбовками с отделкой поверхности вручную, подсыпая смесь на полосе шириной до 0,5 м. В начале следующей смены доску следует убрать и смесь уложить в стык к ранее уложенной.

9.8.4 Как правило, рабочие стыки должны совпадать с предусмотренными проектом швами сжатия.

9.8.5 Допускается в конце смены производить раскатку бетона с устройством пандуса с последующей обрезкой бетона нарезчиком швов и организацией рабочего шва на всю проектную толщину и ширину сечения.

9.8.6 Большинство поперечных строительных стыков являются холодными (Рисунок 25, a) и образуются путем разрезания концевых пандусов полностью уплотненного бетона бетонной пилой надлежащего класса. Край должен быть чистым и вертикальным, без признаков растрескивания.

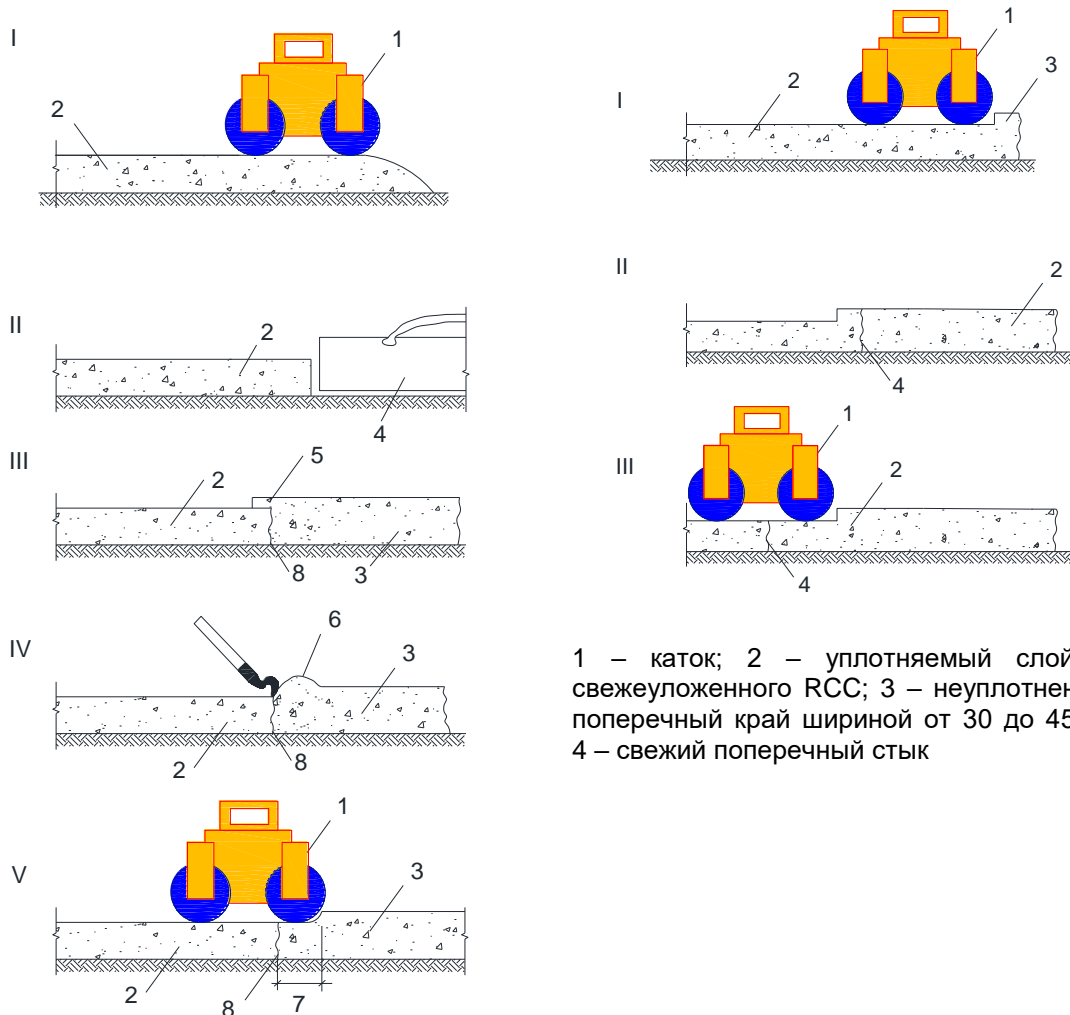
9.8.7 Когда укладка возобновляется, новая RCC укладывается напротив поперечного строительного стыка и слегка перекрывается, чтобы обеспечить разумное «скатывание» во время уплотнения. Когда перекрывающий материал остается поверх кромки старого затвердевшего конструктивного шва, в более позднем возрасте может произойти нежелательное выкрашивание и растрескивание. Поэтому перекрывающий материал всегда должен быть

удален до того, как будет уплотнен шов.

9.8.8 Поперечные строительные стыки могут быть свежими и выполняются, как показано на Рисунке 25, b).

a) устройство холодного поперечного стыка

b) устройство свежего стыка



1 – каток; 2 – уплотняемый слой из свежеложенного RCC; 3 – неуплотненный поперечный край шириной от 30 до 45 см; 4 – свежий поперечный стык

1 – каток; 2 – уплотняемый слой из свежеложенного RCC; 3 – слой из свежеложенного RCC; 4 – нож грейдера; 5 – перекрытый (на ~7 см) холодный стык свежим бетоном; 6 – перемещение свежеложенного бетона за пределы холодного шва; 7 - уплотнение свежеложенного бетона над холодным стыком; 8 - холодный стык

Рисунок 25 - Устройство поперечных строительных стыков

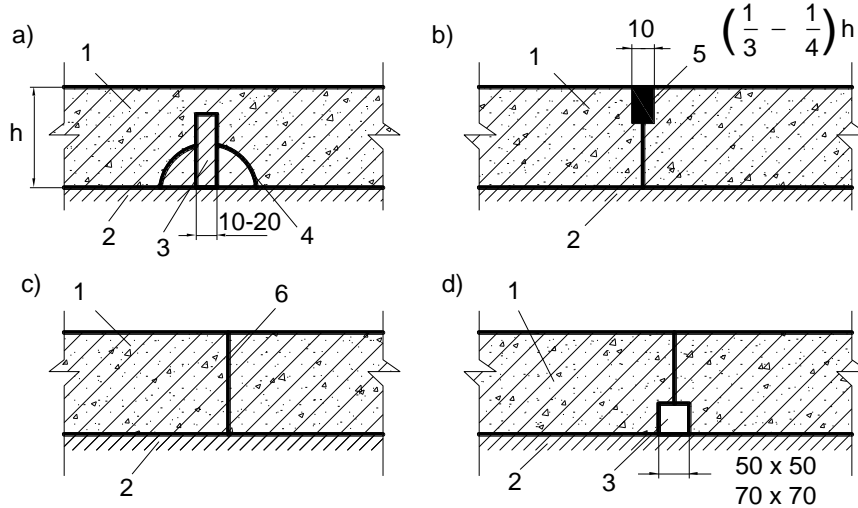
9.9 Устройство поперечных деформационных швов

9.9.1 Устройство, в основаниях и покрытиях из RCC, швов сжатия для предотвращения случайного растрескивания не обязательно благодаря тому, что усадка и, следовательно, ширина раскрытия трещин минимальны. Трещины обычно образуются на расстоянии от 6,1 до 18,3 м, в зависимости от свойств RCC и толщины дорожного покрытия. Исходя из этого, в случае устройства слоев RCC низкой стоимости, на менее значимых автомобильных дорогах, допускается исключить нарезку поперечных швов.

9.9.2 При устройстве деформационных швов их положение должно быть указано на чертежах проекта.

9.9.3 Поперечные швы сжатия устраивают по следующим вариантам:

- a) с установкой деревянной прокладки в процессе бетонирования (Рисунок 26, а, d);
- b) с нарезкой паза шва в затвердевшем бетоне (Рисунок 26, b).



a, d - шов сжатия, устраиваемый в процессе бетонирования; b - шов сжатия с нарезкой паза в затвердевшем бетоне; c - рабочий шов; 1 - основание из укладываемого бетона; 2 - нижний слой основания; 3 - деревянная прокладка; 4 - фиксирующие скобы; 5 - шов, нарезанный в затвердевшем бетоне или организованный в свежеложенном бетоне и заполненный герметиком; 6 - обмазка битумом

Рисунок 26 - Конструкции поперечных швов:

9.9.4 При устройстве швов сжатия с установкой деревянной прокладки в процессе бетонирования следует перед распределением бетонной смеси RCC на технологическом слое при помощи фиксирующих скоб установить деревянную прокладку толщиной 10-20 мм и шириной, равной 2/3 толщины укладываемого слоя (Рисунок 26, а). В процессе эксплуатации дороги над прокладкой образуется трещина по типу ложного шва.

9.9.5 Швы сжатия с нарезкой выполняются сразу после окончательного уплотнения, путем нарезки пилой по бетону. Не рекомендуется осуществлять нарезку швов спустя несколько часов после уплотнения, так как к тому времени слой из RCC может накопить достаточные напряжения для образования трещин, и слишком поздняя нарезка швов не предотвратит появление этих трещин, смотри Рисунок 27.



Рисунок 27 - Пример, образования трещины вблизи шва сжатия, который был нарезан слишком поздно

9.9.6 Рекомендуется следующая технология устройства швов сжатия в слое RCC:

1. После укладки смеси асфальтоукладчиком, она слегка прикатывается. Веревку, толщиной примерно равной толщине полотна ручной пилы для бетона, натягивают и укладывают на место, где требуется шов, после чего прикатывают (Рисунок 28).



Рисунок 28 - Веревка прикатывается на месте образования деформационного шва.

2. Уложенная веревка используется для направления рабочего, который немедленно, используя пилу для сухой резки, нарезает шов глубиной около одной трети толщины слоя RCC (Рисунок 29).



Рисунок 29 - Ручная резка шва сжатия

3. Вырезанный шов заполняется вручную битумной эмульсией С40В4, соответствующей стандарту SM EN 13808, рисунок 30. Используется битумная эмульсия такого качества, поскольку ее вязкость подходит для ручной заливки.



Рисунок 29 - Ручная заливка шва битумной эмульсией

4. Окончательное уплотнение до требуемой плотности, Рисунок 31. Это окончательное уплотнение приводит к уменьшению ширины шва, и без битумной эмульсии, действующей в качестве разделителя, шов был бы полностью закрыт.

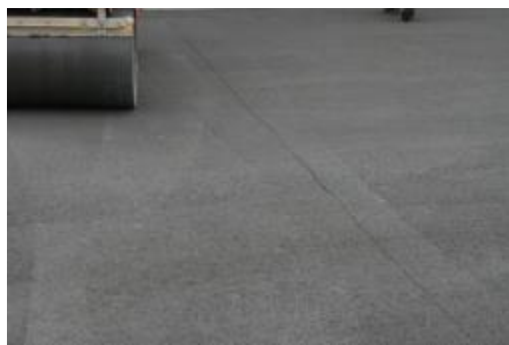


Рисунок 31 - Окончательное уплотнение для достижения необходимой плотности.

Существует запатентованное оборудование для автоматического проведения аналогичного процесса.

9.9.7 Поперечные швы обычно нарезаются на расстоянии 6 м – 8 м. Нарезку следует начинать, как только бетон станет достаточно твердым, чтобы противостоять выкрашиванию, вызванному распиловкой.

9.10 Уход за RCC

9.10.1 Уход за свежеложенным бетоном должен осуществляться сразу после окончания уплотнения и продолжаться до набора проектной прочности или до устройства покрытия.

9.10.2 Для ухода следует применять водоразбавляемый пленкообразующий материал, который должен наноситься на поверхность в два слоя с нормой расхода от 200 до 250 г/м² для каждого слоя. Второй слой должен наноситься после формирования пленки первого слоя (в пределах от 30 до 60 минут).

9.10.3 Пленкообразующий материал должен наноситься равномерно без пропусков по всей поверхности, включая боковые грани (Рисунок 32).



Рисунок 32 – Нанесение пленкообразующего материала

9.10.4 При нарезке швов на места, где пленка оказалась нарушенной, следует повторно нанести пленкообразующий материал.

9.10.5 Наиболее эффективно перекрывать основание из укатываемого бетона слоями асфальтобетона сразу после уплотнения и отделки поверхности укатываемого бетона с перерывом между укладкой слоев не более четырех часов, не допуская высыхания бетона. В этом случае уход за бетоном не производится.

9.10.6 Если по условиям производства работ перекрытие основания из укатываемого бетона сразу после его укладки невозможно, то устройство вышележащих слоев дорожной одежды разрешается производить при достижении бетоном прочности не менее 70 % от проектной.

9.11 Шероховатость и ровность поверхности

9.11.1 Готовая поверхность покрытия RCC обычно далека от ровности из-за использования катков со стальными вальцами для уплотнения бетона. Ровность поверхности проверяют линейкой или профилометром. Допустимые отклонения по трех или четырехметровой рейке обычно находятся в диапазоне от 6,4 мм до 9,5 мм. Ровность следует проверять как можно ближе к финишному катку, а любые чрезмерные изменения поверхности следует корректировать с его помощью. Особое внимание следует уделять ровности в районе свежих и холодных швов, потому что это критическая область для изменений ровности поверхности.

9.11.2 В случае несоответствия ровности после отверждения RCC установленным допускам следует провести шлифовку поверхности покрытия.

9.11.3 Одной из заключительных операций в технологическом процессе устройства цементобетонных покрытий дорог является текстурирование - придание поверхности бетона соответствующей текстуры. Это позволяет достичь более высокого коэффициента сцепления колес с дорогой, за счет увеличения шероховатости, повысить комфортабельность движения и снизить уровень шума вследствие трения шин.

9.11.4 Макрошероховатость RCC достаточна для низкоскоростных дорог. На высокоскоростных (более 50 км/ч) дорогах макрошероховатость должна быть устроена специально.

9.11.5 Макрошероховатость RCC может быть устроена следующими способами:

- a) на свежеложенном слое:
 - бетон с обнаженным заполнителем;
 - текстурирование поверхности джутовой тканью (мешковина),
 - с помощью специальных стальных щеток;
 - методом штамповки;
 - с помощью резинового ковра («искусственный газон») и др.
- b) на затвердевшем слое:
 - алмазное шлифование;
 - устройство поверхностной обработки;
 - устройство асфальтобетонного покрытия и др.

9.11.6 Выбор метода устройства шероховатого покрытия осуществляется заказчиком по предложению Подрядчика, на основании результатов лабораторных исследований и технико-экономических расчетов, если контракт не предусматривает другое.

9.12 Открытие дорожного движения

9.12.1 Основным преимуществом RCC по сравнению с традиционным цементобетонным дорожным покрытием является возможность открыть проезд транспорта в относительно раннем возрасте, когда прочность на сжатие достигает прочности по цилиндрическому образцу около 20 МПа.

9.12.2 Скорость набора прочности RCC в значительной степени зависит от ряда факторов:

- механические свойства RCC;
- прочность RCC;
- условия окружающей среды.

9.12.3 Из опыта известно, что прочность 20 МПа достигается примерно за 2 дня в теплую погоду и примерно за 4 дня в холодную погоду.

9.12.4 Движение пользователей по слою из укатываемого бетона, устроенному без технологического перерыва, разрешается после набора прочности указанной в пункте 9.12.1, однако это условие не относится к построенному транспорту.

9.12.5 До устройства обочины запрещается съезд с RCC и въезд на него со стороны боковых граней без устройства пандуса.

10 Пробный участок

10.1 Не менее чем за 30 дней до начала работ по укладке RCC должен быть уложен пробный участок с использованием предложенной смеси. Расположение пробного участка указывается на чертежах проекта или по согласованию. Пробный участок позволит подрядчику разработать и продемонстрировать предлагаемые методы приготовления смеси, транспортировки, укладки, уплотнения, отделки для придания ровности и шероховатости поверхности, отверждения и устройства строительных швов.

10.2 Пробный участок должен быть построен на уплотненном основании с использованием того же оборудования, материалов и методов строительства, которые будут использоваться в последующих работах.

10.3 При устройстве пробного участка проверяются предлагаемые технологические процессы и методы, которые позволяют установить, как минимум следующее:

- скорость и время доставки RCC;
- влажность при укладке однородно перемешанной смеси RCC, достаточную для уплотнения ее до требуемой плотности;
- возможность укладки RCC асфальтоукладчиком;
- схему уплотнения и количество проходов для достижения требуемой плотности;
- сроки завершения процесса;
- приемлемую шероховатость покрытия;
- метод формирования швов сжатия;
- метод формирования продольных швов;
- порядок ухода за покрытием.

10.4 В результате наблюдений и испытаний на пробном участке могут быть изменены предложенные технологические процессы и методы, если они не соответствуют установленным требованиям. Все наблюдения и испытания данного метода, проведенные на пробном участке, должны быть зарегистрированы, а предварительные технологические процессы и методы должны быть изменены, в соответствии с полученными результатами.

10.5 Отбор проб и испытания на пробном участке покрытия из RCC должны быть завершены до начала основных работ по устройству покрытия из RCC.

10.6 На пробном участке должны быть устроены как продольные, так и поперечные холодные, а также свежие стыки. Ширина пробного участка должна составлять не менее двух ширин асфальтоукладчика (от 3,5 до 4 м), каждая длиной минимум 15,0 м, причем 1,5 полосы укладываются в первый день, а оставшиеся — на следующий день. Особое внимание следует уделить устройству свежих и холодных швов.

10.7 На пробном участке уточняют схему уплотнения и количество проходов путем проведения лабораторных испытаний по определению плотности. Испытания проводят по обеим диагоналям пробного участка серией измерений плотности, начиная/заканчивая отступив по 300 мм от каждого угла, для оценки однородности уплотнения и достижения 98% плотности в свежеложенном состоянии.

10.8 По завершении пробного участка поверхность проверяется на ровность и наличие разрывов, и может быть взята проба для проверки плотности и связи между слоями.

10.9 Спецификация проекта должна включать данные, касающиеся испытаний, которые были проведены на пробном участке. Тип испытания, количество испытаний и расположение образцов для испытаний должны быть подробно описаны.

11 Контроль качества производства работ

11.1 Контроль качества производства работ по устройству покрытий и оснований из RCC такой же как и в случае обычного бетона, за некоторыми исключениями.

11.2 Контроль и испытания до начала строительства должны включать проверку качества

материалов; осмотр смесительной установки; калибровку установки; осмотр оборудования; калибровку испытательного оборудования; строительство, наблюдения и испытания на пробном участке. Испытательные лаборатории должны быть авторизированы/аккредитированы и иметь опыт или подготовку по проведению испытаний RCC, используемым для проекта RCC.

11.2.1 Испытания материалов. Процедуры отбора проб и определения соответствия компонентов RCC, таких как вяжущее, вода для затворения, заполнители и добавки, аналогичны процедурам для обычного бетона. Компоненты материала должны быть отобраны и установлены до начала размещения. Кроме того, все компоненты RCC должны соответствовать применимым стандартам или спецификациям проекта.

11.2.2 Пропорции смеси. После испытаний материалов проводятся исследования состава смеси, чтобы убедиться, что проектные требования по прочности, долговечности и другим свойствам могут быть выполнены.

11.2.3 Смесительная установка. Перед началом работ по укладке смесительная установка тщательно проверяется на соответствие спецификациям контракта.

11.2.4 Оборудование. Выбор смесителя и другого сопутствующего оборудования должен осуществляться подрядчиком/поставщиком на основе требуемых рабочих характеристик однородного продукта, масштаба проекта, наличия оборудования, экономических соображений и расстояния. Адаптация технологии производства RCC к местным условиям и местным материалам может привести к снижению затрат и улучшению качества смеси.

11.2.5 Калибровка испытательного оборудования. Все испытательное оборудование должно быть откалибровано в соответствии с установленными стандартами.

11.2.6 Основные виды, объем и методы контроля до начала строительства, касающийся используемых материалов представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Контролируемые параметры

Показатель	Величина показателя	Объем испытаний	Метод контроля
Наибольшая крупность заполнителей	22 мм	Для каждой партии, не реже одного раза в неделю	SM EN 933-1
Влажность заполнителей	Фактическая	Не реже одного раза в смену и после выпадения осадков	SM EN 1097-5
Удобоукладываемость (жесткость) бетонной смеси	40 – 80 с через 30 мин после окончания перемешивания смеси	Для каждой партии, не реже одного раза в смену	SM EN 12350-3
Прочность бетона на сжатие и растяжение при изгибе в возрасте 3, 7 и 28 суток и/или 90 суток	Фактическая и больше расчетной в возрасте установленном проектом	Не менее одной серии в сутки (3 цилиндра) на каждый возраст с применением коэффициента $K=1,325$	SM EN 12390-3 SM EN 12390-5
Морозостойкость	Не менее 50 циклов	Один раз в квартал	SM CEN/TS 12390-9

11.3 Во время строительства должны осуществляться регулярный контроль и испытания как материалов так и других показателей.

11.3.1 Во время строительства смесительная установка регулярно проверяется и при необходимости калибруется, чтобы гарантировать, что она производит смесь RCC в пределах допусков, указанных в спецификации контракта.

11.3.2 Испытания по определению гранулометрического состава заполнителей, испытания на общую влажность, испытания на плотность во влажном состоянии, испытания на плотность и влажность в полевых условиях, определение ровности поверхности, изготовление и испытание образцов в форме балок или цилиндров, а также калибровку установки выполняются с периодичностью, указанной в спецификациях контракта.

11.3.3 При необходимости ежедневно следует определять влажность мелкого и крупного заполнителей и вносить соответствующие изменения в количество воды для затворения.

11.3.4 Ситовой анализ комбинированных заполнителей обычно должен проводиться каждый день в начале смены. Образцы следует брать с конвейерной ленты до того, как цемент и зола уноса будут добавлены к комбинированным заполнителям.

11.3.5 Содержание влаги в RCC должно проверяться через частые промежутки времени во время производства RCC, по мере необходимости.

11.3.6 Перед укладкой RCC проверяется плотность слоя основания.

11.3.7 Во время работ асфальтоукладчик постоянно контролируют, чтобы убедиться, что он правильно отрегулирован, а его скорость такова, что поверхность укладываемого RCC гладкая и непрерывная, что укладываемый слой имеет требуемую толщину и после уплотнения соответствует требуемому классу уплотнения и ровности.

11.3.8 Ровность поверхности проверяют рейкой или профилометром. Приемлемые просветы под рейкой длиной 3 или 4 м обычно составляют от 6,5 до 9,5 мм. Ровность следует проверять как можно ближе к финишному катку, а любые чрезмерные изменения поверхности следует корректировать с его помощью. Особое внимание следует уделять ровности в местах расположения свежих и холодных швов.

11.3.9 Окончательная текстура поверхности покрытия из RCC обычно напоминает грубую текстуру поверхности асфальтового покрытия. Окончательная текстура поверхности должна быть в значительной степени лишена дефектов, указанных в Приложении С.

11.3.10 Укладка постоянно контролируется, чтобы гарантировать, что вся смесь RCC укладывается и уплотняется в течение установленного срока (обычно от 45 до 60 минут) и по схеме, при которой вода затворения из предыдущих укладок не влияет на укладку и уплотнение свежего RCC.

11.3.11 После первоначальной вибрационной прокатки завершаются предварительный осмотр и испытания на плотность, ровность и текстуру поверхности, а недостатки отмечаются и исправляются перед окончательной прокаткой. После устранения недостатков, прокатку продолжают до получения требуемой плотности.

11.3.12 Швы регулярно проверяется, чтобы убедиться, что все готовые швы имеют такую же текстуру, плотность и ровность, как и другие участки дорожного покрытия. Особое внимание следует уделить тому, чтобы все швы, холодные или свежие, были сформированы и уплотнены, как указано в проекте.

11.3.13 Требования, которые следует выполнять и контролировать во время строительства оснований и покрытий из укатываемого бетона приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Контроль во время строительства

№	Контролируемые параметры	Величина нормативных требований	Объем испытаний	Метод контроля
1	Продолжительность нахождения смеси в транспортном средстве, не более, при температуре воздуха, °С: - от 20 до 30 - менее 20	30 мин 60 мин	Каждую машину	Измерение времени
2	Удобоукладываемость бетонной смеси, не более	40 – 80 с	Не реже одного раза в смену и дополнительно при изменении удобоукладываемости	SM EN 12350-3

(продолжение следует)

Таблица 15 (окончание)

№	Контролируемые параметры	Величина нормативных требований	Объем испытаний	Метод контроля
3	Плотность смеси RCC	В соответствии с подбором состава бетона	Не реже одного раза в смену и дополнительно при изменении показателей	SM EN 12350-6
4	Прочность бетона по контрольным образцам (на сжатие и на растяжение при изгибе), твердеющим в нормальных условиях	Не ниже проектного класса бетона	Каждую смену	SM EN 12390-3 SM EN 12390-5
5	Морозостойкость бетона по контрольным образцам, твердеющим в условиях твердения конструкции	Не ниже проектного класса бетона	Не реже, чем один раз в 6 месяцев	SM CEN/TS 12390-9
6	Расстояние между стойками для копирной струны, не более: на прямых на криволинейных	15 м 4 – 6 м	При установке струны	Измерение рулеткой
7	Отклонение фактических отметок от проектных, не более, для: копирной струны облегченной инвентарной опалубки	± 5 мм ± 5 мм	На каждой стойке На каждом стыке	Нивелирная съемка
8	Расход пленкообразующих материалов	По рекомендациям по применению	Один раз в смену	Расчетом по расходу на заданную площадь
9	Равномерность нанесения пленкообразующего материала	Цвет поверхности должен быть однородным	Один раз в смену	Визуально
10	Качество образовавшейся защитной пленки на поверхности покрытия RCC	На участке покрытия размером 20х20 см 10 % раствором соляной кислоты или 1 % раствором фенолфталеина	Два раза в смену	По приложению В

11.4 Контроль и испытания должны быть продолжены и после окончания основных работ.

11.4.1 Поверхность дорожного покрытия не должна иметь отклонений, превышающих допустимые, указанные в спецификации проекта, должна быть гладкой и ровной, без дефектов. Рабочие и холодные швы не должны быть повреждены.

11.4.2 Для проектов, требующих распиловки швов, начальные операции распиловки контролируются, чтобы гарантировать, что распиловка швов выполняется с требуемой ровностью и без сколов, выкрашивания, разрывов и растрескивания бетона.

11.4.3 Для определения толщины слоя, прочности на изгиб и прочности на сжатие необходимо выполнить отбор проб, выбуривание кернов или вырубку покрытия. При отборе проб и кернов необходимо следить за правильностью определения места, порядком выполнения и количеством отбираемых проб, а также за восстановлением мест отбора. Дата и место отбора записываются для каждой взятой пробы. Возраст RCC, при отборе проб и кернов, как правило должен составлять: 7, 14, 28 и 90 дней.

Приложение А

(справочное)

Типовая спецификация для дорожного покрытия из RCC

Настоящая Спецификация является основой для разработки Технического задания, используемого в процедурах государственных закупок на строительство дорожного покрытия из RCC. Однако следует учитывать требования конкретного проекта, например, класс прочности на сжатие RCC, поэтому пункты, представленные в предложенной Типовой спецификации, и их полнота должны быть проверены на соответствие условиям проекта перед их утверждением.

А.1 Основные положения

А.1.1 Описание. Укатываемый бетон (RCC) должен состоять из заполнителя, портландцемента, других дополнительных гидравлических вяжущих материалов (зольный шлак, микрокремнезем) и воды. RCC должен быть дозирован, перемешан, уложен, уплотнен и уложен в соответствии с данными спецификациями с соблюдением толщин и типовых поперечных профилей, указанных на Планах или иным образом установленными Инженером.

А.1.2 Настоящая спецификация предназначена для использования в качестве руководства, по форме и содержанию, для строительства обычных RCC покрытий. Большинство проектов имеют особенности или требования, которые должны быть включены в проектную документацию.

А.2 Нормативные ссылки

SM EN 12350-6:2019	Încercare pe beton proaspăt. Partea 6: Densitate
SM EN 12390-1:2021	Încercări pe beton întărit. Partea 1: Formă, dimensiuni și alte cerințe pentru epruvete și tipare
SM EN 12390-3:2019	Încercare pe beton întărit. Partea 3: Rezistența la compresiune a epruvetelor
SM EN 12390-5:2019	Încercare pe beton întărit Partea 5: Rezistența la încovoiere a epruvetelor
SM SR EN 12390-6:2011	Încercare pe beton întărit. Partea 6: Rezistența la întindere prin despicare a epruvetelor
SM EN 12504-1:2019	Încercări pe beton în structuri. Partea 1: Carote. Prelevare, examinare și încercări la compresiune
SM EN 12504-1:2019/AC:2021	Încercări pe beton în structuri. Partea 1: Carote. Prelevare, examinare și încercări la compresiune

А.3 Требования к подаваемым документам

Не позднее чем за 30 дней до начала строительства RCC покрытий Подрядчик должен представить Инженеру следующую документацию:

- График строительства покрытий RCC с указанием всех операций.
- Процедуры устройства покрытия, указывающие направление работ, ширину укладки, запланированные продольные и поперечные холодные швы, а также методы и схемы ухода.
- Сертификаты источника заполнителя, качества и размеров в соответствии с требованиями спецификации.
- Сертификат на портландцемент и другие вяжущие в соответствии с техническим условиям.
- Данные и спецификации производителей, включая грузоподъемность оборудования, используемого для смешивания, транспортировки, укладки и уплотнения RCC.
- Схема расположения завода с указанием смесительной установки, склада цемента и заполнителей, а также водоснабжения.
- Предлагаемый состав смеси RCC. Если предлагаемый состав смеси разработан Подрядчиком или в состав смеси предлагается внести изменения, он должен быть предоставлен Инженеру на

утверждение не менее чем за четыре недели до начала строительства покрытий из RCC. Этот состав смеси должен включать подробную информацию о гранулометрии заполнителя, вяжущих материалах, добавках (если они используются), прочности на сжатие и/или изгиб, а также требуемой влажности и плотности.

A.4 Материалы

A.4.1 Все материалы, которые будут использоваться для строительства RCC покрытия, должны быть одобрены Инженером на основании лабораторных испытаний или сертификатов на материалы, которые будут использоваться в строительстве.

A.4.2 Цемент должен соответствовать последним спецификациям по портландцементу, пуццолановому цементу и комбинациям вяжущих по SM SR EN 197-1.

A.4.3 Если иное не одобрено Инженером в письменной форме, качество заполнителей должно соответствовать SM SR EN 12620+A1 или SM EN 13055. Показатель пластичности заполнителя (содержание зерен размером 0,063 мм и менее) не должен превышать пяти процентов. Заполнители могут быть получены из одного источника (карьера) или из нескольких, и могут представлять собой смесь крупного и мелкого заполнителя. Заполнитель должен быть хорошо отсортирован без пропусков градации и соответствовать следующей гранулометрии:

Таблица A.1 - Области гранулометрических составов смесей заполнителей RCC

Размер ячейки сита по SM EN 933-2, мм	Процент прохождения по массе			
	0/14		0/20	
	Минимум	Максимум	Минимум	Максимум
31,5	100	100	100	100
20	100	100	90	100
14	86	100	78	94
10	72	95	62	86
4	52	74	38	59
2	41	61	28	48
1	30	50	19	39
0,500	20	37	15	31
0,250	11	26	9	23
0,125	6	15	6	15
0,063	2	10	2	10

A.4.4 Минеральные добавки должны соответствовать требованиям SM EN 206+A2, SM SR EN 450-1 и SM EN 12878. Если иное не указано Инженером, общее содержание минеральных добавок, включая добавки к цементам, не должно превышать вес портландцемента в смеси RCC.

A.4.5 Химические добавки, включая водоредуцирующие и замедляющие схватывание, должны соответствовать SM SR EN 934-2+A1 и должны быть одобрены Инженером перед использованием.

A.4.6 Водопроводную питьевую воду можно использовать без проверки, так как она не содержит ничего, что может отрицательно сказаться на характеристиках смеси. Вода из других источников должна быть проверена в соответствии с SM SR EN 1008.

A.4.7 Для ухода следует применять разбавляемый водой пленкообразующий материал, который должен наноситься на поверхность в два слоя с нормой расхода от 200 до 250 г/м² для каждого слоя. Второй слой должен наноситься после формирования пленки первого слоя (в пределах от 30 до 60 минут).

A.5 Оборудование

A.5.1 Все необходимое оборудование должно быть в наличии и одобрено Инженером до того, как будет разрешено производство работ. RCC должен укладываться с использованием любого сочетания оборудования, позволяющего производить законченное покрытие, отвечающее

требованиям по смешиванию, транспортировке, укладке, уплотнению, отделке и уходу, как указано в настоящей спецификации.

A.5.2 Цементобетонный завод

A.5.2.1 Цементобетонный завод должен быть расположен в пределах 30-минутного времени перевозки от места размещения RCC. При предварительном испытании и одобрении Инженера можно использовать замедляющую схватывание добавку для увеличения времени транспортировки.

A.5.2.2 Завод должен быть способен производить смесь RCC в пропорциях, определенных окончательно утвержденным составом смеси, и в пределах установленных допусков. Производительность установки должна быть достаточной для производства однородной смеси со скоростью, совместимой со скоростью укладки. Объем RCC в смесительной установке должен быть не более расчетной вместимости сухих бетонных смесей. Необходимо использовать несколько смесительных установок, если одна установка не может обеспечить бесперебойную подачу RCC к асфальтоукладчику (асфальтоукладчикам) во время работ по устройству покрытия.

A.5.2.3 Завод по производству смеси должен быть оснащен двухвальным смесителем, способным к периодическому или непрерывному смешиванию, с синхронизированными дозирующими устройствами и питателями для поддержания правильных пропорций заполнителя, цемента, минеральных добавок и воды. Другие требования к заводу по производству смеси следующие:

A.5.2.3.1 Если имеется предварительно смешанный заполнитель, хранение может осуществляться на одном складе, откуда он подается непосредственно на конвейер, питающий смеситель. Если щебень отгружается двумя и более размерными группами, на складах должно быть предусмотрено раздельное хранение щебня.

A.5.2.3.2 Бункеры для заполнителя должны иметь скорость подачи, регулируемую ремнем или действующей заслонкой, откалиброванной для точной подачи любого заданного количества материала. Если используются два или более источника заполнителя, скорость подачи из каждого бункера должна легко регулироваться для изменения пропорций заполнителя, когда это необходимо. Регуляторы скорости подачи должны поддерживать установленные пропорции заполнителя из каждого складского бункера, когда комбинированная подача заполнителя увеличивается или уменьшается.

A.5.2.3.3 Заводские весы должны быть чувствительными к 0,5 % от максимального требуемого веса. Весовые транспортеры должны иметь утвержденную конструкцию. Для проверки заводских весов должны быть предусмотрены стандартные контрольные гири с точностью плюс-минус 0,1 %.

A.5.2.3.4 Для портландцемента и минеральных добавок должны использоваться отдельные и независимые силосы для хранения. Каждый силос должен быть четко идентифицирован, чтобы избежать путаницы при загрузке. Если Подрядчик выбирает предварительное смешивание вяжущего материала, он должен использовать оборудование для смешивания, утвержденное Инженером. Тестирование предварительно смешанного вяжущего материала должно проводиться ежедневно, чтобы гарантировать как однородность, так и надлежащее количество.

A.5.2.3.5 Необходимое количество воды для утвержденного состава смеси измеряется по весу или объему. Установка должна быть оснащена точным измерительным устройством. Поток воды должен контролироваться регулирующим устройством для поддержания необходимого содержания воды в смеси.

A.5.2.4 Смеситель периодического действия с вращающимся барабаном должен производить однородную смесь равномерного цвета, в которой все крупные заполнители покрыты цементной пастой. Смеситель должен быть оборудован дозирующим оборудованием, отвечающим следующим требованиям.

A.5.2.4.1 Количества цемента, минеральной добавки и заполнителя, входящие в каждую партию RCC, должны измеряться весами прямого взвешивания. Оборудование для взвешивания должно легко регулироваться для компенсации содержания влаги в заполнителе или для изменения пропорционального веса партии и должно иметь видимый циферблат или равноценное

устройство, которое будет точно регистрировать весовую нагрузку от нуля до полной нагрузки. Цемент и минеральные добавки могут взвешиваться отдельно или вместе в одном бункере на одних и тех же весах при условии, что цемент взвешивается первым.

A.5.2.4.2 Весовые бункеры для цемента и минеральных добавок должны быть оборудованы вибраторами автоматического и непрерывного действия при разгрузке весовых бункеров. Весовой бункер должен иметь достаточную вместимость, чтобы вмещать не менее 10 % вяжущего материала сверх необходимого для одной партии.

A.5.2.4.3 Количество воды, поступающей в каждую партию RCC, должно измеряться по массе или по объему. Оборудование должно быть способно измерять воду с погрешностью плюс или минус 1 % и должно быть оснащено точным манометром или циферблатным измерительным устройством. При дозировании вода должна подаваться в смеситель только через водомер и только во время загрузки.

A.5.2.4.4 Барабанные смесители должны быть оснащены точными часами или таймером для визуальной индикации времени смешивания после того, как все материалы, включая воду, находятся в смесителе.

A.5.3 Асфальтоукладчики

A.5.3.1 RCC должен быть уложен тяжелым или обычным асфальтоукладчиком утвержденным Инженером. Асфальтоукладчик должен обеспечивать укладку RCC как минимум до 85% от максимальной плотности во влажном состоянии. Асфальтоукладчик должен иметь подходящий вес и устойчивость, чтобы обеспечить укладку и отделку RCC без расслоения, требуемой толщины, ровности, текстуры поверхности и поперечного сечения.

A.5.3.2 Любая другая техника для укладки дорожного покрытия, такая как грейдеры и бульдозеры, должна быть одобрена Инженером. Используемая техника должна обеспечить качественное распределение смеси.

A.5.4 Катки

A.5.4.1 Для первичного уплотнения должны использоваться самоходные вибрационные катки со стальным барабаном, имеющие минимальный статический вес 10 тонн. Для окончательного уплотнения следует использовать каток со стальным барабаном, работающий в статическом режиме, или каток с пневматическими шинами.

A.5.4.2 Для уплотнения участков, недоступных для больших катков, следует использовать виброкатки с мотоблоком или трамбовочные плиты.

A.5.5 Самосвалы. Самосвалы для перевозки RCC с завода к асфальтоукладчику должны быть оборудованы выдвижными тентами для защиты материала от дождя или чрезмерного испарения. Количество самосвалов должно быть достаточным для обеспечения адекватной и непрерывной подачи смеси RCC к асфальтоукладчику.

A.5.6 Водовозы. По крайней мере, одна водовозка или другое подобное оборудование должно находиться на площадке и быть доступным для использования в течение всего процесса укладки и твердения. Такое оборудование должно обеспечивать равномерное распыление воды на поверхность RCC без повреждения конечной поверхности.

A.5.7 Осмотр оборудования. Перед началом работ оборудование Подрядчика должно быть тщательно осмотрено. Если какое-либо оборудование не работает должным образом, работа не может быть продолжена до тех пор, пока недостатки не будут устранены.

A.5.8 Доступ для осмотра и калибровки. Инженер должен иметь доступ в любое время к любой установке цементобетонного завода, оборудованию или механизмам, которые будут использоваться в этом проекте, для проверки калибровки весов, средств управления или рабочих настроек.

A.6 Требования к строительству

A.6.1 Подготовка верха земляного полотна/основания. Перед началом укладки RCC верх

земляного полотна/основание должен быть подготовлен в соответствии с проектной документацией или с указаниями Инженера. Во время этого процесса любой непригодный грунт или материал должны быть удалены и заменены приемлемым материалом. Земляное полотно/основание должно быть равномерно уплотнено как минимум до 95% максимальной плотности в сухом состоянии. До начала укладки RCC Подрядчик должен выявить, контрольной укаткой с помощью загруженного самосвала или катка с пневматическими шинами, и устранить недоуплотненные или просадочные участки земляного полотна.

А.6.2 Пробный участок

А.6.2.1 Не менее чем за 30 дней до начала работ по укладке RCC должен быть уложен пробный участок с использованием предложенной смеси. Расположение пробного участка указывается на чертежах проекта или устанавливается по согласованию с Инженером. Пробный участок позволит подрядчику разработать и продемонстрировать предлагаемые методы приготовления смеси, транспортировки, укладки, уплотнения, отделки для придания ровности и шероховатости поверхности, отверждения и устройства строительных швов.

А.6.2.2 Пробный участок должен быть построен на уплотненном основании с использованием того же оборудования, материалов и методов строительства, которые будут использоваться в последующих работах.

А.6.2.3 На пробном участке уточняют схему уплотнения и количество проходов путем проведения лабораторных испытаний по определению плотности. Испытания проводят по обеим диагоналям пробного участка серией измерений плотности, начиная/заканчивая отступив по 300 мм от каждого угла, для оценки однородности уплотнения и достижения 98% плотности в свежеложенном состоянии.

А.6.2.4 Образцы должны быть подготовлены в соответствии с SM EN 12390-1. Образцы должны быть испытаны на прочность на растяжение при раскалывании, в соответствии с SM EN 12390-6, и прочность на сжатие, в соответствии с SM EN 12390-3, в возрасте 7, 14 и 28 дней.

А.6.2.5 Пробы (керны и вырубки) должны быть отобраны в соответствии с SM EN 12504-1. Керны будут испытаны на прочность на растяжение при раскалывании (SM EN 12390-6) и прочность на сжатие (SM EN 12390-3) в возрасте 7, 14 и 28 дней. Кроме того, на пробном участке должны быть вырезаны пробы размером 150x150x600 мм, прочность которых на изгиб через 7, 14 и 28 дней будет определена в соответствии со стандартом SM EN 12390-5. Все работы по отбору проб и проведению испытаний выполняются за счет средств Заказчика.

А.6.3 Приготовление смеси

А.6.3.1 За исключением незначительных изменений содержания влаги, для всего проекта должны использоваться одни и те же пропорции смеси, если иное не указано в проектной документации. Содержание воды должно варьироваться Подрядчиком по мере необходимости, чтобы обеспечить консистенцию, достаточную для укладки и уплотнения. Если при приготовлении смеси происходит изменение типа или источника вяжущих материалов или заполнителей, смешение должно быть приостановлено, и должен быть запроектирован новый состав смеси.

А.6.3.2 В смесительную установку должны поступать количества отдельных компонентов в пределах следующих допусков:

Таблица А.2 - Допустимые отклонения количества компонентов смеси

Материал	Изменение в % по весу
Цементные материалы	± 2,0
Вода	± 3,0
Агрегаты	± 4,0

А.6.3.3 Время смешивания должно быть достаточным, для обеспечения полного и однородного смешивания всех компонентов. Для барабанных смесителей и установок сухого смешивания время смешивания определяется по результатам испытаний на однородность.

А.6.3.4 Перед перезапуском весь материал должен быть выгружен. Камера и поверхности

лопастей смесителя должны быть очищены от затвердевшего RCC или других отложений. Лопастей смесителя должны регулярно проверяться на предмет износа и заменяться, если износ не позволяет достичь надлежащего перемешивания.

A.6.3.5 Перед началом производства RCC Подрядчик должен провести полную и всестороннюю калибровку установки в соответствии с рекомендациями производителя. После завершения начальной калибровки установка должна быть повторно откалибрована в соответствии с указаниями Инженера.

A.6.3.6 Подрядчик должен предоставлять Инженеру ежедневные отчеты о производстве и количествах материалов, использованных в этот день.

A.6.4 Транспортировка RCC от завода до места укладки должна осуществляться самосвалами, оборудованными, при необходимости, выдвижными тентами для защиты от дождя или избыточного испарения. Самосвалы должны быть полностью выгружены, без скопления материала RCC. При укладке RCC асфальтоукладчиком самосвалы должны подавать материал RCC непосредственно в бункер асфальтоукладчика или во вторичную систему распределения материала, которая помещает материал в бункер асфальтоукладчика. Доставка самосвалами должна быть запланирована таким образом, чтобы материал RCC был уложен и уплотнен в установленные сроки.

A.6.5 Укладка RCC

A.6.5.1 Поверхность земляного полотна/основания на которую будет уложена смесь RCC должна быть чистой, без посторонних материалов, скопившейся воды и наледи. Земляное полотно/основание должно быть равномерно влажным. Если для повторного увлажнения определенных участков требуется разбрызгивание воды, метод разбрызгивания не должен приводить к образованию грязи или луж с отдельно стоящей водой. Перед укладкой слоя из RCC земляное полотно/основание должно быть проверено и скорректировано, как указано в пункте A.6.1.

A.6.5.2 RCC укладывается утвержденным асфальтоукладчиком, как указано в пункте A.5.3, который должен отвечать следующим требованиям:

A.6.5.2.1 Чтобы предотвратить сегрегацию во время укладки, бункер асфальтоукладчика никогда не следует полностью опорожнять, боковые стороны бункера никогда не следует поднимать, а RCC всегда должен закрывать вал подающего шнека.

A.6.5.2.2 Асфальтоукладчик должен быть отрегулирован таким образом, чтобы не допустить расслоение и обеспечить формирование гладкой непрерывной поверхности без разрывов, выдергивания или толкания. Укладка RCC должна быть ограничена по длине, которая может быть уплотнена и обработана в течение соответствующего срока при преобладающих температуре воздуха, ветре и климатических условий.

A.6.5.2.3 Асфальтоукладчик должен работать в стабильном непрерывном режиме с минимальным количеством пусков и остановок. Скорость асфальтоукладчика во время укладки не должна превышать скорость, необходимую для соблюдения требований по минимальной плотности, указанных в пункте A.5.3.1, без повреждения поверхности.

A.6.5.3 Толщина слоя уплотненного покрытия из RCC должна соответствовать указанной в проекте. Если должно быть уложено покрытие толщиной более 250 мм, его следует осуществлять в два слоя. Минимальная толщина слоя из RCC составляет 100 мм.

A.6.5.4 Соседние полосы покрытия должны быть уложены в течение 60 минут. Если между укладкой соседних полос проходит более 60 минут, продольный стык считается холодным стыком и должен быть подготовлен в соответствии с пунктом A.6.8.2. По усмотрению Инженера это время может быть увеличено или уменьшено в зависимости от применения замедляющих схватывание добавок или погодных условий.

A.6.5.5 При многослойной укладке общая толщина покрытия должна соответствовать проектной. Верхний слой следует укладывать в течение 60 минут после укладки нижнего слоя. Если верхний слой уложен более чем через 60 минут после укладки нижнего слоя, слои считаются частично скрепленными и нижний слой должен быть подготовлен в соответствии с

разделом А.6.8.3.1. По усмотрению Инженера это время может быть увеличено или уменьшено в зависимости от применения замедляющих схватывание добавок или погодных условий.

А.6.5.6 Запрещается перераспределять материал RCC на уплотняемых участках. Такое добавление материала можно делать только непосредственно за асфальтоукладчиком и до уплотнения. Любой отделенный крупный заполнитель должен быть удален с поверхности перед уплотнением.

А.6.5.7 Если во время работ по укладке происходит расслоение RCC, укладка должна быть остановлена до тех пор, пока причина не будет определена и устранена.

А.6.5.8 Укладка RCC должна выполняться таким образом, чтобы отвердевающая вода из ранее уложенных слоев не влияла на влажность свежеложенного RCC или подстилающего слоя.

А.6.6 Погодные условия

А.6.6.1 Запрещается укладка RCC на любую поверхность, покрытую инеем или замороженным материалом, или когда температура воздуха ниже 5 °С. Когда ожидается, что температура воздуха упадет ниже 5 °С, Подрядчик должен представить Инженеру подробное предложение по защите поверхности RCC. Это предложение должно быть одобрено Инженером, прежде чем работы по укладке будут возобновлены. Достаточный запас защитного материала, такого как изолирующие одеяла, пластиковая пленка, солома, мешковина или другой подходящий материал, должен быть заблаговременно заготовлен Подрядчиком за его счет. Используемые методы и материалы должны обеспечить минимальную температуру 5 °С на поверхности дорожного покрытия в течение, как минимум пяти дней. Утверждение предложения Подрядчика по защите от замерзания не освобождает Подрядчика от ответственности за качество и прочность уложенного RCC в холодную погоду. Любой замерзший RCC должен быть удален и заменен за счет Подрядчика.

А.6.6.2 В жаркую или ветреную погоду должны быть приняты специальные меры, чтобы свести к минимуму потерю влаги из-за испарения. В условиях избыточного поверхностного испарения из-за сочетания температуры воздуха, относительной влажности, температуры бетона и ветра Подрядчик должен представить Инженеру подробное предложение по минимизации потерей влаги и защите слоев из RCC, такие как охлаждение складов заполнителей распылением воды, оснащение самосвалов защитными тентами, охлаждение воды бетонной смеси и сокращение допустимого времени между смешиванием и окончательным уплотнением.

А.6.6.3 Запрещается укладывать покрытия из RCC во время дождя, достаточно сильного, чтобы нанести ущерб готовому изделию. Укладка может продолжаться во время небольшого дождя или тумана при условии, что поверхность уложенного покрытия не размывается и не повреждается из-за движения самосвалов или катков. В эти периоды необходимо использовать тенты для самосвалов. Только Инженер может решить, когда укладка должна быть остановлена из-за дождя.

А.6.7 Уплотнение

А.6.7.1 RCC следует уплотнять как можно скорее после его укладки, особенно в жаркую погоду. Как правило, уплотнение должно быть завершено в течение 15 минут после укладки и 45 минут после первоначального перемешивания. Время может быть увеличено или уменьшено по усмотрению Инженера в зависимости от применения замедлителей схватывания или погодных условий.

А.6.7.2 Подрядчик определяет последовательность и количество проходов вибрационного и статического катка для получения минимальной заданной плотности и отшелушки поверхности. Катки должны работать только в вибрационном режиме во время движения. Во время окончательного уплотнения можно использовать катки с пневматическими шинами.

А.6.7.3 Каток должен оставить неуплотненными 30 - 45 см от края свежеложенной полосы до тех пор, пока не будет уложена соседняя полоса. Затем оба края двух полос должны быть уплотнены в течение допустимого времени. Если планируется холодный стык, вся полоса должна быть прокатана, и должны быть соблюдены процедуры формирования холодного стыка, как указано в пункте А.6.8.2.

A.6.7.4 Продольные швы должны подвергаться дополнительному уплотнению по мере необходимости для получения заданной плотности на всю глубину слоя и ровности поперек стыка. Любые неровности, оставленные после вибрационного уплотнения, должны быть сглажены катками статического действия или на пневмошинах. Поверхность должна быть уплотнена до получения ровной поверхности, без разрывов и трещин.

A.6.7.5 Скорость катков всегда должна быть достаточно низкой, чтобы избежать смещения покрытия RCC. Включение-выключение вибрации и реверс следует производить за пределами уплотняемой полосы при движении катка во избежание смещения поверхности.

A.6.7.6 Области, недоступные для больших катков, должны быть уплотнены, как указано в пункте A.5.4.2.

A.6.7.7 Испытания плотности свежееуложенного бетона на месте должны быть выполнены в соответствии с SM EN 12350-6, не позднее, чем через 30 минут после завершения уплотнения. Требуемая плотность должна составлять не менее 98 % максимальной плотности во влажном состоянии.

A.6.8 Швы

A.6.8.1 Вертикальный строительный шов считается свежим, если соседняя полоса RCC уложена в течение 60 минут после укладки предыдущей полосы, причем время корректируется в зависимости от использования замедлителей или условий окружающей среды. Свежие швы не требуют специальной обработки.

A.6.8.2 Любые запланированные или незапланированные строительные швы, которые не классифицируются как свежие швы, считаются холодными швами и должны обрабатываться следующим образом:

A.6.8.2.1 Продольные и поперечные холодные швы, обычно образуются путем обрезки внешнего края полосы укладки с помощью пилы по бетону и укладки следующего слоя вплотную к полученному чистому вертикальному краю. Вертикальный разрез должен отстоять от выступающего края не менее чем на 150 мм. Любые изменения технологии устройства холодных швов должны быть одобрены Инженером.

A.6.8.2.2 Перед укладкой новой полосы RCC вертикальную поверхность необходимо очистить струей воздуха или воды. Если поверхность очищается воздухом, перед укладкой RCC поверхность необходимо увлажнить, чтобы предотвратить вытягивание влаги из нового RCC.

A.6.8.3 Для многослойной конструкции горизонтальный шов считается свежим швом, если последующий слой укладывается в течение 60 минут после укладки предыдущего. Это время может быть скорректировано по усмотрению Инженера в зависимости от использования замедлителей или погодных условий. Свежие швы не требуют специальной обработки, кроме очистки поверхности от всего отслоившегося материала и увлажнения поверхности перед укладкой последующего слоя.

A.6.8.3.1 Для горизонтальных холодных швов поверхность нижнего слоя должна быть увлажнена и очищена от всего незакрепленного материала перед укладкой следующего слоя. Инженер может потребовать других действий, таких как использование цементного раствора между слоями. Если используются дополнительные связующие материалы, их следует наносить непосредственно перед укладкой последующего слоя.

A.6.8.3.2 Швы между RCC покрытием и бетонными конструкциями следует рассматривать как холодные вертикальные швы.

A.6.8.4 Для предотвращения раскрашивания и случайного растрескивания нарезаются продольные швы. Глубина нарезки должна составлять 1/4 глубины дорожного слоя. Как правило, благодаря скорости и удобству, применяются тонкие пилы для сверх раннего прорезания. Нарезку можно начинать уже через 1-4 часа после окончательного уплотнения. Глубина пропила для сверхраннего прорезания колеблется от 2,5 до 3,2 см, независимо от толщины дорожного слоя.

A.6.9 Отделка RCC

A.6.9.1 Готовая поверхность покрытия RCC при испытании с использованием 3-метровой рейки или шаблона не должна отличаться более чем на 10 мм в любой точке. Когда ровность поверхности выходит за пределы указанного допуска, Подрядчик должен отшлифовать поверхность до допуска с использованием самоходных алмазных шлифовальных машин. Фрезерование готовой поверхности неприемлемо, если только оно не предназначено для удаления дорожного покрытия.

A.6.9.2 Толщина покрытия RCC не должна отклоняться от проектной или указанной Инженером более чем на минус 12,5 мм. Покрытие недостаточной толщины должно быть удалено и заменено на всю толщину. Наращивание не приемлемо.

A.6.9.3 Если неровности поверхности выходят за пределы допусков, Подрядчик должен отшлифовать поверхность до соответствия допускам без дополнительных затрат для Заказчика.

A.6.10 Уход за свежееуложенным бетоном должен осуществляться сразу после окончания уплотнения и продолжаться до набора проектной прочности слоя или покрытия, путем увлажнения бетона в течении 7 дней

A.6.10.1 Увлажнение должно производиться с помощью автоцистерн, оснащенных распылительными форсунками, шлангами, спринклерной системой или другими средствами, обеспечивающими равномерное увлажнение RCC. Метод разбрызгивания не должен вымывать и повреждать поверхность готового покрытия RCC.

A.6.10.2 Для ухода следует применять разбавляемый водой пленкообразующий материал, который должен наноситься на поверхность в два слоя с нормой расхода от 200 до 250 г/м² для каждого слоя. Второй слой должен наноситься после формирования пленки первого слоя (в пределах от 30 до 60 минут). Утвержденный пленкообразующий материал должен наноситься равномерно без пропусков по всей поверхности, включая боковые грани. Если указанная норма окажется чрезмерной или недостаточной, Подрядчик, с одобрения Инженера, может уменьшить или увеличить норму расхода до уровня, при котором достигается поверхность без пропусков и без образования луж.

A.6.10.3 Бумага, пленка и другие листовые материалы, применяемые для ухода за RCC должны быть надежно закреплены на месте и утяжелены для обеспечения тесного контакта с поверхностью RCC в течение всего периода отверждения. Края соседних листов должны быть наложены внахлест и закреплены на месте мешками с песком, обшивкой, прижимной клейкой лентой или другим одобренным Инженером методом.

A.6.11 Подрядчик обязан предпринять соответствующие меры по недопущению движения транспортных средств в течение периода отверждения покрытия RCC. Завершенные участки покрытия RCC могут быть открыты для движения пользователей через семь дней или по согласованию с Инженером.

A.6.12 Подрядчик должен поддерживать покрытие из RCC в хорошем состоянии до тех пор, пока все работы не будут завершены и приняты. Такое техническое обслуживание осуществляется Подрядчиком за свой счет.

A.7 Измерение и оплата

A.7.1 Работы, описанные в этом документе, будут измеряться:

- 1) в квадратных метрах завершенного и принятого покрытия из RCC,
- 2) в кубических метрах или тоннах приготовленного и перевезенного RCC.

A.7.2 Оплата

A.7.2.1 Работа, описанная в этом документе, будет оплачиваться по договорной цене за единицу за квадратный метр завершенного и принятого покрытия. Цена должна включать укладку, уплотнение, отделку, уход и испытания, а также все другие сопутствующие операции. Также оплата производится по договорной цене за кубический метр или тонну приготовленного и перевезенного RCC. Цена включает в себя смешение, транспортировку и все материальные затраты. Такой платеж представляет собой полное возмещение всех работ, необходимых для

завершения покрытия RCC.

A.7.2.2 Если будет построен пробный участок, он будет оплачен единовременно. Такой платеж представляет собой полное возмещение всех материалов, рабочей силы, оборудования, мобилизации, демобилизации и всех других непредвиденных расходов, необходимых для строительства пробного участка в соответствии с пунктом A.6.2.

Приложение В
(справочное)

Толщина конструктивных слоев дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием на основании из RCC

Таблица В.1

Амплитуда колебания температуры на поверхности покрытия °С	Интенсивность движения, авт/сутки										
	2- 3 полосы						4 и более полосы				
	200	500	1000	3000	5000	7000	10000	15000	20000	30000	40000
Толщина конструктивных слоев, см $\frac{\text{асф.бет}}{\text{цем.бет}}$											
Класс бетона С 8/10											
10	$\frac{6,5}{20}$	$\frac{7}{21}$	$\frac{8}{21}$	$\frac{8}{23}$	$\frac{10}{21}$	$\frac{9}{22}$	$\frac{9,5}{22}$	$\frac{11,5}{20}$	$\frac{10,5}{22}$	$\frac{11}{22}$	$\frac{11,5}{22}$
11	$\frac{8,5}{18}$	$\frac{9}{19}$	$\frac{10}{19}$	$\frac{10}{21}$	$\frac{11,5}{20}$	$\frac{10,5}{21}$	$\frac{11}{21}$	$\frac{11,5}{21}$	$\frac{12}{21}$	$\frac{12,5}{21}$	$\frac{11,5}{23}$
12	$\frac{8,5}{19}$	$\frac{9}{20}$	$\frac{10,5}{19}$	$\frac{12}{19}$	$\frac{12}{20}$	$\frac{12,5}{19}$	$\frac{13}{19}$	$\frac{13,5}{19}$	$\frac{12,5}{21}$	$\frac{14,5}{19}$	$\frac{13,5}{21}$
13	$\frac{9}{19}$	$\frac{9,5}{20}$	$\frac{10,5}{20}$	$\frac{12}{20}$	$\frac{14}{18}$	$\frac{13}{19}$	$\frac{13,5}{19}$	$\frac{13,5}{20}$	$\frac{14,5}{19}$	$\frac{15}{19}$	$\frac{15,5}{19}$
Класс бетона С 12/15											
10	$\frac{5,5}{19}$	$\frac{6}{20}$	$\frac{7}{20}$	$\frac{9}{19}$	$\frac{9}{20}$	$\frac{8}{21}$	$\frac{8,5}{21}$	$\frac{9}{21}$	$\frac{9,5}{21}$	$\frac{10}{21}$	$\frac{10,5}{21}$
11	$\frac{5,5}{20}$	$\frac{8}{18}$	$\frac{9}{18}$	$\frac{9}{20}$	$\frac{10,5}{19}$	$\frac{9,5}{20}$	$\frac{10}{20}$	$\frac{10,5}{20}$	$\frac{11,5}{19}$	$\frac{11,5}{20}$	$\frac{12,5}{19}$
12	$\frac{7,5}{18}$	$\frac{8}{19}$	$\frac{9}{19}$	$\frac{11}{18}$	$\frac{11}{19}$	$\frac{11,5}{18}$	$\frac{12}{18}$	$\frac{12,5}{18}$	$\frac{11,5}{22}$	$\frac{12}{20}$	$\frac{12,5}{20}$
13	$\frac{9,5}{16}$	$\frac{10}{17}$	$\frac{9,5}{19}$	$\frac{11}{19}$	$\frac{13}{17}$	$\frac{12}{18}$	$\frac{12,5}{18}$	$\frac{13}{18}$	$\frac{13,5}{18}$	$\frac{14}{18}$	$\frac{14,5}{18}$
Примечание - Толщины слоев могут уточняться и проверяться расчетом по проектированию жестких дорожных одежд.											

Приложение С (справочное)

Устранение дефектов и разрушений покрытий из RCC

С.1 Проблемы, возникающие с покрытиями RCC, обычно связаны с материалами и методами строительства; поэтому необходимы адекватные предварительные определения, тестирования и оценка.

С.2 Во многих случаях действует несколько факторов, что затрудняет выделение конкретной причины.

С.3 Поскольку покрытие из RCC можно устраивать как в жаркую, так и в холодную погоду, важно учитывать различия в поведении смесей в разных погодных условиях. Проблемы могут возникнуть при производстве, транспортировке, укладке, уплотнении и отверждении, а также в более позднем возрасте с точки зрения долгосрочных характеристик смесей RCC.

С.4 Общая стратегия определения причины возникновения дефектов покрытия из RCC заключается в поиске причинно-следственной связи. Часто, отдельные причины можно устранить поэтапно. Проблемы могут быть связаны с изменениями погоды, изменениями источника или характеристик материалов, а также связанными с персоналом. Иногда проблемы также могут быть связаны с комбинацией факторов, включая проектирование, источник строительных материалов, рецепт смеси и методы строительства. Иногда незначительное изменение одного фактора может привести к непредвиденным последствиям.

С.5 В таблице С.1 представлены дефекты покрытий из RCC.

Таблица С.1 - Дефекты покрытий из RCC

Консистенция смеси и схватывание	
 <p style="text-align: center;">Смесь слишком сухая</p>	 <p style="text-align: center;">Изменения удобоукладываемости</p>
Расслоение	
 <p style="text-align: center;">Сегрегация в бункере для укладки</p>	 <p style="text-align: center;">Смесь склонна расслаиваться при укладке и уплотнении</p>

(продолжение следует)

Таблица С.1 (окончание)

Уплотняемость/плотность	
 <p>Раковины</p>	 <p>Волнистость от прокатки</p>
 <p>Требуемая плотность не достигнута</p>	 <p>Висячий /неукрепленный край</p>
 <p>Неровный край</p>	
Дефекты проезжей части	
 <p>Шелушение</p>	 <p>Сколы в зоне холодных швов</p>
 <p>Незначительные разрывы смеси от прокатки</p>	 <p>Выбоина</p>

С.6 В таблице С.2 приведены дефекты покрытий из RCC и соответствующие вероятные причины их возникновения.

Таблица С.2 - Устранение дефектов при строительстве дорожного покрытия RCC

Вероятные причины		Консистенция смеси и схватывание						Расслоение		Уплотняемость/плотность			Дефекты проезжей части				
		Смесь выглядит сухой	Раннее затвердевание/схватывание бетона	Отсутствие стабильности смеси	Смесь выглядит липкой	Изменения удобоукладываемости	Чрезмерное повышение температуры	При приготовлении, транспортировке и выгрузке.	При укладке и уплотнении	Волнистость от прокатки	Требуемая плотность не достигнута	Раковины	Разрывы RCC во время укладки	Разрывы во время уплотнения	Выбоины	Шелушение	Незапланированное растрескивание
Материалы	Цемент		x	x	x												
	Высокое содержание цемента		x	x	x											x	
	Низкое содержание цемента							x							x		
	Смесь содержит слишком мало мелких частиц или вяжущего		x					x			x	x		x			
	Песок слишком мелкий или смесь слишком песчаная	x							x								x
	Качество/количество мелких заполнителей	x	x		x					x		x	x				
	Угловатость агрегатов	x															
	Гранулометрический состав	x				x		x		x	x				x		
	Изменения влажности в заполнителях		x			x		x		x	x						
	Смесь содержит избыток воды					x			x								
Смесь содержит недостаточно воды	x			x													
Передозировка, недостаточная дозировка и/или несовместимость химических добавок		x	x	x		x			x								
Хранение, дозирование и смешивание	Избыточная температура материалов, особенно заполнителей	x				x	x			x							x
	Неполное смешивание	x		x	x	x		x	x	x				x	x		
	Установка не откалибрована							x		x							
	Тензодатчики или датчики влажности не работают	x				x				x							
	Потери влаги не учитываются при дозировании	x							x								x
Транспортировка	Потери воды в результате испарения	x				x		x		x	x	x	x		x	x	
	RCC перевозится без покрытия	x															
	Увеличенное время от смешивания до укладки	x	x			x	x			x							
	Самосвалы не оснащены тентами	x				x											
Самосвалы не моют периодически					x												

(продолжение следует)

Таблица С.2 (окончание)

Вероятные причины		Консистенция смеси и схватывание						Расслоение		Уплотняемость/плотность			Дефекты проезжей части				
		Смесь выглядит сухой	Раннее затвердение/схватывание бетона	Отсутствие стабильности смеси	Смесь выглядит липкой	Изменения удобоукладываемости	Чрезмерное повышение температуры	При приготовлении, транспортировке и выгрузке	При укладке и уплотнении	Волнистость от прокатки	Требуемая плотность не достигнута	Раковины	Разрывы RCC во время укладки	Разрывы во время уплотнения	Выбоины	Шелушение	Незапланированное растрескивание
Укладка	Скорость укладки выше рекомендуемой							x									
	Скорость укладки ниже рекомендуемой						x	x				x					
	Конфигурация, возраст, нагрузка, износ и т. д. бруса асфальтоукладчика								x			x	x	x			
	Проблемы со смесительным шнеком							x									
Уплотнение	Роликовые барабаны загрязнены								x								
	Вибрация применяется слишком рано							x									
	Переменная скорость уплотнения								x								
	Недостаточная нагрузка уплотнения									x							
	Уплотнение с опозданием									x	x			x		x	
	Смесь не готова к уплотнению								x	x				x			
Другие	Плохое качество или плохое покрытие отвердителя															x	
	Задержка в применении отвердителя															x	
	Распиловка с опозданием																x

Приложение D
(обязательное)

Контроль ухода за RCC

D.1 Качество ухода за бетоном с применением пленкообразующих материалов следует проверять не менее двух раз в смену, а также в местах, где качество нанесения пленкообразующего материала вызывает сомнение.

D.2 Для этого следует подготовить участок покрытия размером 20 см на 20 см, где сформировавшаяся на бетоне пленку необходимо промыть водой и удалить оставшуюся влагу, впитывая ее чистой ветошью.

D.3 По подготовленной таким образом поверхности следует разлить 10% раствор соляной кислоты или 1 % спиртовой раствор фенолфталеина.

D.4 Появление пены или покраснение поверхности покрытия допустимо не более чем в двух точках на 100 см² поверхности пленки. В противном случае необходимо поверхность дополнительно покрыть слоем пленкообразующего материала.

Содержание

Введение	66
1 Область применения	66
2 Нормативные ссылки	65
3 Термины и определения.....	70
4 Общие положения.....	71
5 Проектирование дорожных одежд из RCC	76
6 Специфические характеристики слоев из RCC.....	79
6.1 Морозостойкость	79
6.2 Сопротивление истиранию.....	80
6.3 Характеристики поверхности	80
7 Материалы. Технические условия.....	81
7.1 Общие положения.....	81
7.2 Заполнители	81
7.3 Вяжущие.....	85
7.4 Вода затворения	86
7.5 Химические добавки	87
7.6 Минеральные добавки, включая наполнители и пигменты	87
8 Проектирование смеси RCC. Технические условия	87
8.1 Основные положения.....	87
8.2 Методы проектирования смесей RCC.....	89
8.3 Состав смесей RCC	89
8.4 Физико-механические свойства смесей RCC	94
9 Приготовление, перевозка и укладка смесей RCC	94
9.1 Приготовление смесей RCC	94
9.2 Транспортировка на объект	97
9.3 Подготовка нижележащего (подстилающего) слоя.....	98
9.4 Экспериментальная укладка RCC	99
9.5 Укладка слоя из RCC	100
9.6 Уплотнение	103
9.7 Устройство продольных строительных стыков	105
9.8 Устройство поперечных строительных стыков	108
9.9 Устройство поперечных деформационных швов.....	109
9.10 Уход за RCC	112
9.11 Шероховатость и гладкость поверхности	113
9.12 Открытие дорожного движения	113
10 Пробный участок	114
11 Контроль качества производства работ.....	114
Приложение А (справочное) Типовая спецификация для дорожного покрытия из RCC	118
Приложение В (справочное) Толщина конструктивных слоев дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием на основании из цементобетона	128
Приложение С (справочное) Устранение недостатков конструкции RCC покрытия	129
Приложение D (обязательное) Контроль ухода за RCC	133

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
	Buraga Andrei
	Bejan Sergiu
	Railean Alexandr
	Pașa Iurie
	Brăguța Eugen
	Cadociniov Anatolie

Utilizatorii documentului normativ sînt responsabili de aplicarea corectă a acestuia.

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

Informațiile referitoare la documentele normative (data aplicării, modificării, anulării etc.) sînt 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.02.01:2023**

"Ghid privind construcția fundațiilor și îmbrăcăminților din beton de ciment cilindrât"
Responsabil de ediție G. Curilina

Tiraj ex. Comanda nr.

**Tipărit ICȘC "INCERCOM" Î.S.
Str. Independenței 6/1
www.incercom.md**